



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO
DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

NATÁLIA DE PAIVA DINIZ

CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO SOBRE A NATUREZA DA
CIÊNCIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Bauru – SP

2023

NATÁLIA DE PAIVA DINIZ

CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO SOBRE A NATUREZA DA
CIÊNCIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Tese de doutorado submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Educação para a Ciência
como requisito para a obtenção do título de
Doutora em Educação para a Ciência.

Orientadora: Profa. Dra. Alice Assis.

Bauru – SP

2023

D585c Diniz, Natália de Paiva
Conhecimento Pedagógico do Conteúdo Sobre a Natureza da
Ciência na Formação Continuada de Professores / Natália de Paiva
Diniz. -- Bauru, 2024
345 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências, Bauru
Orientadora: Alice Assis

1. Natureza da Ciência. 2. Formação Continuada de Professores. 3.
Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE NATÁLIA DE PAIVA DINIZ, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 11 dias do mês de dezembro do ano de 2023, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de NATÁLIA DE PAIVA DINIZ, intitulada **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo Sobre a Natureza da Ciência na Formação Continuada de Professores**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. ALICE ASSIS (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Engenharia e Ciências - Unesp Guaratinguetá, Prof. Dr. LUCIANO FERNANDES SILVA (Participação Virtual) do(a) Instituto de Física e Química / Universidade Federal de Itajubá, Prof. Dr. ADEMIR DE SOUZA PEREIRA (Participação Virtual) do(a) Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia / Universidade Federal da Grande Dourados, Profa. Dra. FERNANDA CÁTIA BOZELLI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia Unesp Ilha Solteira, Profa. Dra. ISABEL CRISTINA DE CASTRO KONDARZEWSKI (Participação Presencial) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Engenharia e Ciências - Unesp Guaratinguetá. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final **APROVADA**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 ALICE ASSIS
Data: 11/12/2023 08:13:39-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Profa. Dra. ALICE ASSIS

Ao Denis e à Isabela, por fazerem os
meus dias mais felizes.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Universidade Estadual Paulista.

À professora Alice Assis, pela orientação ao longo desta pesquisa. Obrigada pelo carinho, pela confiança e por todos os aprendizados.

Ao meu marido, Denis, por dividir as angústias e aliviar o fardo. Por me incentivar nessa caminhada e não me deixar desistir!

À Isabela, que chegou na minha vida trazendo mais cor e alegria (e uma dose de caos).

Aos meus pais, Leila e Osvaldo, por abdicarem de muito na criação dos filhos e permitirem que eu pudesse chegar até aqui.

À Ana Lucia Cavalca Fernandes Franco de Oliveira, que por meio de uma conversa telefônica de 18 minutos acreditou no curso de formação continuada que propus e foi uma parceira na luta para que ele fosse aprovado junto à Secretaria de Educação.

A todos os professores e professoras participantes do curso de formação continuada, por sua parceria e troca nos encontros. Sem vocês essa pesquisa não seria possível.

Aos meus alunos, tijolinhos na construção do meu “eu” professora.

Aos colegas de profissão que passaram pelo meu caminho, dividindo as alegrias e anseios da docência.

A Deus, pela presença constante na minha vida, pelas Graças que me concede, por ser a luz que guia os meus dias.



“Ciência nada mais é do que bom senso treinado e organizado.”

Thomas Huxley, 1825-185.

Absurdo. ‘Ciência é conhecimento organizado.’ Herbert

Spencer, 1820-1903.”

Sidney Harris

(<http://www.sciencecartoonsplus.com/>)

RESUMO

Pesquisas apontam que professores e futuros professores possuem concepções ingênuas sobre a Natureza da Ciência (NdC), influenciando o modo como seus alunos a percebem. Isso pode estar relacionado ao fato de que muitos desses profissionais não tiveram contato com esse tipo de conhecimento em sua formação inicial ou continuada, apresentando dificuldades em criar e implementar situações de ensino e de aprendizagem que possibilitem reflexões mais abrangentes sobre a NdC em sala de aula. Nesse contexto, esta pesquisa verificou os conhecimentos mobilizados por professores da área de Ciências da Natureza que contribuem para a formação do seu conhecimento pedagógico do conteúdo sobre a Natureza da Ciência (PCK sobre a NdC) durante um curso de formação continuada em parceria com a Diretoria de Ensino de Guaratinguetá (São Paulo). Desse modo, foi realizada uma pesquisa empírica que coletou dados a partir de uma intervenção em um curso de formação continuada, que teve por base um conjunto de atividades pedagógicas realizadas semanalmente no período de sete semanas, de forma síncrona e assíncrona. As principais etapas de coleta de dados da pesquisa foram: identificação das percepções iniciais dos professores sobre a NdC, por meio de um questionário; registros em vídeo da gravação dos encontros síncronos; atividades realizadas nos encontros assíncronos; observação da prática pedagógica de dois professores participantes em sala de aula. Os dados foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva, fundamentados nas categorias sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, sendo elas: o conhecimento sobre a NdC, o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento do contexto, o conhecimento dos alunos, o conhecimento do currículo, o conhecimento de materiais e estratégias instrucionais e o conhecimento da avaliação. Foi possível verificar que o conhecimento com mais influência no PCK sobre a NdC dos participantes é o conhecimento pedagógico geral, pois é reflexo da vivência e da experiência do professor em sala de aula e abarca seus valores e crenças sobre o ensino. Além disso, os professores que apresentaram sólido conhecimento de aspectos da NdC estabeleceram mais conexão entre as diferentes bases de conhecimento que formam o PCK, contribuindo para práticas pedagógicas que articulam o currículo com a abordagem de aspectos da NdC de modo explícito e reflexivo, demonstrando PCK sobre a NdC mais robusto. Já aqueles que tiveram baixa mobilização dos conhecimentos sobre a NdC e realizaram menos conexões entre as bases de conhecimentos foram os que apresentaram dificuldade em elaborar propostas que efetivamente discutiam a NdC em sala de aula.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. Formação Continuada de Professores. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

ABSTRACT

Research indicates that teachers and future teachers hold naive conceptions about the Nature of Science (NOS), influencing how their students perceive it. This may be related to the fact that many of these professionals have not been exposed to this type of knowledge in their initial or continuing training, resulting in difficulties in creating and implementing teaching and learning situations that enable more comprehensive reflections about NOS in the classroom. In this context, this research examined the knowledge mobilized by teachers in the field of Natural Sciences that contribute to the formation of their pedagogical content knowledge about the Nature of Science (PCK about NOS) during a continuing education course in partnership with the *Diretoria de Ensino de Guaratinguetá* (São Paulo). In this manner, was conducted an empirical research, collecting data through an intervention in a continuing education course, which was grounded in a set of pedagogical activities carried out weekly over a seven-week period, both synchronously and asynchronously. The main data collection stages of the research included: identifying teachers' initial perceptions of NOS through a questionnaire; video recordings of synchronous meetings; activities conducted during asynchronous meetings; observation of the pedagogical practice of two participating teachers in the classroom. The data were analyzed using Discourse Textual Analysis, based on categories of pedagogical content knowledge, which include: knowledge about NOS, general pedagogical knowledge, context knowledge, knowledge of students, knowledge of the curriculum, knowledge of materials and instructional strategies, and knowledge of assessment. It was possible to observe that the knowledge with the greatest influence on participants' PCK about NOS is general pedagogical knowledge, as it reflects the teacher's lived experience in the classroom, encompassing their values and beliefs about teaching. Additionally, those teachers who demonstrated a solid understanding of NOS aspects established stronger connections between the various knowledge bases that constitute PCK, thereby contributing to pedagogical practices that explicitly and reflectively integrate the curriculum with an approach to NOS aspects, demonstrating a more robust PCK about NOS. Conversely, individuals who had limited mobilization of NOS knowledge and made fewer connections between knowledge bases encountered challenges in effectively fostering discussions about NOS in the classroom.

Keywords: Nature of Science. Teachers training. Pedagogical Content Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Disciplinas que contribuem para a compreensão da natureza da ciência.....	35
Figura 2 -	FRA Wheel: Representação da Ciência como um sistema cognitivo-epistêmico e social-institucional.....	43
Figura 3 -	Um modelo das relações entre as bases de conhecimento docente.....	76
Figura 4 -	Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o Ensino de Ciências.....	77
Figura 5 -	Modelo da base de conhecimento que formam o PCK sobre a NdC dos professores.....	80
Figura 6 -	Relação dos materiais e porcentagem dos professores que já os utilizaram em sala de aula, segundo resultado da enquete realizada no ES4 por meio do slido.com.....	149
Figura 7 -	Síntese dos fatores que constituem as bases de conhecimentos do PCK sobre a NdC dos professores participantes.....	170
Figura 8 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Mário....	205
Figura 9 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Oswaldo.....	207
Figura 10 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Carlos.....	209
Figura 11 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC da professora Elisa....	211
Figura 12 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor César....	213
Figura 13 -	Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC da professora Bertha.....	216

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Desenhos do cientista realizados por estudantes da Educação Básica.....	47
Quadro 2 -	Esquema conceitual do VOSTS.....	54
Quadro 3 -	Relação entre os conceitos CTS presentes no VOSTS, as características sobre a NdC descritas pelos autores nas pesquisas e as considerações para a sala de aula.....	57
Quadro 4 -	Organização dos módulos didáticos do curso de formação continuada.....	85
Quadro 5 -	Cronograma com a estrutura geral do curso de formação continuada.....	86
Quadro 6 -	Resumo do plano do curso de formação Abordando a NdC em sala de aula.....	89
Quadro 7 -	Informação pessoal/profissional dos professores participantes do curso e sujeitos da pesquisa.....	100
Quadro 8 -	Sigla da codificação do <i>corpus</i> analítico.....	105
Quadro 9 -	Relação das categorias e subcategorias de análise.....	106
Quadro 10 -	Interesses e expectativas dos professores para o curso de formação continuada.....	109
Quadro 11 -	Resposta dada pelos professores à questão "O que você compreende por NdC?" realizada no ES1 por meio do mentimeter.....	110
Quadro 12 -	Resposta dada pelos professores à questão "a) Você já abordou aspectos da NdC em suas aulas (mesmo que de forma inconsciente)?" realizada na A2.....	111
Quadro 13 -	Relação geral de respostas que se aproximam de uma visão ingênua/estereotipada da NdC nas respostas dos professores ao questionário VOSTS aplicado.....	115
Quadro 14 -	Relação do que motiva e desmotiva os professores a utilizarem materiais variados em sala de aula.....	149
Quadro 15 -	Resumo das respostas à A4: análise de materiais.....	172
Quadro 16 -	Resumo das respostas à A6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista.....	177
Quadro 17 -	Descrição das aulas do professor Carlos que foram observadas.....	187
Quadro 18 -	Descrição das aulas da professora Bertha que foram observadas.....	195

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ATD	Análise Textual Discursiva
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
CK	Conhecimento do contexto
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
DE	Diretoria de Ensino
DERG	Diretoria de Ensino da Região de Guaratinguetá
EAS	Encontro assíncrono
EFAPE	Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação
EM	Ensino Médio
ES	Encontro síncrono
HC	História da Ciência
HQ	História em Quadrinhos
NdC	Natureza da Ciência
PCK	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
PCNP	Professora Coordenadora do Núcleo Pedagógico
PD	Proposta Didática
SEDUC	Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
SMK	Conhecimento do assunto
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TDC	Texto de Divulgação Científica
VNOS	Visões sobre a Natureza da Ciência
VOSTS	Visões sobre a Ciência-Tecnologia-Sociedade

SUMÁRIO

PREFÁCIO	23
INTRODUÇÃO.....	29
CAPÍTULO 1. NATUREZA DA CIÊNCIA.....	33
1.1 Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos	36
1.2 Considerações para inserção da NdC em sala de aula	45
1.2.1 Para que ensinar sobre a NdC?.....	46
1.2.2 O que ensinar sobre a NdC?.....	53
1.2.3 Como ensinar sobre a NdC?.....	64
1.2.4 Como avaliar aspectos da NdC em sala de aula?	67
CAPÍTULO 2. CONHECIMENTOS PARA A PRÁTICA DOCENTE.....	71
2.1 O papel do professor	71
2.2 Conhecimento docente.....	71
2.2.1 PCK para ensinar sobre a NdC.....	78
CAPÍTULO 3. CAMINHOS DA PESQUISA	81
3.1 Caracterização da pesquisa	81
3.2 Bastidores da pesquisa	82
3.3 O curso de formação continuada	84
3.4 Professores participantes da pesquisa	100
3.5 Acompanhamento da prática dos professores.....	102
3.6 Metodologia para análise dos dados	1039
CAPÍTULO 4. CONHECIMENTOS MOBILIZADOS NA FORMAÇÃO DO PCK SOBRE A NdC	109
4.1 Conhecimento sobre a Natureza da Ciência (SMK/NdC)	113
4.2 Conhecimento pedagógico geral (PK).....	134
4.3 Conhecimento do contexto (CK)	140
4.4 Conhecimento de materiais e estratégias instrucionais.....	144

4.5 Conhecimento do currículo	150
4.6 Conhecimento dos alunos.....	156
4.7 Conhecimento da avaliação.....	161
4.8 Sistematização do PCK sobre a NdC	169
4.9 As produções dos professores segundo o PCK sobre a NdC	171
4.10 Análise da prática pedagógica.....	187
4.11 Sistematização dos conhecimentos mobilizados que constituem o PCK sobre a NdC dos professores.....	204
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	219
REFERÊNCIAS.....	235
APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO.....	247
APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO ELABORADO PELA PESQUISADORA.....	249
APÊNDICE C – SLIDES ELABORADOS PELA AUTORA E USADOS NOS ENCONTROS.....	289
APÊNDICE D – MODELO DA A4: ANÁLISE DE MATERIAL	311
APÊNDICE E – MODELO DE PLANO DE AULA DA A6: CRIAÇÃO DE PROPOSTA DIDÁTICA	313
APÊNDICE F – ATIVIDADE A8: FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO.....	315
APÊNDICE G – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO VOSTS.....	317
ANEXO A – RESPOSTAS DA A4: ANÁLISE DE MATERIAL.....	329
ANEXO B – RESPOSTAS DA A6: PROPOSTAS DIDÁTICAS.....	337

PREFÁCIO

Os caminhos que percorri até este momento foram fundamentais para delinear esta tese. Portanto, esta apresentação é essencial para a compreensão de como o problema de pesquisa veio tomando forma em mim como pesquisadora, por meio das experiências que vivi, dos estudos que realizei e das inquietações que surgiram nesse caminhar.

Sou a mais velha de três filhas, a primeira da família a estudar em uma Universidade Pública. Digo isso com tristeza ao ver as oportunidades que muitos de nós perdemos por falta de opção, de oportunidade... de coragem. Quando mais nova, adorava brincar de escolinha com as lousinhas da Coca-Cola que meus pais traziam do mercado, mas me sonhei muitas coisas; professora, pipoqueira, cantora (adorava um karaokê)... nada muito consistente ou com muita convicção, minha única certeza era a que eu tinha que estudar! O quê, eu não sabia. Meus pais sempre foram comerciantes e nunca tiveram final de semana, feriado, férias. Lembro-me dos nossos Natais, regados a trabalhar até às nove da noite, ir pra casa já cansados, cear e dormir, pois no outro dia tinha que levantar cedo novamente! Sempre pensei que não queria seguir esse caminho (para a tristeza do meu pai).

Em casa, todas nós estudamos em escola pública e seria muito difícil (não impossível) passar no vestibular se eu estudasse nas escolas da minha cidade. A escola particular não era uma opção para nossa família. Porém, havia uma possibilidade: fazer o Ensino Médio em uma das escolas técnicas das cidades vizinhas. A possibilidade era remota, pois muitos faziam até cursinho para prestar o “vestibulinho”. Por conta própria, comecei a frequentar a biblioteca da escola no contraturno para estudar, principalmente os princípios básicos de Química e Física, que não eram abordados em Ciências na minha escola, e Matemática, pois eu era (continuo sendo) péssima. A tal da Química era bem bacana na cabeça de uma menina de 14 anos, que parecia estar compreendendo as coisas. Fiz até novena para Nossa Senhora Aparecida!

Passei! Fui fazer o Ensino Médio Técnico em Química no Colégio Técnico de Lorena da Universidade de São Paulo (COTEL/USP). Como essa tal de Química me maltratou! No final, aprendi a gostar dela – menos da Físico-Química – e, como a maior parte dos estudantes do COTEL, pretendia fazer Engenharia na USP. Ainda bem que não passei no vestibular! Fui trabalhar em indústria e aprendi que a Química era fazer os mesmos testes várias vezes, sai do padrão está reprovado... libera produto é urgente. Até que fui para a área de desenvolvimento de produto, fazíamos umas coisas maneiras, mas ainda não era isso.

Conheci meu marido, Denis, nessa época (trabalhava com a irmã dele). Ele já estava fazendo Engenharia na USP de Lorena, eu trabalhava durante o dia e fazia cursinho à noite.

Desisti da ideia de fazer Engenharia, vi que a indústria não era bem o que eu queria, mas não havia muitas opções perto de casa. Foi então que abriu a primeira turma de Química Licenciatura na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)... não era tão longe, mas não tinha certeza se queria ser professora. Essa história se estende com conselhos, coragem de ir, apoio da minha mãe e do Denis e de uma série de coisas que me permitiram cursar a Licenciatura em Química na UNIFEI.

Até então, a visão de Ciência que eu tinha era basicamente do Técnico em Química, que acaba sendo compatível com parte da visão estereotipada: pessoas de jaleco, fazendo testes em laboratório. Porém, a visão de uma Ciência coletiva, jovem, com a presença de mulheres, já estava na minha vivência. Já na graduação pude ter contato com a pesquisa em química orgânica e química analítica, fazendo iniciação científica para ajudar na minha permanência na Universidade, o que contribuiu para a construção da minha compreensão sobre a NdC.

Ainda na graduação, participei como voluntária em uma pesquisa a convite da professora Jane Raquel Silva de Oliveira, em que investigamos a percepção de alunos de Ensino Médio sobre o cientista e seu trabalho por meio de desenhos que mostraram uma imagem estereotipada desse profissional. Por meio da leitura e discussão de um texto de divulgação científica (TDC) da Revista Pesquisa FAPESP, pude discutir uma outra face da Ciência que não era familiar a esses alunos. Desde esse momento, eu passei a perceber a importância de ir além dos conceitos em sala de aula, apresentando aspectos relacionados à Natureza da Ciência (NdC) com os estudantes de forma a possibilitar que estes tenham uma percepção mais ampla e humana da Ciência e do cientista.

Dessa pesquisa, surgiu a oportunidade de participar do meu primeiro congresso, o XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, em 2014, apresentando o trabalho “Concepções de estudantes sobre cientistas: (re)construções a partir da leitura de um texto de divulgação científica”. Nesse congresso pude ter um contato maior com a pesquisa na área de Ensino de Química e, em especial, com a História da Ciência (HC), por meio de um minicurso promovido pela Maria Helena Roxo Beltran. Voltei tão encantada com tudo que aprendi e vivenciei naqueles dias que quando precisei definir o tema para meu Trabalho Final de Graduação (TFG) não tive dúvidas de que buscaria relacionar a HC com a análise de TDC. Porém, precisei realizar alguns ajustes nessa ideia inicial, utilizando artigos publicados na seção HC da Revista Química Nova na Escola, a fim de buscar um recorte mais coerente com meus objetivos – afinal, eu ainda estava iniciando minhas aventuras na pesquisa.

Com o TFG, sob a orientação da professora Juliana Maria Sampaio Furlani, pude amadurecer minha escrita científica, o processo de análise documental e minha própria visão com relação à construção do conhecimento científico. Na análise dos artigos selecionados, pude notar que os relatos históricos sobre fatos científicos – neste caso, sobre a história dos modelos atômicos – são materiais riquíssimos, com contextualização sócio-histórica, discussão de controvérsias científicas e a presença de aspectos da NdC. Entretanto, os artigos analisados continham traços de uma historiografia tradicional, com a presença de anacronismos e a ideia de precursores na ciência. Portanto, chegamos à conclusão de que, mesmo que o professor busque informações nesses materiais ou decida utilizá-los em sala de aula, seria necessário que tivessem certo conhecimento sobre essas questões, para não apresentar aos alunos a ideia de uma Ciência elitista e mitificada.

No estágio supervisionado, tive contato com professores que contribuíram para minha formação, tanto no sentido de inspirar quanto no sentido de buscar formas de evitar que eu me mantivesse estagnada. Uma das falas mais ouvida por mim na sala dos professores de duas das três escolas em que estagiei foi: coitada, tão novinha, ainda dá tempo de desistir. Sabemos que ser professor no nosso país não é fácil. Assim como diversas profissões, a nossa é desvalorizada (inclusive pela própria categoria). Eu queria – e ainda quero – fazer valer todo meu estudo e conhecimento para trazer para a escola e para os meus alunos a imagem de que é possível ser feliz como professor, que os estudantes são capazes de se transformar por meio da educação e que eu posso contribuir um pouquinho para isso – lecionei em algumas escolas e tenho a convicção de que é possível sim, apesar de muito difícil em alguns momentos.

Amadurecendo ideias e tentando identificar uma forma de poder proporcionar aos estudantes uma face da Ciência a qual eu não tive contato na educação básica, foi na transição da graduação para o mestrado que percebi que trabalhar com a HC por si só não era suficiente para levar para a sala de aula uma Ciência mais humana.

Ainda no final da graduação, tive a oportunidade de ter contato superficial com estudos epistemológicos de Popper, Kuhn, Lakatos e Bachelard; com a Sociologia da Ciência nos estudos de Bruno Latour e Steve Woolgar; e com formas de Divulgação Científica, como o teatro científico, os TDC e os *cartoons* de Sidney Harris. Acredito que essas influências abriram meus olhos para as investigações que realizei durante o Mestrado em Educação em Ciências realizado na Universidade Federal de Itajubá, sob a orientação do professor Mikael Frank Rezende Junior.

Como já havia identificado em estudos anteriores que estudantes da educação básica tinham percepções mitificadas sobre o cientista e seu trabalho, e que o professor tinha um

papel essencial na escolha do material, na abordagem e na condução das discussões em sala de aula, era essencial investigar de forma mais aprofundada quais eram as percepções de alunos e professores sobre a NdC, o que poderia influenciar essas percepções e se havia algum tipo de ação sendo feita no sentido de discutir a NdC em sala de aula.

Em um extenso levantamento na literatura, pude verificar que professores e estudantes percebem a ciência como um conhecimento neutro e acabado, construído segundo as regras de método rígido, que cresce linearmente acumulando os acontecimentos bem-sucedidos e buscando a solução dos problemas da humanidade. A desumanização do cientista, percebido como um ser genial, que vive sozinho em seu laboratório, predominantemente do sexo masculino, também são ideias muito presentes entre alunos e professores. Segundo os trabalhos analisados, os principais influenciadores dessas concepções são a mídia em geral, o livro didático e o professor, por meio de sua prática e da influência que sua própria concepção da NdC tem sobre o estudante.

Esse levantamento me permitiu identificar ainda que estratégias vêm sendo promovidas no sentido de discutir a NdC e possibilitar uma percepção mais contextualizada da Ciência, principalmente com futuros professores e alunos da educação básica. Entretanto, detectei dois pontos de atenção por meio desse levantamento: 1) as ações para trabalhar a NdC estão relacionadas à inserção da HC no ensino, sendo pouco exploradas situações do contexto atual; 2) poucas ações são realizadas no sentido de possibilitar que professores atuantes abordem aspectos da NdC em sala de aula.

Com o limite de tempo disponibilizado durante o mestrado, meu casamento sendo organizado em paralelo – o que me ajudou muito no processo de me distrair da pesquisa enquanto organizava a decoração, produzi forminhas de doces com tecido, escolhia músicas, flores, etc. – e a insegurança de promover um processo efetivo de formação junto a professores atuantes na educação básica, devido à minha pouca experiência em sala de aula, busquei me debruçar em contribuir para que professores pudessem discutir a NdC em sala de aula de uma forma alternativa ao uso da HC. Para isso, busquei analisar as potencialidades de um material que tivesse informações contextualizadas e atuais sobre o processo de construção da Ciência e que fosse acessível ao professor. A ideia era identificar quais aspectos relacionados à NdC eram veiculados nesse material e se esses aspectos poderiam influenciar ou reforçar determinadas percepções de ciências nos leitores. Dessa forma, o professor teria acesso a um conjunto de informações de conteúdo científico e discussões com base nas principais concepções epistemológicas em relação à NdC, que poderiam auxiliá-lo na atividade docente.

Depois de muito estudo, foram definidos como objeto de análise os TDC da Revista *Ciência Hoje Online*. Eles foram analisados com base na Análise Textual Discursiva, descrita por Moraes e Galiuzzi (2011), utilizando como referencial teórico os estudos da epistemologia da Ciência e as categorias de Gil-Pérez *et al.* (2001) e McCommas *et al.* (1998). Foi possível identificar que os TDC analisados apresentam características sobre a NdC que podem contribuir para uma visão mais contextualizada do processo de construção do conhecimento científico, pois possibilitam conhecer diferentes dimensões pelas quais esse conhecimento perpassa – histórico-temporal, motivacional, teórico-metodológico, resultante e social e coletivo – e não apenas o conceito científico por si só.

Considerando as informações contidas nesses textos, pude verificar que eles apresentam informações contextualizadas sobre a NdC: a ciência como construção de conhecimento por meio de estudo de fenômenos; tradição cultural e histórica; conhecimento transitório; embasada em teorias e hipóteses; reconhecimento da não existência de um método único; não neutralidade da ciência; presença da comunidade científica; consideração de fatores humanos na construção do conhecimento; cientista visto como uma pessoa comum. Porém, assim como os artigos científicos voltados aos aspectos históricos analisados na graduação, os TDC apresentam características que podem reforçar certos estereótipos sobre a NdC e sobre o trabalho científico, por trazer a ideia de uma Ciência que descobre verdades imutáveis, a imagem de um cientista descobridor dessas verdades, dentre outras ideias que podem levar a concepções da Ciência como superior a outras formas de conhecimento, à sua infalibilidade e elitização.

Entretanto, a coexistência dessas diversas características nos TDC, inclusive quando apresentam visões distorcidas sobre a Ciência, são relevantes no sentido de possibilitar a argumentação de alunos e professores sob diferentes pontos vista, uma vez que uma única visão de Ciência não é suficiente para uma percepção ampla sobre as formas pelas quais ela se constrói. Tomando como analogia as ideias de Mortimer (1996): se uma única epistemologia não é suficiente para descrever as diferentes formas de pensar ou explicar um conceito – pois são, de certa forma, incompletas por estarem apoiadas em um único aspecto – uma visão única sobre a NdC também pode ser incompleta.

Independente de tudo isso, ressalto que esses aspectos relacionados à NdC nem sempre se encontram de maneira explícita nos TDC, uma vez que eles não buscam descrever ou evidenciar essas características, e sim veicular informações científicas, com linguagem própria, tornando o conhecimento científico acessível para toda a população. Essa é uma das razões pela qual o papel do professor como mediador das leituras e das discussões em sala de

aula é indispensável quando esse recurso é utilizado. Outro motivo pelo qual o papel do professor é necessário na mediação do TDC em sala de aula está no sentido de intervir em momentos nos quais a imagem deformada da ciência aparece. Como o TDC não está livre de estereótipos, o professor precisa de uma atenção especial ao selecionar o texto a ser trabalhado: realizando uma leitura prévia, buscando identificar e discutir as colocações que possam corroborar com uma visão deformada da ciência com mais cuidado.

Recai no segundo ponto de atenção que eu havia negligenciado conscientemente durante a pesquisa de mestrado: a necessidade de o professor atuante na Educação Básica ter conhecimento sobre a NdC, sobre sua importância para a formação do aluno e sobre as formas de abordá-la em sala de aula. Inclusive, em minhas conversas com colegas em momentos de planejamento, cafés na sala dos professores ou cursos de formação, quando surgia assunto relacionado à pesquisa e pós-graduação ficava aquela dúvida sobre o que efetivamente eu pesquisava. Apesar de um assunto que meus colegas compreendiam quando eu explicava, o termo que é tão difundido nos estudos acadêmicos acaba sendo desconhecido no chão da sala de aula.

Fui incentivada por muitos dos que estavam no meu caminho a fazer o doutorado, já tinha esse interesse, mas pausei por um ano para alinhar minhas ideias e buscar um lugar que acolhesse minhas necessidades de construir uma família, trabalhar e fazer o doutorado. Foi então que meu antigo orientador sugeriu que eu conversasse com a professora Alice Assis, que me recebeu com muito carinho e atenção.

Quase 500 km separam minha cidade de Bauru, onde acontecem as aulas do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP. Estava receosa de não conseguir conciliar trabalho (uma vez que não fui contemplada com bolsa) e fazer as disciplinas. Consegui organizar meus horários para fazer as disciplinas condensadas e tive a ajuda da Alice que foi comigo de ônibus para Bauru e me ensinou todo o caminho, onde ficar, enfim, um anjo na minha vida!

Uma pandemia chegou para desestabilizar a tudo e a todos... A vida foi acontecendo... A vinda da minha filha... Muito trabalho... Mudança de casa... Meu marido também na reta final do doutorado... E em meio a toda a rotina e caos dos meus dias, esta tese foi tomando forma. No início com velocidade e produtividade, ao final com constância e persistência. Um caminho sinuoso e com uma série de obstáculos que me fizeram tomar decisões que levaram esta pesquisa (e a mim) ao que se tornou hoje.

Apresento a seguir o delineamento desta tese, detalhando os objetivos que alcancei e a forma como os capítulos estão organizados neste documento.

INTRODUÇÃO

A Declaração da Unesco que versa sobre a ciência e o uso do conhecimento científico aponta a educação científica, em todos os níveis de ensino, como fundamental para “o desenvolvimento humano, para a criação de capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados” (UNESCO, 2003, p. 29). Nesse sentido, o ensino de ciências deve promover discussões que vão além da mera abordagem de fórmulas e teorias desconexas em sala de aula, para que o estudante possa compreender, interpretar e agir sobre a ciência no seu cotidiano e na sociedade, participando de forma ativa e autônoma na resolução de problemas, perspectiva que se aproxima da visão de que tal ensino deva promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos educandos.

A Ciência e a Tecnologia possuem papéis importantes em diversos aspectos da vida moderna: seja na tomada de decisões dos cidadãos, nas implicações que seus produtos causam na sociedade, ou nas ideias influenciadas por sua filosofia. No entanto, mesmo que conscientes da sua importância, poucas pessoas possuem uma compreensão básica sobre o modo como ela é desenvolvida.

A visão estereotipada está inserida na sociedade contemporânea, o que faz com que as pessoas tendam a perceber o conhecimento científico como algo imutável, reservado a uma pequena parcela da população portadora de mentes privilegiadas. Assim, guiadas pelo senso comum, acreditam que a ciência é algo anormal, feita por loucos que vivem isolados em seus laboratórios, não sendo alcançável por grande parte da população.

Quando a educação científica se limita à transmissão de conceitos, ela pode induzir a uma visão engessada das Ciências da Natureza, com concepções sobre sua construção que se afastam daquilo que seria considerado uma visão aceitável do empreendimento científico (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001), distanciando a população da dinâmica da produção do conhecimento científico, do processo de construção da ciência e do trabalho do cientista. Pesquisas como a de Lederman (1992), Abd-El-Khalick e Lederman (2000), Gil-Pérez *et al.* (2001), no contexto internacional, e Diniz e Rezende Junior (2019), no contexto nacional, indicam que não só estudantes da educação básica, mas professores e futuros professores, possuem concepções ingênuas sobre o processo de construção da ciência e sobre o trabalho do cientista. Esses trabalhos apontam como características principais dessas visões: o predomínio da visão positivista da ciência; a concepção do Método Científico como sendo empírico-indutivista; a rigidez e a neutralidade da ciência; a distorção da imagem e do trabalho do

cientista; além da visão de que a ciência está em constante progresso, acumulando descobertas que contribuem para o seu desenvolvimento.

Assim, é fundamental que o professor tenha conhecimento e busque informações de modo a contribuir para discussões sobre a Natureza da Ciência (NdC), viabilizando o desenvolvimento do pensamento científico e a construção de uma compreensão ampla da Ciência (ZANCAN, 2000).

Os documentos oficiais que legislam a estrutura do currículo brasileiro apresentam que aspectos relacionados à NdC – como: a aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos; o domínio de linguagens específicas; a análise de fenômenos e processos por meio de modelos e previsões; a contextualização social, cultural, ambiental e histórica do conhecimento; a capacidade de reflexão, argumentação, resolução de problemas pessoais, coletivos, locais e globais (BRASIL, 2018a) – são essenciais para a formação integral do estudante do Ensino Médio (EM), corroborando com o que as pesquisas na área de Ensino de Ciências vêm apontando há algum tempo (GARCÍA-CARMONA *et al.*, 2012; VÁZQUEZ-ALONSO, *et al.*, 2007).

Uma das grandes dificuldades não está na justificativa sobre a importância de se abordar a NdC, mas em buscar formas de incorporá-la no ensino de ciências (MOURA, 2014), uma vez que não existe um currículo explícito sobre conhecimentos da NdC que responda a questões básicas sobre: O que devo ensinar? Como devo ensinar? Para que devo ensinar? Como avaliar?

García-Carmona *et al.* (2012) apontam ainda a necessidade de uma coerência no currículo do Ensino de Ciências, tanto na educação superior quanto na educação básica, [...] no sentido de que todos os seus elementos (objetivos, conteúdo, metodologia, avaliação, atividades) devem manter um alto nível de concordância com as concepções apropriadas sobre a NdC (GARCÍA-CARMONA *et al.*, 2012, p. 29). Mais do que um currículo explícito voltado para abordar aspectos da NdC, defendemos a tese de que é necessário que o professor tenha conhecimentos teóricos e pedagógicos sobre a NdC para a sua apropriação e efetiva implementação em sala de aula.

É nessa perspectiva que esta tese se pauta em investigar quais os conhecimentos sobre a NdC, dos professores do EM, são necessários para sua inserção em sala de aula. Para isso, contamos com a teoria sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) como lente para nos auxiliar a compreender a interação entre as bases de conhecimento que professores do EM mobilizam ao discutir, planejar e inserir práticas pedagógicas sobre a NdC em sala de aula.

Como forma de trabalhar junto aos professores atuantes no EM – e considerando o pouco conhecimento e/ou conhecimento estereotipado sobre a NdC indicado nas pesquisas – foi elaborado um processo de formação continuada de modo a auxiliar os professores a abordarem esse tema em sala de aula. O curso de formação planejado de modo a ir além do modelo tecnicista de ensino, proporcionando aos professores não apenas a familiarização com aspectos da NdC e possíveis formas de trabalhá-los em sala de aula, mas também discussões e ações que proporcionassem o aprimoramento de conhecimentos que os levassem a racionalizar sobre o ensino da NdC.

Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral verificar os conhecimentos mobilizados por professores da área de Ciências da Natureza que contribuem para a formação do seu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo sobre a Natureza da Ciência durante um curso de formação continuada, de modo a verificar quais são os conhecimentos necessários para sua inserção em sala de aula. Para isso, tivemos com objetivos específicos:

1. Analisar as discussões e as atividades realizadas no curso de formação continuada de modo a verificar quais as bases de conhecimentos mobilizadas pelos professores;
2. Observar e analisar a prática pedagógica desses professores, enquanto participavam do curso, de modo a relacionar os fatores que orientam sua prática pedagógica;
3. Sistematizar os conhecimentos que compõem o PCK dos professores que contribuem e/ou dificultam a inserção de aspectos da NdC em sala de aula.

Considerando o contexto deste estudo, apresentamos no Capítulo 1 conceitos sobre o que compreende o termo “Natureza da Ciência” e os estudos relacionados à ela, bem como as diferentes perspectivas relacionadas à sua abordagem, com base na literatura da área de Ensino de Ciências. Além disso, tecemos considerações quanto à inserção de conceitos sobre a NdC em sala de aula, de modo a enfatizar questões sobre: O que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? Como avaliar? Que serviram de base para a criação do curso de formação continuada.

No Capítulo 2, realizamos considerações sobre o papel do professor e os conhecimentos envolvidos na prática docente, com foco no conhecimento pedagógico do conteúdo. Tais considerações, em conjunto com os conceitos apresentados Capítulo 1, foram necessários para a compreensão da prática pedagógica de aspectos da NdC e sustentaram teoricamente as análises realizadas nesta pesquisa.

No Capítulo 3, realizamos a caracterização da pesquisa e descrevemos o percurso metodológico utilizado. Nele também detalhamos as etapas e as atividades realizadas no curso

de formação continuada, que foram utilizadas como instrumento de coleta de dados para esta pesquisa.

No Capítulo 4, apresentamos a discussão dos resultados da pesquisa e, em seguida, as considerações finais que realizamos por meio do estudo.

CAPÍTULO 1

NATUREZA DA CIÊNCIA

Segundo Lederman (2018), o conceito de NdC foi discutido pela primeira vez em 1907, surgindo como tema de pesquisa no final de 1950, aumentando exponencialmente a partir de 1960 até o presente. Portanto, o termo *Natureza da Ciência* é bem conhecido pelos pesquisadores da área, embora haja divergências quanto ao seu significado. Somado a isso, verificamos um grande número de sinônimos para o termo NdC, como: construção do conhecimento científico, ideias sobre ciência, epistemologia da ciência, entre outros. Segundo Abd-El-Khalick *et al.* (1998), isso acontece, pois, filósofos, historiadores e educadores da ciência discordam rapidamente de uma definição específica para ela. Com isso, sentimos a necessidade de apresentar um panorama dos conceitos sobre NdC apresentados na literatura, evidenciando nossa compreensão sobre o termo, para sustentar as discussões realizadas neste trabalho.

Lederman (2007), um dos principais autores nesse campo de estudo, indica que a “NdC normalmente se refere à epistemologia da ciência, à ciência como uma maneira de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento.” (p. 833). Essa definição já havia sido apresentada pelo autor em 1992 e retrata de forma muito geral tal conceito.

McComas *et al.* (1998) apresentam a NdC como uma “arena híbrida fértil” (p. 4), pois combina elementos da história, sociologia e filosofia da ciência e da ciência cognitiva, como a psicologia, para descrever o funcionamento da ciência, o trabalho dos cientistas, como um grupo social, e a forma como a própria sociedade dirige e reage às atividades científicas.

Segundo Moura (2014), a NdC “envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência”. Compreendê-la “significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada” (p. 33).

O autor destaca que a NdC abrange tanto questões internas da ciência, como as relativas aos métodos de produção do conhecimento científico, quanto externas, como a influência de elementos sociais, históricos, culturais, religiosos e políticos.

Acevedo-Díaz *et al.* (2007) apresentam a NdC como um “metaconhecimento¹ sobre a ciência que decorre das reflexões interdisciplinares feitas a partir da filosofia, história e sociologia da ciência por especialistas dessas disciplinas e, também, por alguns ilustres cientistas” (p. 43-44). Dessa forma, o autor indica que a NdC reflete não apenas os métodos de validação do conhecimento científico, mas a própria natureza da comunidade científica, os valores envolvidos na ciência, a sua relação com a tecnologia e com a sociedade, bem como a própria relação da sociedade com o sistema tecnocientífico.

Nesse contexto, Vázquez, Acevedo e Manassero (2004) identificam duas posições frente ao conceito de NdC: uma que a reduz à epistemologia da ciência, especialmente com os valores e características filosóficas inerentes ao conhecimento científico; e outra que abrange um conceito mais amplo, que a considera um metaconhecimento de diversas áreas, como a filosofia, a epistemologia e a sociologia.

Podemos, então, dizer que tal conceito é dialético e complexo, por isso é compreensível que seja difícil defini-lo com precisão. O que não impede que estabeleçamos a forma como esta tese irá conduzir esse conceito, com base no que acreditamos ser essencial para que os estudantes tenham uma formação consciente para a tomada de decisões sociocientíficas.

Trataremos então por *Natureza da Ciência* os conhecimentos sobre os métodos de validação do conhecimento científico, os valores envolvidos nas atividades da ciência, as relações com a tecnologia, considerações sobre a comunidade científica, as relações da sociedade, etc. Não se trata de um sinônimo para a filosofia da ciência, mas de um domínio híbrido (MCCOMAS; OLSON, 2002), um metaconhecimento formado por reflexões interdisciplinares feitas a partir da filosofia, história e sociologia da ciência por especialistas dessas disciplinas e, também, por cientistas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007).

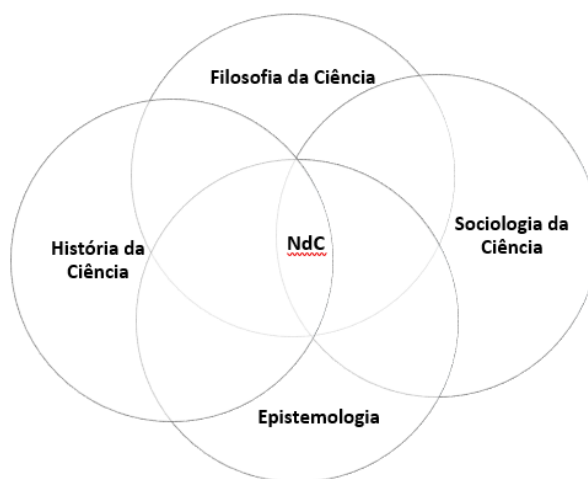
Com base na proposta feita por McComas e Olson (2002), nas considerações Acevedo-Díaz *et al.* (2007) e na literatura da área, a Figura 1 representa como as diferentes disciplinas contribuem para a nossa compreensão da NdC.

Como a própria etimologia da palavra nos coloca, a epistemologia é o estudo do conhecimento. Segundo Nouvel (2013), ela se dedica ao estudo das origens e dos processos de construção da ciência, tendo como objeto de investigação a maneira pela qual o

¹ Com base nas colocações de Acevedo-Díaz *et al.* (2007), entendemos o metaconhecimento como reflexão sobre o processo de conhecimento. A NdC como um metaconhecimento, realiza a compreensão de várias áreas do conhecimento e reorganiza esse conhecimento criando novos conceitos, um conceito próprio por ela estudado, renovando a compreensão sobre a ciência.

conhecimento é adquirido, aderido ou rejeitado. As discussões deste estudo buscam “extrair regras bastante gerais e que se aplicam, para além das disciplinas particulares, à compreensão da atividade científica” (NOUVEL, 2013, p. 20), diferenciando-se da filosofia da ciência, que não discute o processo de construção do conhecimento científico de uma forma geral, mas domínios específicos do conhecimento e como delimitá-lo, como reflexões sobre o que é ciência, o que é Química, ou mais precisamente, um campo específico em determinado limite de tempo – como as reflexões sobre o modelo atômico de Dalton. Levando em consideração a classificação de Nouvel (2013), essa “forma de considerar a filosofia das ciências aparece assim, imediatamente, vinculada às bases da produção efetiva do cientista” (p. 21).

Figura 1 - Disciplinas que contribuem para a compreensão da natureza da ciência.



Fonte: adaptado de McComas e Olsen (2002, p. 50).

A sociologia da ciência compreende declarações relacionadas a quem são os cientistas, como e onde trabalham, como agem e produzem conhecimento, dentre outros aspectos ainda distantes dos manuais escolares (MCCOMAS; OLSEN, 2002; VIANNA; CARVALHO, 2001; MOTA *et al.*, 2017). Embora empreguem perspectivas teóricas diversas, os sociólogos tendem a utilizar a pesquisa de campo, o convívio direto com os cientistas e suas práticas (MATTEDI, 2007), o que permite um contato com o dia a dia do pesquisador, a descrição sistemática das formas como ele atua e a análise de seu comportamento, como um grupo social – a comunidade científica.

Por fim, a história da ciência, segundo Beltran *et al.* (2014, p. 17-18), é o estudo “das formas de elaboração, transformação e transmissão de antigos conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e a sociedade, [...] em diferentes épocas e culturas”. Assim, a história da ciência traz contribuições sobre a forma como a produção do conhecimento vem se modificando com o tempo. Portanto, não podemos dizer que existe uma única concepção em

relação à NdC, mas diferentes modos de compreendê-la de acordo com a época em que o próprio conhecimento científico é desenvolvido.

Considerar a NdC como sendo um campo formado pelo cruzamento entre conhecimentos filosóficos, sociológicos, epistemológicos e históricos, traz uma percepção mais ampla sobre ciência, sendo essa perspectiva que buscaremos abordar no processo de formação junto aos professores.

Vimos que o conceito de NdC é complexo e varia de acordo com os pesquisadores da área – mesmo que tenha um eixo comum. Se considerarmos as diferenças entre as obras dos epistemólogos da ciência – como Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Bachelard, etc. – veremos que as percepções sobre a NdC são tão tentativas e dinâmicas quanto o próprio conhecimento científico (LEDERMAN, 2007). Portanto, as formas de ver o processo de construção da ciência mudaram e continuarão mudando ao longo do tempo, de modo que qualquer representação da NdC tenderá a ser parcial e forçada a viver em concorrência com outras representações também tendenciosas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007).

Acevedo-Díaz *et al.* (2007) afirmam que essa complexidade e dinamicidade da NdC podem corresponder a um obstáculo para que ela se torne um conteúdo curricular na educação científica, indicando duas correntes de opinião existentes na literatura que contribuem de forma antagônica para a delimitação do que deve ser abordado em sala de aula:

- Uma posição de dissenso em relação à NdC em que se argumenta não ser possível chegar a acordos básicos sobre suas características, dificultando sua inserção no currículo científico.
- Uma posição de consenso em relação aos aspectos da NdC a serem compreendidos pelos estudantes, possibilitando sua inclusão no currículo de ciências de forma mais clara e objetiva.

A seguir, apresentaremos as principais contribuições de ambas as linhas de pensamento, que servirão de base para a construção da perspectiva que desejamos abordar nesta pesquisa.

1.1 Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos

Mesmo não havendo uma unanimidade sobre o que é a NdC, existe um consenso de que percepções que favorecem uma imagem estereotipada da Ciência – ligada à visão positivista – devem ser evitadas na Educação em Ciências, por contribuírem para a construção dessa imagem.

Gil-Pérez *et al.* (2001), por exemplo, expressam um conjunto de sete ideias que devem ser evitadas em relação à NdC, baseadas nessas percepções que se afastam do que se considera aceito como sendo a construção do conhecimento científico, promovendo uma imagem ingênua e estereotipada do seu processo de construção e do próprio cientista, sendo elas:

1. Visão empírico-indutivista e ateórica da ciência;
2. Rigidez do método científico;
3. Visão aproblemática e a-histórica;
4. Visão exclusivamente analítica e reducionista;
5. Percepção de ciência acumulativa e de crescimento linear;
6. Ciência individualista e elitista;
7. Visão socialmente neutra da ciência.

Segundo os autores, essas imagens deformadas possibilitam a proposição de um contraponto de aspectos que possam contribuir para que as percepções sobre a Ciência não se tornem demasiadas simplificações ingênuas. Dessa forma, eles expressam cinco características fundamentais do trabalho científico, sendo elas:

1. Recusa de um único Método Científico;
2. Recusa do empirismo puro;
3. Importância do papel da investigação e do pensamento divergente;
4. Procura da coerência global;
5. Caráter social do desenvolvimento científico.

Essas proposições de Gil-Pérez e seus colaboradores vão ao encontro das apresentadas por Lederman *et al.* (2002). Conhecidas como *Lederman seven*, as características consensuais propostas por eles são:

1. Natureza empírica do conhecimento científico;
2. Diferença entre leis e teorias científicas;
3. Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico;
4. Embasamento teórico da natureza do conhecimento científico;
5. Caráter social e cultural do conhecimento científico;
6. Mito do Método Científico;
7. Natureza tentativa do conhecimento científico.

Lederman e seus colaboradores constituíram as principais contribuições nesse campo de estudo ao desenvolver o questionário *Views on the Nature of Science* (VNOS), que é amplamente utilizado para verificar as percepções de estudantes e professores sobre a NdC

nas pesquisas. Estes sete aspectos listados em suas pesquisas são passíveis de identificação por meio desse instrumento de análise, somado a entrevistas individuais com os sujeitos investigados, o que indica que conhecer a percepção da população sobre a NdC é essencial para buscar formas de abordá-la.

Já McComas e Olson (1998), por meio de um estudo transversal de oito documentos curriculares internacionais, reúnem os consensos sobre NdC de diferentes países, agrupando-os em quatro categorias e indicando quantas vezes cada aspecto característico apareceu em tais documentos:

- A categoria **filosofia da ciência** agrupa as seguintes declarações: o conhecimento científico muda com o tempo (em todos os documentos) e essa mudança geralmente é gradual (7 documentos); revoluções científicas como um agente adicional de mudança (5); o conhecimento é derivado (5); há observação e evidência experimental (5); ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos; a ciência é criativa; tem limitações inerentes à ela; e a ciência se baseia em evidências empíricas, argumentos lógicos e ceticismo.
- A **categoria sociologia** compreende declarações relacionadas a quem são os cientistas e como trabalham, como: a tomada de decisão ética dos cientistas (todos os documentos); novos conhecimentos devem ser relatados clara e abertamente pelos cientistas (6); a revisão por pares, a replicação e a manutenção de procedimentos precisam de registros.
- A **categoria psicologia** inclui declarações sobre as características dos cientistas, como: os cientistas geram conhecimento de maneira criativa (6); viés inerente que existe com qualquer observação (4); necessidade de os cientistas estarem abertos a novas ideias e de serem intelectualmente honestos.
- A categoria **história da ciência** se refere à ciência como uma tradição social (todos os documentos); ciência tem implicações globais (7); importante papel que a ciência teve no desenvolvimento da tecnologia (5); efeito que contextos sociais e históricos têm no desenvolvimento de ideias científicas (6).

Embora sejam considerações que revelam os consensos dos documentos analisados, McComas e Olson (1998) deixam claro que rejeitam “o impulso de criar uma nova declaração do conteúdo da NdC, listando os elementos que aparecem na maioria dos documentos” (p. 49). Porém, McComas, Clough e Almazroa (1998), com base nas principais coincidências no conteúdo dos documentos listados, sugerem 16 consensos sobre as características da NdC, listando-os na forma dos seguintes tópicos:

1. Embora durável, o conhecimento científico é provisório.
2. O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não completamente, baseado em observação, evidência empírica, argumentos racionais e ceticismo.
3. Não existe uma maneira única de fazer ciência; portanto, não existe método científico universal em estágios sucessivos.
4. A ciência é um esforço para explicar fenômenos naturais.
5. Leis e teorias desempenham papéis diferentes na ciência; as teorias não se tornam leis que acumulam mais evidências adicionais.
6. Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência.
7. Novos conhecimentos devem se comunicar de forma clara e aberta.
8. Os cientistas precisam ter registros precisos, passar por revisão por pares, informações verdadeiras e a possibilidade de replicar os resultados.
9. As observações científicas são carregadas de teoria.
10. Os cientistas são criativos.
11. A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário.
12. A ciência faz parte das tradições sociais e culturais.
13. Ciência e tecnologia interagem entre si.
14. As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social.
15. A ciência tem implicações globais.
16. Os cientistas tomam decisões éticas.

Essa lista de aspectos, apesar de unir características comuns que se repetiam nos documentos analisados por McComas e Olson *et al.* (1998) de forma a organizar melhor as ideias, acabam por descaracterizar a criação das categorias que indicam as áreas que contribuem para a compreensão da NdC como metaconhecimento.

Gil-Pérez *et al.* (2001), Lederman *et al.* (2002) e McComas *et al.* (1998) apresentam uma síntese de ideias largamente aceitas em relação à NdC que se aproximam de uma visão considerada mais adequada do fazer científico nos tempos atuais, e que passaram a ser conhecidas na pesquisa como *visão consensual* ou *consensus view*. Entretanto, as visões consensuais vêm sendo criticadas na literatura por apresentarem certo reducionismo sobre as características da NdC no ensino (DAGHER; ERDURAN, 2016; MATTHEWS, 2012; ALLCHIN, 2011; IRZIK; NOLA, 2011). De maneira geral, defende-se que não se pode generalizar esses aspectos devido às particularidades de cada área ou disciplina científica. Por tanto,

[...] é útil entender a NdC não como uma lista de condições necessárias e suficientes para que uma prática seja científica, mas como algo que, seguindo a terminologia de Wittgenstein, identifica uma 'semelhança familiar' de características que justificam diferentes empreendimentos, o qual chamamos de científico. (MATTHEWS, 2012, p. 04)

Matthews (2012) propõe a substituição do termo *Natureza da Ciência* por *Características da Ciência* (FOS – Features of Science), ressaltando que o termo não deve se resumir a uma lista de condições que definam ou limitem a ciência, mas apenas destacar alguns de seus aspectos constitutivos. A crítica está diretamente ligada às setes características da ciência apontadas por Lederman e seus colaboradores que, segundo Matthews (2012), não enfatizam de forma clara aspectos filosóficos e históricos que sejam úteis aos professores.

O autor reconhece que as listas consensuais possibilitam a inserção da NdC em sala de aula, porém, se preocupam que elas possam “funcionar como um mantra, como um catecismo, como mais uma coisa a ser aprendida” (p.11) mesmo que esse não tenha sido o objetivo de seus idealizadores (MATTHEWS, 2012).

Matthews (2012) destaca várias possibilidades de ampliação da lista de características de Lederman *et al.* (2002) considerando maiores contribuições da filosofia da ciência. Ele amplia os sete itens listados para 18 – descritos a seguir –, deixando claro que “essa lista estendida das FOS pode simplesmente ser estendida para incluir qualquer número de outros recursos importantes e interessantes da ciência” (MATTHEWS, 2012, p. 20):

8. Experimentação
9. Idealização
10. Modelos
11. Valores e questões sociocientíficas
12. Matematização
13. Tecnologia
14. Explicação
15. Visões de mundo e religião
16. Escolha da teoria e racionalidade
17. Feminismo
18. Realismo e construtivismo

Também propondo uma nova terminologia, Allchin (2011) caracteriza a NdC em termos de interpretação da confiabilidade, denominando-a de *Whole Science*. Inicialmente, o autor traça um método alternativo ao VNOS e abordagens semelhantes para avaliar conhecimentos sobre a NdC, baseado em estudos de caso científicos com base em notícias

contemporâneas e da história. Esses casos permitem a discussão de diversos aspectos sobre ciência de modo mais aprofundado, a fim de que os alunos compreendam como as evidências funcionam (ou não), contribuindo para a formação de cidadãos responsáveis e bem informados.

Avaliações da natureza e limites do conhecimento confiável são especialmente importantes para orientar as decisões e ajudar a planejar contingências. [...] O cidadão informado - o aluno maduro e com boa educação – será, então, capaz (pelo menos) de interagir com especialistas em tópicos sobre os quais ele talvez não conheça quase nada; reconhecer evidências relevantes, bem como apresentações de evidências falsas; apreciar os limites e os fundamentos de alegações científicas emergentes; e negociar através da incerteza científica. Ele/ela será um intérprete competente, ou "crítico" da ciência, mesmo que não seja um praticante da ciência. (ALLCHIN, 2011, p. 522)

Compreendendo que o ensino sobre a NdC deve ser orientado para a confiabilidade de informações em contextos da vida real, Allchin (2011) conclui que as listas de consenso são “deficientes” (p. 532), pois, além de incluírem itens que não considera relevante para a alfabetização científica funcional (como a diferença entre lei e teoria), ela também omite muitos outros que o autor acredita ser importante, como “o papel significativo da credibilidade, por exemplo (mesmo entre os cientistas), raramente aparece” (p. 524).

Em sua proposta, Allchin (2011) sugere que notícias científicas podem conter informações importantes sobre a NdC, sendo necessário identificar e catalogar esses elementos. Com base em um dos estudos de caso apresentado na pesquisa, o autor lista essas características em uma tabela, na página 525, que chama de *dimensões de confiabilidade na ciência*, que contém os itens:

1. Observação e raciocínio;
2. Métodos de investigação;
3. História e criatividade;
4. Contexto humano;
5. Cultura;
6. Interações sociais entre os cientistas;
7. Processo cognitivo;
8. Financiamento;
9. Instrumentação e prática experimental;
10. Comunicação e transmissão do conhecimento.

Cada uma dessas dimensões se desdobra em itens mais detalhados, que seriam as características que as descrevem. A dimensão *métodos de investigação*, por exemplo, apresenta como subitem os seguintes elementos: experimento controlado; estudos cegos e

duplo-cegos; análise estatística de erro; e replicação e tamanho da amostra. Essas foram as características detectadas nas notícias científicas usadas para o estudo de caso proposto por Allchin (2011), que foram agrupadas na dimensão mencionada. As demais dimensões citadas também possuem elementos específicos que as compõem.

Segundo o autor, “o inventário pode parecer longo e pesado, mas (diferentemente da lista de consenso) é unificado pelo tema da confiabilidade” (ALLCHIN, 2011, p. 524). Mesmo apresentando um maior detalhamento e incluindo uma série de fatores relativos à sociologia da ciência – que não aparecem de forma explícita em trabalhos como os de Gil-Pérez *et al.* (2001) e Lederman *et al.* (2002) –, as dimensões não deixam de ser uma lista com características da NdC retiradas desses textos, sendo necessário que aquele quem irá selecionar os materiais e conduzir a atividade – o professor – tenha conhecimento sobre tais características e consiga reconhecê-las nesses materiais.

Outra crítica às *listas de consensos* é apresentada por Irzik e Nola (2011), que, embora declarem não possuir objeções à elas, acreditam que a visão consensual apresenta deficiências e fraquezas, dentre elas: retrata uma imagem limitada da ciência, por exemplo, não há menção aos objetivos da ciência ou regras metodológicas na ciência; manifesta uma imagem única da ciência, desconsiderando as especificidades das disciplinas científicas; carecem de unidade sistemática, uma vez que não deixam claro como itens controversos, como teoria e subjetividade, permanecem juntos.

A solução proposta pelos autores envolve a ideia de uma semelhança familiar, que “se baseia no fato de que os membros de uma família podem se parecer uns com os outros em alguns aspectos, mas não em outros” (IRZIK; NOLA, 2011, p. 594). Dessa forma, os autores propõem uma rede de características em que as ciências seriam discutidas em suas especificidades com base nas proximidades entre as diferentes disciplinas, a qual denominaram Abordagem por Semelhança Familiar (no inglês *Family Resemblance Approach* – *FRA*).

Inicialmente, foram descritas quatro categorias que “fornecem uma descrição estrutural da NdC: (1) atividades, (2) objetivos e valores, (3) metodologias e regras metodológicas e (4) produtos”. (IRZIK; NOLA, 2011, p. 596). Posteriormente, os autores introduziram as normas institucionais e valores sociais como um quinto componente, a dimensão socioinstitucional (IRZIK; NOLA, 2014), que inclui as categorias: (5) atividades profissionais, (6) ética científica, (7) certificação e disseminação social e (8) valores sociais.

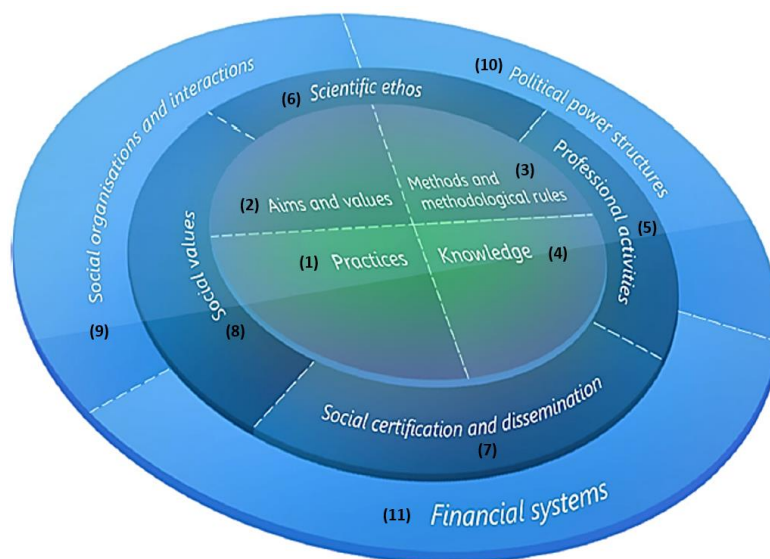
Dagher e Erduran (2016), com base nas ideias de Irzik e Nola (2014), propõem três novas categorias de semelhança familiar que consideram significativas para o currículo de

ciências: (9) organizações e interações sociais, (10) estruturas de poder político e (11) sistemas financeiros. Segundo os autores, elas “impactam o modo como a ciência é feita e abordam aspectos do trabalho científico que é influenciado por forças sociais e culturais, como observado no campo dos estudos científicos” (DAGHER; ERDURAN, 2016, p. 154).

Os autores representam essas ideias no que chamam de *FRA Wheel* – Roda/Círculo da Abordagem por Semelhança Familiar – que apresentamos, na Figura 2, descrevendo-a da seguinte forma:

A ciência como sistema cognitivo-epistêmico ocupa um espaço dividido em quatro quadrantes que acomodam suas quatro categorias. Esse círculo flutua dentro de um maior concêntrico também dividido em quatro quadrantes, pertencentes aos quatro componentes da ciência como sistema social-institucional. Por sua vez, isso é cercado por um círculo externo que inclui os três componentes adicionais. A localização das três novas categorias no círculo externo reflete simplesmente o papel das influências sociais no empreendimento científico, reforçando ainda mais que a ciência não está isolada da sociedade maior em que existe. Os limites entre os círculos e os compartimentos individuais da roda FRA são porosos, permitindo o movimento fluido entre seus componentes. Na realidade, esses componentes não são compartimentados, mas fluem naturalmente em todas as direções. (DAGHER; ERDURAN, 2016, p. 154-155).

Figura 2 - FRA Wheel: Representação da Ciência como um sistema cognitivo-epistêmico e social-institucional.²



Fonte: adaptado de Dagher e Erduran (2016, p. 155).

Segundo Dagher e Erduran (2016), a vantagem de utilizar a Abordagem por Semelhança Familiar é que ela possibilita que um conjunto de categorias abarque características comuns a todas as ciências. Isso acontece, pois, as diferentes disciplinas compartilham determinados pontos, mas não outros. Dessa forma, uma área (ou disciplina),

² Legenda: (1) atividades/práticas, (2) objetivos e valores, (3) metodologias e regras metodológicas, (4) produtos/conhecimento, (5) atividades profissionais, (6) ética científica, (7) certificação e disseminação social, (8) valores sociais, (9) organizações e interações sociais, (10) estruturas de poder político e (11) sistemas financeiros

por si só, não é suficiente para definir um domínio como sendo ou não científico. Além disso, os autores afirmam que essa abordagem possibilita a discussão de uma gama mais ampla de questões da NdC, viabilizando uma representação mais diversa da ciência, por apresentar, por exemplo, aspectos socioinstitucionais, podendo atingir estudantes que não necessariamente possuem interesse nas dimensões epistêmicas da ciência.

As preocupações dos autores com relação às listas consensuais são relevantes para refletirmos as formas como as características da NdC podem ser inseridas em sala de aula: como itens a serem decorados e assimilados pelos estudantes, em que tudo o que está na lista deva ser contemplado; ou como possibilidades de discussão em momentos apropriados dependendo dos objetivos do professor, das estratégias utilizadas ou dos temas abordados.

Independente desse fato, a substituição de uma nomenclatura para o termo NdC, como proposto por Allchin (2011) e Matthews (2012), não é suficiente para esclarecer os conceitos por trás do termo. Tampouco a ampliação das características a serem inseridas nas discussões sobre NdC irão sanar a complexidade e dinamismo envolvidos nesse empreendimento. Se olharmos para a “lista de consensos” como algo que vai além de uma lista que deva ser seguida ou que reflita exatamente a forma como a Ciência vem sendo construída poderemos compreender que ela ainda tem muito a oferecer para o professor, que muitas vezes, não tem conhecimento sobre a área. Acreditamos que a vantagem de se considerar que há um consenso mínimo a ter em conta ao abordar a NdC no contexto escolar voltado para as Ciências da Natureza é que eles apresentam um caminho mais claro aos professores sobre: o que é importante considerar no planejamento das situações de aprendizagem, quais cuidados são necessários ao definir os recursos e estratégias a serem utilizados, como guiar as discussões em sala de aula de forma a propiciar uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência, etc.

Considerando as diferenças entre as obras de epistemólogos como Popper (1975), Kuhn (2013), Lakatos (1979) e Feyerabend (1977) fica claro que as percepções sobre a NdC são tão tentativas quanto o próprio conhecimento científico. Esses epistemólogos descrevem em suas obras diferentes características sobre a construção do conhecimento, que refletem formas diversas de ver e pensar sobre sua natureza, porém, todas elas defendem que a visão positivista da Ciência não corresponde à realidade da construção do conhecimento científico (KRUPCZAK; AIRES, 2018). Mesmo não existindo consenso sobre todos os aspectos da NdC – entre epistemólogos, filósofos, professores e pesquisadores da área – existem trabalhos bem conceituados na literatura que apresentam recomendações sobre o que deve ser evitado e o que deve ser incentivado no ensino de ciências.

Forato *et al.* (2011), por exemplo, enfatizam que a compreensão da ciência como uma atividade humana, desenvolvida em um contexto sociocultural e contextualizada com informações que vão além dos conteúdos disciplinares, são importantes para a formação de professores e alunos, possibilitando um conhecimento metodológico que pode servir como “antídoto à interpretação empírico-indutivista da Ciência”. (p. 32-33).

Reconhecer o papel dos processos do fazer científico é tão necessário quanto conhecer os produtos da ciência. Assim, Barbosa e Aires (2018) defendem a necessidade de compreender a ciência como um empreendimento social além de um empreendimento científico, em que o cientista, enquanto ser humano, está sujeito a “erros, usa a criatividade e a imaginação na formulação de hipóteses e é também influenciado por outros cientistas, outras ideias, já que não vive num mundo à parte.” (p. 118).

Os consensos e dissensos apresentados indicam que a NdC é complexa e mutável, assim como o empreendimento científico, acompanhando as mudanças pelas quais a própria sociedade passa. Portanto, é necessário considerar os aspectos históricos e sociais que contribuem para a construção do conhecimento científico. Com base nos estudos sobre a NdC e um extenso levantamento bibliográfico realizado em pesquisas da área, apresentamos a seguir considerações sobre a inserção da NdC em sala de aula, que subsidiaram a construção do curso de formação de professores.

1.2 Considerações para inserção da NdC em sala de aula

A inserção de discussões sobre a NdC em sala de aula é um aspecto de concordância nas pesquisas da área de Ensino de Ciências. Entretanto, a forma como isso deve ser feito – os objetivos a serem alcançados, as estratégias e os materiais a serem utilizados e as considerações sobre a avaliação da inserção de tais aspectos nas aulas – é algo que ainda precisa ser discutido, uma vez que não existe um currículo explícito que responda a questões que consideramos essenciais para a organização didática e implementação de conhecimentos sobre a NdC, tais como: O que devo ensinar? Como devo ensinar? Para que devo ensinar? O que e como avaliar?

Portanto, com base em um extenso estudo bibliográfico, apresentamos a seguir possíveis respostas a essas perguntas. As considerações abordadas nesta seção sobre a inserção da NdC em sala de aula se tornaram a base para a criação do curso de formação de professores.

1.2.1 Para que ensinar sobre a NdC?

Considerar os objetivos que se deseja alcançar ao abordar determinado conhecimento é essencial para definir a forma como ele será tratado. Quando falamos de inserir aspectos da NdC em sala de aula não é diferente. É importante que o professor tenha de forma clara *para que* o aluno deve ter contato com esse tipo de discussão, de forma a definir como irá conduzir sua abordagem, a fim de que o tema não seja apenas mais um item do currículo que precisa ser cumprido, dentre tantos outros. Dessa forma, trazemos considerações apresentadas nas pesquisas e nos documentos que legislam a educação brasileira, para indicar um caminho a ser considerado ao inserir a NdC em sala de aula.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, realizaram em 2019 a quinta edição da pesquisa sobre *Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil*³, com o objetivo de levantar informações sobre o interesse, o grau de informação, as atitudes e as visões que os brasileiros têm em relação à Ciência e à Tecnologia (C&T). Foram realizadas cerca de 2.200 entrevistas em todo o país, revelando que o perfil de interessados em relação à C&T foi de 61%, enquanto 38% dos entrevistados indicou não possuir interesse sobre tais assuntos.

O estudo também mostrou que a grande maioria (73%) dos brasileiros acredita que a C&T traz mais benefícios do que malefícios para a humanidade, sendo que, destes, 31% tem uma percepção ingênua de que a Ciência apresenta apenas benefícios para a sociedade. Padrão que vem se mantendo desde a última edição da pesquisa em 2015. A percepção sobre o cientista e seu trabalho também vem se mantendo: a de pessoas inteligentes que fazem coisas úteis à sociedade (41%) e a de pessoas comuns com treinamento especial (23%). Algumas descrições mais estereotipadas sobre cientistas, como a de pessoas excêntricas (5%), que trabalham muito sem ambição de riqueza (4%) e que se interessam por temas distantes da realidade da sociedade (8%), estão em queda.

Análises referentes às concepções sobre a ciência, a tecnologia e o trabalho científico também têm sido uma preocupação dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Ao investigar a percepção de estudantes da educação básica sobre quem é e o que faz o cientista, diversos trabalhos retratam a visão estereotipada do cientista maluco, de jaleco branco em um laboratório com seus vidrinhos coloridos, como podemos observar por meio das imagens dispostas no Quadro 1, a seguir.

³ Disponível em: <https://www.cgee.org.br/web/percepcao/home>. Acesso em 24 de setembro 2020.

Quadro 1 - Desenhos do cientista realizados por estudantes da Educação Básica.



Fonte: imagens (a), (b), (c) e (d) retiradas de Diniz e Oliveira (2014); imagens (e) e (f) retiradas de Machado e Bartholomei-Santos (2017); imagem (g) retirada de Reis *et al.* (2006); e imagens (h) e (i) retiradas de Serna-Rosell e Vilchez-Gonzalez (2018).

Embora essas imagens tenham sido desenhadas por estudantes, elas representam muito a percepção da sociedade, inclusive de professores, sobre o cientista. Em um extenso mapeamento das pesquisas na área de Educação em Ciências, Diniz e Rezende Junior (2019) verificaram que alunos e professores percebem a Ciência como um conhecimento neutro e acabado, construído segundo as regras de Método rígido, que cresce linearmente acumulando os acontecimentos bem-sucedidos. A ideia de que a Ciência solucionará os problemas da humanidade, baseada em uma percepção utilitarista, também está presente nas percepções dos sujeitos investigados. Além disso, a desumanização do cientista que acaba sendo percebido como um ser genial, que vive sozinho em seu laboratório, predominantemente do sexo masculino, também está muito presente nas ideias de alunos e de professores. Segundo o estudo dos autores, os principais influenciadores dessas ideias são a mídia de forma geral e os professores, por meio de sua prática, de sua própria percepção sobre a NdC e de um currículo

que priorize conceitos prontos e isolados, sem qualquer reflexão sobre os processos de produção envolvidos na Ciência.

Análises da evolução dos currículos de ciências mostram que eles evoluem, “em seus fins e, conseqüentemente, em seus conteúdos e em seus métodos”, junto da sociedade a qual fazem parte (POZO; CRESPO, 2009, p. 25). Atualmente, observamos que um currículo restrito à abordagem de conceitos científicos isolados, sem conexão com as diversas instâncias da sociedade – como os aspectos políticos, econômicos, éticos, culturais e ambientais – já não faz sentido (CAMPOS *et al.*, 2019). Ele deve ir além da compreensão dos conceitos científicos, para que o estudante possa compreender, interpretar e agir no seu cotidiano e na sociedade, participando de forma ativa e autônoma na resolução de problemas, perspectiva que se aproxima da visão de um Ensino de Ciências que deva promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos educandos.

Segundo Krasilchik (1996), o cidadão considerado alfabetizado científica e tecnologicamente precisa reconhecer o papel fundamental da ciência e da tecnologia na sociedade, o que vai além de conhecer os produtos da ciência, incluindo seu processo de construção e o seu papel como instituição social. Portanto, as questões sobre a NdC vêm sendo consideradas um dos elementos centrais dessa discussão, principalmente no sentido de contribuir para a humanização da Ciência e para a tomada de decisões tecnocientíficas dos estudantes, como indicam Sasseron e Carvalho (2011):

Com vista para a sala de aula, [...] esse eixo [compreensão da NdC] fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas sejam colocados em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão. (p. 75-76).

Segundo McComas *et al.* (1998), a falta de entendimento sobre a NdC é potencialmente prejudicial para a sociedade, especialmente naquelas em que os cidadãos têm voz nas decisões de financiamento da ciência. Tomar decisões baseadas em evidências científicas, avaliar questões políticas, ter alguma atitude frente a um determinado problema, são apenas alguns exemplos que conhecimentos sobre a ciência podem influenciar, evitando (ou amenizando) a tomada de decisões precipitadas ou sem fundamentos.

Segundo Driver *et al.* (1996), compreender aspectos da NdC pode auxiliar as pessoas a consumirem de forma consciente as informações científicas, a entenderem as questões sociocientíficas, a participarem dos processos de tomada de decisão e a apreciarem a ciência como parte da cultura contemporânea. Em consonância, Krupczak e Aires (2018) afirmam

que, em sociedades desenvolvidas científica e tecnologicamente, o cidadão só consegue exercer a democracia se compreender o que ocorre no meio onde vive.

Isso indica que a NdC vem se tornando aspecto essencial do currículo de ciências (GARCÍA-CARMONA *et al.*, 2012; VÁZQUEZ-ALONSO, *et al.*, 2007). Os documentos oficiais que legislam a estrutura do currículo brasileiro apresentam esses aspectos como essenciais para a formação integral⁴ do estudante do Ensino Médio (EM).

A atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) apresenta, no artigo 5º, como princípios específicos de orientação para o EM:

- I – formação integral do estudante, expressa por valores, aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais;
- II – projeto de vida como estratégia de reflexão sobre trajetória escolar na construção das dimensões pessoal, cidadã e profissional do estudante;
- III – pesquisa como prática pedagógica para inovação, criação e construção de novos conhecimentos;
- IV – respeito aos direitos humanos como direito universal;
- V – compreensão da diversidade e realidade dos sujeitos, das formas de produção e de trabalho e das culturas;
- VI – sustentabilidade ambiental;
- VII – diversificação da oferta de forma a possibilitar múltiplas trajetórias por parte dos estudantes e a articulação dos saberes com o contexto histórico, econômico, social, científico, ambiental, cultural local e do mundo do trabalho;
- VIII – indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos protagonistas do processo educativo;
- IX – indissociabilidade entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem. (BRASIL, 2018b).

Esses princípios demonstram que, mais do que aprender o conteúdo, é preciso que o estudante tome decisões para agir sobre sua própria vida e sobre a sociedade. O inciso VIII, do artigo 6º, relaciona ainda a diversificação dos saberes e suas relações com o contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural, com a contextualização do conteúdo em diferentes situações, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura, trazendo o que se compreende por cada um desses termos:

- a) o trabalho é conceituado na sua perspectiva ontológica de transformação da natureza, ampliada como impulsionador do desenvolvimento cognitivo, como realização inerente ao ser humano e como mediação no processo de produção da sua existência;

⁴ O inciso I, do artigo 6º da Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018, que atualiza as DCNEM, define formação integral como: “o desenvolvimento intencional dos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais do estudante por meio de processos educativos significativos que promovam a autonomia, o comportamento cidadão e o protagonismo na construção de seu projeto de vida” (BRASIL, 2018b).

b) a ciência é conceituada como o conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade;

c) a tecnologia é conceituada como a transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida;

d) a cultura é conceituada como o processo de produção de expressões materiais, símbolos, representações e significados que correspondem a valores éticos, políticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade. (BRASIL, 2018b).

Embora os termos ciência e tecnologia sejam de difícil definição devido às suas relações e à própria natureza de cada um, a caracterização desses termos nesse documento demonstra, mesmo que de forma implícita, que aspectos relacionados à NdC são relevantes para que os estudantes tenham uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a ciência e a tecnologia, levando em consideração as reflexões sobre a produção histórica e social desses conhecimentos, as relações entre eles e a sociedade, suas formas de produção, etc.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁵ apresenta de forma mais explícita a necessidade de se discutir aspectos da NdC no ensino, ao destacar que

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias [...] Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na **aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos**, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua **capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais**. (BRASIL, 2018a, p. 472, grifo nosso).

Desse modo, o documento reconhece que os aspectos da NdC são essenciais para a formação dos estudantes e que “aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais”, sendo necessário o contato com a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos” (BRASIL, 2018a, p. 547). Isso não significa que devemos negligenciar os conteúdos conceituais, mas que devemos buscar uma educação que contemple tanto os conteúdos de ciência quanto os sobre Ciência e pela Ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

O Currículo Paulista, alinhado à BNCC, aponta que os estudos proporcionados pela área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem possibilitar

[...] que o estudante seja capaz de analisar, compreender e interpretar o mundo de forma contextualizada e, necessário, também transformá-lo com base nos aportes

⁵ “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...]” (BRASIL, 2018a, p. 7), garantindo a formação geral básica por meio de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes.

teóricos e processuais. Além disso, que possua maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia, essencialmente àqueles aplicados à vida pessoal e coletiva. (SÃO PAULO, 2020, p. 135)

A contextualização, segundo o Currículo Paulista, deve ir além de uma relação dada apenas pelo contexto imediato do aluno, abrangendo conhecimentos que proporcionem ao estudante a capacidade de refletir e agir de maneira efetiva e autônoma perante sua realidade, extrapolando seus conhecimentos para outras situações mais complexas (SÃO PAULO, 2020, p. 134-135).

Dessa forma, observamos que os documentos que regem oficialmente o Ensino de Ciências indicam ser necessário que os estudantes possam ser protagonistas conscientes do mundo ao seu redor. Portanto, possibilitar a discussão de aspectos da NdC em sala de aula, de modo articulado aos conhecimentos específicos da área, é uma forma de contextualizar as diversas dimensões que compõem o conhecimento sobre a NdC (consideradas nesta tese as dimensões históricas, filosóficas, sociológicas e epistemológicas, conforme Figura 1, p. 06), possibilitando aos estudantes a tomada decisões e contribuindo para que eles participem de debates sociais, em que o grupo científico corresponde a uma das vozes da sociedade (MOURA, 2014; GALVÃO *et al.*, 2011).

Como assinalam Hicks e Holden (1995), se o estudante deve se tornar cidadão responsável, é preciso que sejam abordadas situações em que ele analise problemas globais – e não apenas do seu cotidiano – que caracterizam situações de emergência planetária e considerar sua posição e possíveis soluções referente à elas.

Já em 1983, Miller apresentava uma clara relação entre o nível de alfabetização científica da população e as possibilidades de participação em decisões relacionadas com políticas científicas e ambientais, como condição necessária para uma sociedade democrática. Carvalho (2001) também mostra essa preocupação, uma vez que há

[...] aproximadamente vinte cinco anos que as preocupações sobre o conhecimento público de vários tópicos sobre política científica começaram a emergir. Grupos ambientalistas, por exemplo, perceberam que um nível mínimo de conhecimento científico era necessário para os indivíduos acompanharem os debates sobre poluição do meio ambiente. Além disso, o grande número de plebiscitos sobre tópicos tais como energia nuclear, gerou apreensão nos meios científicos sobre a possibilidade do público em compreender questões desta natureza e fazer julgamentos bem informados. (CARVALHO, 2001, p. 141)

Podemos afirmar que a preocupação apontada pelo autor está presente na sociedade. A esse respeito citamos as catástrofes anunciadas, como a mancha de óleo que poluiu mais de

2.000 km do litoral no Nordeste brasileiro⁶ e o vazamento de petróleo no Lago de Maracaibo⁷, na Venezuela, dentre outras situações ambientais que se apresentam como “acidentes”. Somamos os recentes acontecimentos relacionados à pandemia da COVID-19, que geraram um turbilhão de notícias que circularam na internet como “cientificamente corretas” gerando caos e fazendo com que milhares de pessoas se automedicassem ou tomassem medidas preventivas incorretas com base em *Fake News*⁸.

Cada vez mais se justifica a recomendação de autores como Miller (1983), Driver *et al.* (1996), Praia *et al.* (2007) e Krupczak e Aires (2018), de que sejam desenvolvidos esforços para que a ciência seja apresentada como um processo compreensível ao ser humano, que por ele pode ser controlado. Para isso, seja na sala de aula ou na mídia, essas informações devem ser expressadas em uma linguagem acessível,

[...] para não se ver recusada com o argumento de que problemas como a mudança climática ou a manipulação genética são de uma grande complexidade. Naturalmente, são necessários estudos científicos rigorosos, mas tão pouco eles, por si sós, bastam para adoptar decisões adequadas, dado que, por vezes, a dificuldade não está na falta de conhecimentos, mas na ausência de um planeamento global que avalie os riscos e contemple as possíveis consequências a médio e a longo prazo. (PRAIA *et al.*, 2007, p. 144-145)

Ressaltamos que os conhecimentos científicos são importantes para que os estudantes tenham embasamento teórico para fortalecer seus argumentos em situações que podem encontrar na escola e na vida. Porém, vimos que é necessário ir além do conteúdo pelo conteúdo. Ter acesso às formas como esse conhecimento vem se desenvolvendo e como ele afeta a sociedade e por ela é afetado é fundamental para a formação de cidadãos críticos⁹ que participarão da tomada de decisões (PRAIA *et al.*, 2007).

Levando em consideração essas reflexões buscamos, por meio de uma resposta para pergunta *para quê ensinar*, apontar alguns caminhos que nos auxiliam no direcionamento das abordagens de aspectos da NdC em sala de aula, contribuindo, assim, para o processo de

⁶ Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/09/26/manchas-de-oleo-nas-praias-do-nordeste-ja-atingem-99-locais-ibama-diz-que-elas-tem-a-mesma-origem-e-nao-sao-do-brasil.ghtml>>. Acesso em 18 nov. 2019.

⁷ Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/03/lago-de-maracaibo-na-venezuela-sofre-com-vazamento-de-petroleo.ghtml>>. Acesso em 18 nov. 2019.

⁸ Disponível em : < <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v13i2.COVID-19.35978>>. Acesso em 28 ago. 2020.

⁹ Quando optamos por explicitar a formação crítica dos estudantes neste trabalho, adotamos uma perspectiva de que a educação científica crítica está voltada para a cidadania (CAMPOS *et al.* 2019). Proporcionando aos estudantes situações formativas que possibilitem a observação, a análise, a reflexão, o questionamento e a explicação dos fenômenos naturais – de forma contextualizada a aspectos políticos, econômicos, éticos, culturais e ambientais – para que possam construir os conhecimentos necessários à interpretação, ao entendimento e à crítica do desenvolvimento científico e tecnológico (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007).

construção do curso de formação de professores. Ao ensinar, no sentido de discutir/refletir sobre a NdC em sala de aula é necessário para que os estudantes possam:

- Ter contato com uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade;
- Consumir de forma mais consciente as informações científicas;
- Refletir sobre problemas e acontecimentos cotidianos;
- Participar de discussões sociocientíficas de forma a tomar decisões mais informadas;
- Ter contato com reflexões mais humanizadas da Ciência e do cientista e, consequentemente, adquirir uma imagem menos estereotipada.

1.2.2 O que ensinar sobre a NdC?

A revisão dos principais estudos sobre a NdC, apresentada neste trabalho, nos permite verificar a existência de uma série de interpretações: das mais restritas, nas quais a NdC se refere estritamente a questões epistemológicas da ciência, às mais amplas, que somam à estas questões as relações mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade, a sociologia interna e externa da ciência, as atitudes em relação à ciência escolar, etc. Nosso objetivo aqui não é enfatizar uma listagem ou forma de abordar a NdC em relação à outra, mas fornecer informações que auxiliem os professores em formação a realizar escolhas para abordagem em sala de aula de modo a contribuir para a formação do estudante, levando em consideração os argumentos do *para quê* ensinar sobre a NdC.

Tendo em conta todas as perspectivas sobre a NdC expressas no levantamento realizado, verificamos que elas possuem aspectos semelhantes aos descritos por Aikenhead e Ryan (1992) ao apresentarem o esquema conceitual do VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*, Visões sobre a Ciência-Tecnologia-Sociedade), baseado em aspectos epistemológicos, sociais e tecnológicos da ciência, definido pelo domínio do conteúdo de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). O esboço dos conceitos abordados no VOSTS é apresentado no Quadro 2.

Observando o esquema dos conceitos apresentados por Aikenhead e Ryan (1992), vemos que o currículo CTS inclui aspectos relativos: à ciência e à tecnologia; a estudos políticos de ciência, vinculados às questões sociais externas à comunidade científica (éticas, militares, industriais, relacionadas a financiamentos, etc.); às questões internas à comunidade científica (motivação, ideologia, interações sociais, gênero, etc.); e, por fim, à epistemologia e filosofia. De forma geral, ele aborda todos os aspectos já apontados nos estudos sobre a NdC, além de novas relações entre esses conceitos.

Quadro 2 - Esquema conceitual do VOSTS.

Dimensão	Seção	Tópico
Definições de ciência e tecnologia e suas relações	1. Ciência e Tecnologia	01. Definição de ciência (por exemplo, instrumentalismo, satisfação de curiosidade, empreendimento social). 02. Definição de tecnologia (por exemplo, fins sociais e humanos; componentes socioeconômicos e culturais). 03. Definição de pesquisa e desenvolvimento (P&D). 04. Interdependência entre ciência e tecnologia (por exemplo, rejeição de que a tecnologia é ciência simplesmente aplicada).
Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia	01. Governo (por exemplo, controle sobre financiamento, políticas e atividades científicas; influência da política). 02. Indústria (por exemplo, controle corporativo ditado por lucros). 03. Militar (por exemplo, utilização de recursos humanos científicos). 04. Ética (por exemplo, influência no programa de pesquisa). 05. Instituições de ensino (por exemplo, ensino obrigatório de ciências). 06. Grupos de interesse especial (por exemplo, sociedades de saúde; grupos não-governamentais e não-industriais). 07. Influência pública em cientistas (por exemplo, educação, interações sociais).
	3. Influência triádica Ciência-Tecnologia-Sociedade	01. Interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.
	4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas/tecnólogos (por exemplo, comunicação com o público, preocupação e responsabilidade pelos riscos e poluição). 02. Contribuição para decisões sociais (por exemplo, decisão tecnocrática x decisão democrática, decisões morais e legais, testemunhos de especialistas, lobby por fundos). 03. Criação de problemas sociais (por exemplo, trocas entre consequências positivas e negativas, competição por fundos). 04. Resolução de problemas sociais e práticos (por exemplo, correção tecnológica; problemas cotidianos). 05. Contribuição para o bem-estar econômico (por exemplo, riqueza e emprego). 06. Contribuição para o poder militar. 07. Contribuição para o pensamento social (por exemplo, léxico, metáforas).
	5. Influência da ciência escolar na sociedade	01. Ponte entre as duas culturas de C. P. Snow. 02. Empoderamento social (por exemplo, decisões do consumidor). 03. Caracterização escolar da ciência.

Dimensão	Seção	Tópico
Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas. 02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa (por exemplo, mente aberta, lógica, honestidade, objetividade, ceticismo, suspensão da crença; assim como os valores opostos: mente fechada, subjetividade etc.). 03. Ideologias de cientistas (por exemplo, visões religiosas). 04. Habilidades necessárias para fazer ciência (por exemplo, compromisso, paciência). 05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência. 06. Sub-representação de mulheres.
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência (por exemplo, lealdade à equipe de pesquisa e ao empregador). 02. Decisões científicas (por exemplo, discordâncias entre cientistas, tomada de consenso). 03. Comunicação profissional entre cientistas (por exemplo, revisão por pares, periódicos, conferências de imprensa). 04. Interação profissional em face da concorrência (por exemplo, política, sigilo, plágio). 05. Interações sociais. 06. Influência do indivíduo no conhecimento científico. 07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica. 08. Ciência privada <i>versus</i> ciência pública.
	8. Construção social da tecnologia	01. Decisões tecnológicas. 02. Tecnologia autônoma (por exemplo, imperativo tecnológico).
Epistemologia	9. Natureza do conhecimento científico	01. Natureza das observações (por exemplo, carga de teoria, limite de percepção). 02. Natureza dos modelos científicos. 03. Natureza dos esquemas de classificação. 04. O conhecimento científico baseado em tentativa. 05. Hipóteses, teorias e leis (por exemplo, definição, papel das suposições, critérios para crença). 06. Abordagem científica das investigações (por exemplo, não linearidade, rejeição de procedimento, "o método científico" como um estilo de escrita). 07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico (por exemplo, raciocínio probabilístico). 08. Raciocínio lógico (por exemplo, problemas de causa/efeito, epidemiologia e etiologia). 09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência (por exemplo, uniformização). 10. Status epistemológico do conhecimento científico (por exemplo, ontologia como suposição, questionando o positivismo lógico). 11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas.

Fonte: traduzido e adaptado de Aikenhead e Ryan (1992).

Ao falarmos da sociologia interna da ciência no contexto CTS, por exemplo, temos a seção sete (Quadro 2) que aborda a **construção social do conhecimento científico**.

Aikenhead e Ryan (1992) apontam vários tópicos que contribuem para essa visão de que o conhecimento científico também é uma construção social, como a coletivização da ciência, a comunicação profissional entre os cientistas, a interação profissional em face da concorrência, etc. Tomemos como exemplo o tópico 06 da seção sete, que se refere à **influência do indivíduo no conhecimento científico**. Ao relacionarmos esse tema específico com os aspectos da NdC levantados nesta pesquisa, podemos observar várias semelhanças tanto com autores que defendem os aspectos consensuais quanto os que falam sobre os dissensos. Vejamos:

Essa relação entre os conceitos CTS, apresentada no Quadro 2, e os aspectos sobre a NdC previamente expostos nesta revisão foi realizada para todos os tópicos do VOSTS. Ao efetuarmos a leitura e a análise de cada um dos itens do questionário (seu enunciado e todas as alternativas apresentadas como possíveis respostas), relacionamos as situações descritas com o que os autores estudados indicam como aspectos da NdC, categorizando-os de acordo com os tópicos das seções do VOSTS. Posteriormente, realizamos considerações para inserção em sala de aula com base nas compreensões obtidas por meio da análise realizada. O resultado desse processo por ser observado no Quadro 3.

Os tópicos presentes no questionário VOSTS envolvem os principais aspectos da NdC descritos pelas principais referências da área, de forma a contextualizar as relações da ciência com a sociedade ou com a tecnologia, que muitas vezes se encontram ausentes quando as discussões sobre a NdC são restringidas apenas às epistemológicas. Os itens do formulário são carregados de um conteúdo humanístico (AIKENHEAD, 2003), podendo ir além do teste de percepções sobre a NdC. Suas informações podem guiar professores que ainda não têm familiaridade com a área nos momentos de abordar esses aspectos com seus alunos.

O principal propósito do enfoque CTS na educação é o de promover a ACT, capacitando os estudantes para a compreensão da ciência de forma que possam tomar decisões e resolver problemas relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade (MANSOUR, 2009; AIKENHEAD, 1988; YAGER, 1992). Na perspectiva CTS, a ciência e a tecnologia influenciam e são influenciadas pela sociedade no seu processo de construção e, para a compreensão desse processo, se faz necessário o estabelecimento de articulações que envolvem aspectos da NdC. Segundo Santos (2001), a educação CTS possui como principais características: proporcionar meios para os estudantes realizarem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade; proporcionar perspectiva mais realista sobre a história e a natureza da ciência; promover uma ciência mais acessível e atraente; e preparar o jovem para exercer seu papel de cidadão numa sociedade democrática.

Quadro 3 - Relação entre os conceitos CTS presentes no VOSTS, as características sobre a NdC descritas pelos autores nas pesquisas e as considerações para a sala de aula.

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	• A ciência tem implicações globais (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • A ciência é um esforço para explicar fenômenos naturais. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Procura da coerência global (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Objetivos e valores (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Práticas/atividades (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Conhecimento/produto (DAGHER; ERDURAN, 2016)	As Ciências da Natureza buscam estudar e explicar os fenômenos naturais, buscando a coerência global. Seus conhecimentos e produtos também influenciam a sociedade e mundo em que vivemos. Como ela é produzida por pessoas, em um ambiente histórico-cultural, os objetivos, valores e atividades desenvolvidas pelos cientistas são parte essencial deste conhecimento.
		02. Definição de tecnologia	• Ciência e tecnologia interagem entre si (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Tecnologia (MATTHEWS, 2012)	A tecnologia é um modo específico de conhecimento e não uma mera extensão da ciência, pura ou aplicada. Cada um possui sua dinâmica de construção, porém, interagem entre si, contribuindo uma com a outra (a Ciência no desenvolvimento de novas Tecnologias e a Tecnologia na construção da Ciência).
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	• Ciência e tecnologia interagem entre si (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Tecnologia (MATTHEWS, 2012)	
Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia	01. Governo	• Financiamento (ALLCHIN, 2011) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Sistema financeiro (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Organizações e interações sociais (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Estruturas de poder político (DAGHER; ERDURAN, 2016)	A sociedade influencia a Ciência e a Tecnologia, pois, o financiamento de pesquisas está diretamente relacionado ao interesse dos grupos que a compõe (governo, indústria, militares, ambientalistas, organizações religiosas e estudantis, população de forma geral, etc.). Portanto, a divulgação científica é essencial para o apoio desses grupos e, conseqüentemente, para maior suporte e financiamento do desenvolvimento científico e tecnológico. Como existem interesses por trás da demanda social, os cientistas precisam tomar decisões éticas, entretanto, os interesses humanos podem sobressair em suas decisões. Por isso, a Ciência e a Tecnologia não são consideradas atividades socialmente neutras, dependendo dos interesses da sociedade e daqueles que detêm o poder de financiamento das pesquisas.
		02. Indústria	• Financiamento (ALLCHIN, 2011) • Sistema financeiro (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		03. Militar	• Os cientistas tomam decisões éticas (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Contexto humano (ALLCHIN, 2011) • Ethos científico (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		04. Ética	• Os cientistas tomam decisões éticas (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Visões de mundo e religião (MATTHEWS, 2012)	
		05. Instituições de ensino	• Novos conhecimentos devem se comunicar de forma clara e aberta (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Certificação e disseminação social (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		06. Grupos de interesse especial	• Valores sociais (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Sistema financeiro (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Organizações e interações sociais (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		07. Influência pública em cientistas	• Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
	4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	• Novos conhecimentos devem se comunicar de forma clara e aberta (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Ethos científico (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Valores e questões sociocientíficas (MATTHEWS, 2012) • Comunicação e transmissão do conhecimento (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Valores sociais (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Certificação e disseminação social (DAGHER; ERDURAN, 2016)	A Ciência e a Tecnologia influenciam a sociedade, portanto, cientistas e tecnólogos são responsáveis pelos conhecimentos e produtos decorrente de seu trabalho e pela divulgação clara e aberta dos mesmos para a sociedade. Entretanto, os cientistas são seres humanos que podem controlar os dados a serem divulgados a fim de buscar maior credibilidade.
		02. Contribuição para decisões sociais	• Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Ethos científico (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Valores e questões sociocientíficas (MATTHEWS, 2012)	Os conhecimentos científicos e tecnológicos, produzidos pelos grupos de pesquisa podem contribuir para a tomada de decisões sociais, para amenizar problemas sociais, ambientais, econômicos, etc. Porém, esses mesmos conhecimentos podem gerar outros problemas na sociedade, inclusive aumentando a desigualdade social, a poluição, as guerras, etc.
		03. Criação de problemas sociais	• Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Financiamento (ALLCHIN, 2011) • Ethos científico (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Valores e questões sociocientíficas (MATTHEWS, 2012)	
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	• Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Caráter social e cultural do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Contexto humano (ALLCHIN, 2011) • Comunicação e transmissão do conhecimento (ALLCHIN, 2011) • Atividades profissionais (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Valores e questões sociocientíficas (MATTHEWS, 2012) • Escolha da teoria e racionalidade (MATTHEWS, 2012)	
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	• Visões de mundo e religião (MATTHEWS, 2012) • Sistema financeiro (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Tecnologia (MATTHEWS, 2012)	
		06. Contribuição para o poder militar	• Os cientistas tomam decisões éticas (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Ethos científico (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		07. Contribuição para o pensamento social	• Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Caráter social e cultural do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Certificação e disseminação social (DAGHER; ERDURAN, 2016) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas	- Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Contexto humano - Escolha da teoria e racionalidade (MATTHEWS, 2012)	Os cientistas são seres humanos comuns, que possuem vida social como todas as pessoas, que possuem valores, crenças, motivações, anseios, criatividade, etc. Essas características pessoais também podem influenciar a forma como conduzem seu trabalho. Portanto, o conhecimento científico também é fruto dessas subjetividades.
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa	- Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) - Os cientistas são criativos (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) - Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Escolha da teoria e racionalidade (MATTHEWS, 2012) - História e criatividade (ALLCHIN, 2011)	
		03. Ideologias de cientistas	Visões de mundo e religião (MATTHEWS, 2012)	
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência	- Def. Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Interações sociais entre os cientistas (ALLCHIN, 2011) - Contexto humano (ALLCHIN, 2011)	Não existe uma característica específica que uma pessoa precisa ter para ser um cientista. Assim como em qualquer outra profissão que exija uma certificação, todos aqueles (independente do sexo ou gênero) que se dedicam a uma área de estudo das Ciências são cientistas.
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência	Feminismo (MATTHEWS, 2012)	
		06. Sub-representação de mulheres	- Feminismo (MATTHEWS, 2012) - Cultura (ALLCHIN, 2011)	
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência	- Contexto humano (ALLCHIN, 2011) - Interações sociais entre os cientistas (ALLCHIN, 2011)	A Ciência é uma atividade coletiva realizada por meio da interação entre pesquisadores que fazem parte de uma comunidade científica. Como o conhecimento científico se constrói por meio dessa comunidade, é imprescindível a comunicação entre os profissionais, sobre os passos realizados em suas pesquisas, os resultados obtidos, e as informações necessárias para que possam ser avaliados e validados pelos pares. É por meio dessa comunicação, que é possível tomar decisões científicas e compartilhar o conhecimento produzido na comunidade.
		02. Decisões científicas	- Os cientistas precisam ter registros precisos, passar por revisão por pares, informações verdadeiras e a possibilidade de replicar os resultados. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) - Os cientistas tomam decisões éticas (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) - Interações sociais entre os cientistas (ALLCHIN, 2011)	
		03. Comunicação profissional entre cientistas	- Os cientistas precisam ter registros precisos, passar por revisão por pares, informações verdadeiras e a possibilidade de replicar os resultados. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) - Novos conhecimentos devem se comunicar de forma clara e aberta. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) - Certificação e disseminação social (DAGHER; ERDURAN, 2016)	
		04. Interação profissional em face da concorrência	- Interações sociais entre os cientistas (ALLCHIN, 2011) - Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Sistema financeiro (DAGHER; ERDURAN, 2016)	As interações entre os cientistas são essenciais para o desenvolvimento científico, inclusive, no sentido de buscar mais apoio e suporte para as pesquisas de um determinado grupo, por meio do financiamento e da concorrência dos grupos de pesquisa.
		05. Interações sociais	- Contexto humano (ALLCHIN, 2011) - Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) - Interações sociais entre os cientistas (ALLCHIN, 2011)	

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico	• Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Caráter social e cultural do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • A ciência faz parte das tradições sociais e culturais (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Contexto humano; (ALLCHIN, 2011) • Cultura; (ALLCHIN, 2011) • As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • História e criatividade (ALLCHIN, 2011) • Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Caráter social do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Os cientistas são criativos (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Escolha da teoria e racionalidade (MATTHEWS, 2012)	Uma vez que o indivíduo influencia na construção do conhecimento, esse conhecimento passa a ser considerado social, histórico, cultural, criativo. As escolhas do cientista, por sua vez, podem ser influenciadas por esses fatores, não sendo socialmente neutra, livre das interferências de fatores externos, bem como de seus próprios valores.
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica	• As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998)	
		08. Ciência privada versus ciência pública	• Contexto humano (ALLCHIN, 2011) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	
Epistemologia	9. Natureza do conhecimento científico	01. Natureza das observações	• Def. Visão empírico-indutivista e ateórica da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não completamente, baseado em observação, evidência empírica, argumentos racionais e ceticismo (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • As observações científicas são carregadas de teoria (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Def. Visão aproblemática e a-histórica; (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Embora durável, o conhecimento científico é provisório. (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998)	O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não exclusivamente, baseado em observações, evidências empíricas e argumentos racionais. Além de sofrer influência da subjetividade do cientista e de fatores externos, as observações são orientadas por teorias. Portanto, o conhecimento científico pode sofrer mudanças significativas com base nas teorias que guiam o trabalho científico em uma determinada época.
		02. Natureza dos modelos científicos	• Modelos (MATTHEWS, 2012) • Matematização (MATTHEWS, 2012) • Explicação (MATTHEWS, 2012)	Com o intuito de explicar fenômenos naturais, a Ciência utiliza de modelos, analogias, matematizações e esquemas que buscam a

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
		03. Natureza dos esquemas de classificação	• A ciência é um esforço para explicar fenômenos naturais (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Idealização (MATTHEWS, 2012) • Observação e raciocínio (ALLCHIN, 2011) • Processo cognitivo; (ALLCHIN, 2011) • Def. Visão aproblemática e a-histórica; (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Procura da coerência global (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	coerência global das observações e/ou das hipóteses lançadas. Esses processos não descrevem a natureza como ela realmente é, mas buscam explicar da forma mais coerente possível seu funcionamento. Por isso, o conhecimento científico é considerado mutável pois, com o passar do tempo, novas explicações podem surgir para descrever um determinado fenômeno.
		04. Tentatividade do conhecimento científico	• Natureza tentativa do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Explicação (MATTHEWS, 2012) • Def. Visão aproblemática e a-histórica; (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Embora durável, o conhecimento científico é provisório (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • História e criatividade (ALLCHIN, 2011) • A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998)	
		05. Hipóteses, teorias e leis	• Diferença entre leis e teorias científicas (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Leis e teorias desempenham papéis diferentes na ciência; as teorias não se tornam leis que acumulam mais evidências adicionais (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • As observações científicas são carregadas de teoria (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Explicação (MATTHEWS, 2012) • A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Visões de mundo e religião (MATTHEWS, 2012) • Def. Visão exclusivamente analítica e reducionista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Procura da coerência global (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Def. Percepção de ciência acumulativa e de crescimento linear (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	As hipóteses, leis e teorias são guias da atividade científica. Com o tempo e as novas evidências científicas e tecnológicas, elas podem ser modificadas ou substituídas. Mesmo quando isso ocorre, elas podem ser usadas como exemplo de situações que contribuíram para a construção do conhecimento em determinada época, possibilitando novos olhares para determinado fenômeno, mas que não consegue mais explicá-lo devido às suas limitações.

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
		06. Abordagem científica das investigações	• Recusa do empirismo puro (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Importância do papel da investigação e do pensamento divergente (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Natureza empírica do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não completamente, baseado em observação, evidência empírica, argumentos racionais e ceticismo (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Experimentação (MATTHEWS, 2012) • Instrumentação e prática experimental (ALLCHIN, 2011) • Metodologias e regras metodológicas • Práticas/atividades • Def. Rigidez do método científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Recusa de um único Método Científico (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Mito do Método Científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Não existe uma maneira única de fazer ciência; portanto, não existe método científico universal em estágios sucessivos (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Def. Visão exclusivamente analítica e reducionista (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Def. Percepção de ciência acumulativa e de crescimento linear (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Def. Visão socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	Não existe uma maneira única de fazer ciência; portanto, não existe um método científico universal, com etapas rígidas e sucessivas a ser rigorosamente seguido. Mesmo que nas Ciências da Natureza predominem investigações empíricas, existem pesquisas baseadas em modelos teóricos, computacionais e matemáticos, por exemplo, que não podem ser observados ou verificados experimentalmente.
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico / tecnológico.	• Natureza tentativa do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Matematização (MATTHEWS, 2012)	O conhecimento científico busca raciocinar de maneira lógica com base nos dados provenientes dos estudos realizados pelos pesquisadores. Embora busque a precisão nas investigações, o conhecimento científico e tecnológico, pode ser considerado incerto, pois, depende de equipamentos e pessoas para obter e analisar dados, que podem se mostrar falhos, e se pauta por teorias e observações, que podem se modificar com o tempo de acordo com novas informações que surgem nesse processo.
		08. Raciocínio lógico.	• Recusa do empirismo puro (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Observação e raciocínio (ALLCHIN, 2011) • Processo cognitivo (ALLCHIN, 2011)	
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência	• Def. Visão empírico-indutivista e ateuca da ciência (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Não existe uma maneira única de fazer ciência; portanto, não existe método científico universal em estágios sucessivos (MCCOMAS <i>et al.</i> 1998) • Contexto humano (ALLCHIN, 2011) • Procura da coerência global (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	

Área	Dimensão	Tópico	Aspectos da NdC nas pesquisas	Considerações para a sala de aula
		10. Status epistemológico do conhecimento científico	• Embasamento teórico da natureza do conhecimento científico (LEDERMAN <i>et al.</i>, 2002) • Explicação (MATTHEWS, 2012) • Observação e raciocínio (ALLCHIN, 2011)	se dizer que os cientistas, de uma forma geral, buscam explicar fenômenos com base em suportes teóricos e metodológicos, procurando uma coerência global.
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas	• Importância do papel da investigação e do pensamento divergente (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001) • Procura da coerência global (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> 2001)	

Fonte: elaborado a partir de Aikenhead e Ryan (1992).

Para Aikenhead (2009), o movimento CTS foi originalmente inspirado no ambientalismo e na sociologia da ciência, centrando-se em valores e responsabilidade social. Posteriormente, uma estrutura conceitual para a abordagem CTS foi alcançada por meio da relação entre dois campos: “(1) as interações da ciência e dos cientistas com questões e instituições sociais *externas* à comunidade científica; e (2) as interações sociais dos cientistas e suas comunidades, valores epistêmicos e ontológicos *internos* à comunidade científica” (AIKENHEAD, 2009, p. 02, grifo do autor).

O enfoque CTS enfatiza a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, incluindo necessariamente a epistemologia da ciência e seu status como empreendimento social (AIKENHEAD, 1988). Dessa forma, a aprendizagem é voltada para o desenvolvimento de habilidades e investigações relevantes para o cotidiano da sociedade, porém, os conceitos tradicionais não são negligenciados, eles apenas possuem menos influência sobre o escopo e a sequência do currículo de ciências (AIKENHEAD, 1988).

Por possibilitar reflexões sobre a NdC, pesquisas apontam que o enfoque CTS pode orientar o ensino de ciências (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007) permitindo que os alunos compreendam de forma mais contextualizada aspectos sobre a NdC e incentivando professores a refletirem sobre o seu uso em sala de aula, de forma a planejar e implementar ações que possibilitem o desenvolvimento de conhecimentos, conceitos, teorias e habilidades de resolução de problemas (GATHONG; CHAMRAT, 2019; PEDRETTI; NAZIR, 2014).

Dessa forma, além de abranger os aspectos da NdC que se aproximam das ideias mais difundidas pelos especialistas da área, o enfoque CTS possibilita abordar a NdC em sala de aula de forma a articulá-la com os objetivos do *para que* de sua inserção. Quando consideramos a inserção da NdC em sala de aula como uma forma de ir além de uma mudança da percepção do estudante sobre a NdC, podemos tratá-la como uma forma de expandir a visão do aluno (e do professor), de contextualizar e humanizar a forma como ele compreende a Ciência e o cientista. As discussões deixam de estar em torno de um parâmetro do que seria mais ou menos correto. Elas apresentam subsídios para que os sujeitos reflitam como o conhecimento científico se relaciona com a sociedade, seja de forma implícita ou explícita, e como as discussões sobre a sua natureza podem auxiliá-los na tomada de decisões. Mas, para isso, é necessário que o “*para que ensinar*” e o “*o que ensinar*” estejam alinhados com o “*como ensinar*”.

1.2.3 Como ensinar sobre a NdC?

Segundo Cachapuz *et al.* (2002), a prática didático-pedagógica é o ponto de partida na formação de professores, especialmente quando falamos da formação continuada, sendo que a pesquisa educacional na área da didática é o eixo metodológico que busca inovações de novas estratégias para a sala de aula. Portanto, para que os professores possam escolher adequadamente e racionalmente materiais e estratégias de ensino e de aprendizagem, é importante que as conheçam, que possuam dados de investigação sobre a forma como funcionam em diferentes contextos e que saibam as potencialidades e limitações que possuem (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Da mesma forma, mais do que conhecer aspectos relacionados à NdC, é importante que os professores tenham acesso às estratégias e materiais que possam auxiliá-los a abordar a temática em sala de aula. Descrevemos a seguir uma série de pesquisas da área de Ensino de Ciências que evidenciam como a NdC tem sido apresentada, tanto na Educação Básica quanto na formação de professores, quais as abordagens utilizadas, quais os materiais e estratégias mais usados, bem como as potencialidades e limitações de cada um deles.

1.2.3.1 Abordagem implícita versus explícita da NdC segundo pesquisas da área de Ensino de Ciências

Em uma abrangente revisão de literatura, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) observaram que estudos utilizam duas abordagens gerais para discutir a temática na formação de professores, a abordagem implícita e a explícita.

Segundo os autores, a abordagem **implícita** sugere que a compreensão da NdC é resultado de estratégias que possibilitem o “fazer ciência”, por meio da instrução de habilidades em processos científicos, atividades de investigação científica e cursos de conteúdo científico. A abordagem **explícita** prevê a troca de conhecimento sobre a NdC, principalmente por meio de elementos da história e filosofia da ciência e da instrução voltada para a discussão de aspectos da NdC. Desse modo, “a diferença entre abordagens implícitas e explícitas reside na medida em que os alunos são ajudados a lidar com as ferramentas conceituais, neste caso aspectos específicos da NdC, o que lhes permitiria pensar e refletir sobre as atividades em que estão engajados” (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000, p. 1058).

Abd-El-Khalick e Lederman (2000) concluíram que a abordagem explícita e reflexiva possibilitava, em comparação à abordagem implícita, maior promoção de concepções consideradas “adequadas” sobre NdC entre os professores de ciências.

Ao compararem trabalhos que utilizaram abordagens implícitas e explícitas de forma quantitativa, Deng *et al.* (2011) verificaram que 88% dos estudos com abordagens explícitas

relataram melhorias estatisticamente significativas sobre a compreensão dos sujeitos com relação à NdC. Nos estudos que utilizaram a abordagem implícita, apenas 47% identificaram melhorias. Os três estudos que fizeram uma comparação entre ambas as abordagens indicaram mudanças favoráveis naqueles indivíduos que puderam participar de situações em que se utilizou a abordagem explícita, enquanto pouca ou nenhuma mudança foi observada naqueles participantes da abordagem implícita.

Lederman e Lederman (2019) ressaltam que a percepção do que seria uma abordagem explícita e reflexiva vem sendo deturpada na literatura, sendo apresentada como a enumeração de uma lista de características exposta pelo professor durante uma aula ou atividade. Os autores esclarecem que o ensino explícito sobre a NdC deve oportunizar momentos de reflexão entre os estudantes, mediados por meio de questões cuidadosamente elaboradas pelo professor, permitindo o debate de ideias.

O uso dessa abordagem é indicado por Acevedo (2009), Hodson (2008) e Vázquez-Alonso *et al.* (2014) como condição essencial para a eficácia do ensino sobre a NdC em sala de aula. Vázquez-Alonso *et al.* (2014) indicam que o tratamento intencional e claro dos aspectos específicos da NdC implica em planejar todos os seus elementos curriculares (objetivos, conteúdos, atividades, metodologia, avaliação).

Para a realização de atividades reflexivas sobre NdC pelos alunos, os autores apontam que esses devem ser os protagonistas nesse processo. Para isso, o professor deve planejar atividades cognitivas para reflexão sobre NdC que permitam, por exemplo, análise, argumentação, discussão, debate, conclusão, exploração, etc. (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2014).

1.2.3.2 Contexto para abordagem da NdC em aulas de ciências

Segundo García-Carmona *et al.* (2012), a NdC pode ser discutida no próprio conteúdo curricular escolar usual de ciências, de duas maneiras: integrada ao conteúdo curricular tradicional ou inserida como novo conteúdo do currículo, com seus próprios objetivos, conteúdos, atividades e critérios de avaliação. Em um levantamento realizado, os pesquisadores verificaram que investigações no contexto do currículo escolar habitual de ciências ainda são escassas, embora o fator fundamental para o sucesso do ensino de aspectos sobre a NdC seja a abordagem explícita e reflexiva.

Akerson e Donnelly (2010) verificaram que a integração explícita do conteúdo de NdC nos programas de ciências escolares melhora a visão dos alunos sobre questões como: a distinção entre observação e inferência, criatividade, transitoriedade, evidência empírica e subjetividade. Estudos como os de Leach *et al.* (2003), que utilizaram atividades específicas

com objetivo de abordar aspectos da NdC separadamente dos conteúdos curriculares, também alcançaram resultados significativos. Aikenhead (1979) desenvolveu e testou em campo um currículo intitulado "Science: A Way of Knowing" (Ciência: uma maneira de saber). Os principais objetivos do currículo eram fazer com que os alunos desenvolvessem: uma compreensão realista e não-mítica da natureza, dos processos e aspectos sociais da ciência; uma variedade de habilidades de investigação; e insights sobre a interação CTS. Além de melhor compreensão sobre aspectos da NdC, Aikenhead (1979) afirma que os estudantes se mostraram motivados por encontrar relações entre o que viam na escola e o seu cotidiano.

Ao comparar a eficácia de ambos os métodos, integração ou inserção, com estudantes do ensino médio, Khishfe e Lederman (2006, 2007) observaram que as percepções sobre a NdC dos alunos se aproximaram das consideradas mais adequadas independentemente do método utilizado. Segundo García-Carmona *et al.* (2012), isso sugere que a compreensão da NdC pode ser aprimorada introduzindo explicitamente seu conteúdo nos currículos escolares de ciências, mas que não é necessário optar por criar um momento específico para abordar a NdC ou integrá-la ao currículo que já é utilizado pelo professor. Ela pode aparecer inclusive em ambos os formatos, podendo variar de acordo com os objetivos do professor, as necessidades dos alunos ou com momentos oportunos que podem surgir durante as situações de aprendizagem.

Além disso, o contexto para abordagem da NdC em sala de aula também precisa considerar os materiais e as estratégias a serem utilizados nesse processo. Com base em um extenso levantamento realizado em artigos nacionais e internacionais e em teses e dissertações brasileiras, publicado de modo detalhado na Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (DINIZ; ASSIS, 2023), elencamos os enfoques mais utilizados, sendo eles:

- **Estratégias:** estudos de caso histórico; estudo de caso contemporâneo; questões sociocientíficas; investigação por meio de situações problema; procedimentos e investigação científica; modelos e modelagem científica.
- **Materiais:** Textos jornalísticos, artigos em revistas, obras literárias, ou de ficção científica; Artigos e/ou fontes históricas primárias; Materiais audiovisuais (filmes, documentários, curtas, etc.); Elementos visuais (quadrinhos, tiras, cartuns, etc.).

1.2.4 Como avaliar aspectos da NdC em sala de aula?

A avaliação escolar é – ou deveria ser – uma parte importante do processo educativo estando intrinsecamente associada ao ensino e à aprendizagem, tendo como finalidade a orientação desses processos (FERNANDES, 2006). Segundo Silva e Moradillo (2002), o ato de avaliar é intrínseco ao ensino, pois cabe ao professor avaliar se os alunos assimilam os significados planejados para aprendizagem e, aos alunos, avaliarem se compreendem os significados propostos pelo professor, para estabelecer os patamares de entendimento. A avaliação é também intrínseca à aprendizagem, pois, durante ou após o processo de ensino, pode acontecer a assimilação e internalização dos significados captados, acarretando a aprendizagem.

Fernandes (2006) afirma que, quando planejada de forma a considerar o que é importante que os alunos aprendam, a avaliação tem impacto relevante para o ensino e para a aprendizagem, pois:

[...] a) orienta os estudantes acerca de saberes, capacidades e atitudes que têm de desenvolver; b) influencia sua motivação e percepção do que é importante aprender; c) estrutura a forma como os alunos estudam e o tempo que dedicam ao trabalho acadêmico; d) melhora e consolida as aprendizagens; e) promove o desenvolvimento dos processos de análise, de síntese e de reflexão crítica; e f) desenvolve os processos metacognitivos, o autocontrole e a auto-regulação. (p. 17)

Entretanto, o que se percebe é que as avaliações escolares acabam por verificar o desempenho dos alunos frente a situações padronizadas traduzido em notas de acordo com a maior ou menor proximidade das respostas em relação às normas, tendo como resultado a classificação dos alunos para a promoção (SILVA; MORADILLO, 2002). Essa percepção da avaliação está diretamente relacionada à concepção positivista da ciência.

Auguste Comte, ao caracterizar pela primeira vez o positivismo (BORGES, 1996; NOUVEL, 2013), defendeu a ideia de que o conhecimento científico é a única forma válida de conhecimento, pois é comprovado por meio de procedimentos definidos – O Método Científico. Esses procedimentos são confiáveis e precisos devido à sua linguagem clara e à sua lógica matemática, pois é capaz de combinar raciocínio e experiência. Além disso, a ciência busca na acumulação dos conceitos o progresso, não considerando, portanto, os conhecimentos dogmáticos – crença, superstição ou qualquer outro que não possa ser comprovado cientificamente e que não contribua significativamente para um avanço (CUPANI, 1989; BELTRAN *et al.*, 2014). O método científico defendido nessa concepção é o método empírico-indutivista evidenciado por Bacon, que seria capaz de “proporcionar uma verdadeira demonstração sobre o que é verdadeiro ou falso” (KÖCHE, 2011, p. 50) por meio da observação e indução.

Entretanto, quando falamos sobre NdC, devemos considerar que não há como avaliar os aspectos internalizados pelos estudantes como *verdadeiro* ou *falso*. Como vimos nessa revisão, existem divergências entre os próprios especialistas da área, uma vez que a própria ciência tem caráter provisório e sofre diversas influências. Dessa forma, os processos de avaliação com relação aos aspectos da NdC discutidos em sala de aula precisam levar em consideração as relações que os alunos fazem com as diversas dimensões da construção do conhecimento, o reconhecimento de uma ciência dentro de um contexto social, com percepções que se aproximem das mais contextualizadas com as relações CTS.

Não obstante, que os objetivos da avaliação estejam relacionados aos objetivos de aprendizagem propostos pelo professor, sendo que a participação do aluno neste processo é fundamental. Silva e Moradillo (2002) defendem a apropriação da aprendizagem por parte do aluno por meio de sua participação do processo avaliativo, o que, segundo os autores, se dá por meio da cooperação entre professores e alunos, pois,

Embora o professor seja mais experiente e conheça o assunto em discussão, não deve monopolizar as decisões. [...] É preciso agir socialmente, partilhar seus significados com os colegas e o professor, expor-se à crítica e criticar, falar e ouvir, perguntar e responder, conhecer e valorar tanto o conhecimento aprendido quanto o processo de ensino/aprendizagem. (SILVA; MORADILLO, 2002, p. 07-08)

Associado ao contexto sobre a compreensão de aspectos da NdC, podemos afirmar que as avaliações tradicionais não fazem sentido, mas isso não exclui a necessidade da verificação dos conhecimentos adquiridos. Mainardes (2016) acredita que a avaliação deve ser formativa, oferecendo “elementos (diagnóstico) para que o professor possa planejar as intervenções necessárias e garantir aos alunos, a continuidade da aprendizagem” (p. 111-112). Dessa forma, a avaliação deve ser um processo que facilite o processo de ensino e de aprendizagem, atuando, de certa forma, como avaliação do próprio professor e auxiliando na manutenção ou no redirecionamento do ensino, sempre no sentido de melhorar a aprendizagem dos alunos (SILVA; MORADILLO, 2002).

Pensar sobre avaliar a compreensão acerca da NdC é algo ainda muito restrito ao meio acadêmico, uma vez que essa avaliação está geralmente associada à utilização de testes para verificar se a compreensão de professores ou estudantes se aproximam ou não de uma percepção mais contextualizada e contemporânea sobre a NdC. O VNOS, por exemplo, destina-se apenas à pesquisa educacional e não como forma de avaliação em sala de aula (LEDERMAN *et al.* 2002). O mesmo pode ser dito sobre outros testes, como o VOSTS e similares, que são ferramentas importantes para avaliar a percepção dos sujeitos investigados

nas pesquisas sobre a NdC, porém, podem interferir na forma como se abordam os aspectos da NdC em sala de aula.

Segundo Allchin (2011), muitos pesquisadores temem que os professores ensinem para o teste, para que os alunos possam responder às perguntas da forma considerada correta. Isso acaba dificultando que o professor consiga acessar outras relações que o estudante possa fazer no contexto da NdC e discutir melhor o porquê de determinada percepção frente ao conhecimento científico.

Quando se trata de analisar aspectos da NdC, observamos que os artigos tratam dessa perspectiva apontando processos de avaliação de pesquisa, seja por meio de questionários, desenhos ou observações de situações de ensino e/ou de aprendizagem. Seja pela credibilidade que esses processos podem trazer para os dados da pesquisa ou pela própria facilidade na implementação, uma vez que muitos já estão validados e consolidados na área de pesquisa em ensino de ciências, os questionários são os instrumentos mais descritos nas pesquisas como forma de avaliação e/ou coleta de dados. Porém, as próprias estratégias utilizadas para abordar a NdC em sala de aula e os materiais provenientes delas podem ser meios para a avaliação dos estudantes.

Observamos, nas pesquisas, que os poucos trabalhos que relatam o processo de avaliação dos estudantes com relação a aspectos NdC em sala de aula estão relacionados diretamente com as estratégias utilizadas pelo professor. Na maior parte dos casos, essas estratégias se encontram associadas a outras, principalmente ao uso de questionários.

Dessa forma, acreditamos que, quando falamos do processo de avaliação dentro do contexto da NdC, não estamos direcionando nosso olhar para uma verificação do que foi ou não aprendido ou se o aluno adquiriu ou não uma percepção “correta” da NdC por meio de uma prova. O que se pretende é verificar, dentro do contexto das situações de ensino e de aprendizagem, se os estudantes conseguem fazer relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade em que vive, as questões ambientais, éticas, culturais e históricas. Se ele consegue utilizar as informações e discussões realizadas em aula para interpretar notícias, resolver problemas, refletir e agir sobre questões que envolvam a ciência e a tecnologia.

Independente da estratégia a ser utilizada no processo de avaliação, é necessário levar em consideração os objetivos do processo de ensino e de aprendizagem, a respeito “*do que ensinar*”, “*como ensinar*” e “*para que ensinar*” sobre a NdC, que estão intrinsecamente relacionados ao processo de avaliação. Apenas quando o professor se apropria da importância da aprendizagem sobre a NdC é que ele conseguirá relacionar todas essas variáveis no processo de avaliação.

CAPÍTULO 2

CONHECIMENTOS PARA A PRÁTICA DOCENTE

Ao assumir a sala de aula, o professor carrega consigo uma série de vivências pessoais, profissionais e acadêmicas que o tornaram o profissional que ele é. Essas experiências fazem parte do ser professor e da própria caracterização do seu trabalho, que ultrapassa a exposição de conteúdo. Essa é uma variável que contribui para o conhecimento docente, que também inclui o conhecimento de práticas pedagógicas, o contexto escolar e de atuação profissional e a própria experiência e valores do professor, que irão influenciar tanto as escolhas curriculares quanto a sua atuação em sala de aula.

Neste capítulo, apresentamos considerações sobre o papel do professor em sala de aula e os conhecimentos básicos para a prática docente, de modo a dialogar tais questões com a abordagem de aspectos da NdC em sala de aula e sustentar teoricamente as análises que serão realizadas nesta pesquisa.

2.1 O papel do professor

Freire (2021), ao falar sobre o professor como sujeito da formação do conhecimento, afirma que “[...] ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (p. 23, grifo do autor). Considerar o professor como um mero reprodutor de conteúdos previstos no currículo não cabe mais para um ensino que promova a autonomia do estudante. Nem mesmo é esse seu papel em sala de aula.

Se considerarmos que o processo de ensino e de aprendizagem estão diretamente relacionados e sofrem constantes mudanças com o passar do tempo, o professor assume o papel de mediador em sala de aula. Compreender o processo de mediação como a intervenção entre os sujeitos em uma relação, é compreender que o professor assume uma postura de realizar escolhas teórico-pedagógicas que contribuam para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Vygotsky (1986), por exemplo, indica que é na interação social entre os sujeitos que se constitui a aprendizagem, portanto, a “transmissão racional e intencional da experiência e do pensamento aos outros requer um sistema de mediação, cujo protótipo é a fala humana

nascida da necessidade de comunicação durante o trabalho” (p. 07). Dessa forma, o professor influencia na aprendizagem do estudante, uma vez que se apresenta como aquele que terá intencionalidade na intervenção pedagógica.

Para tal, o professor deve entender o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado (SHULMAN, 1987) de forma que atinja as particularidades de seus estudantes, transformando o conhecimento em conteúdo de ensino. Nesse ato, o conteúdo é construído e reconstruído de modo a se tornar didático. Quando pensamos na sala de aula, temos a necessidade de realizar a sistematização do conhecimento, de realizar escolhas curriculares e pedagógicas. Algumas dessas escolhas ficam a cargo do professor e de sua experiência; outras, ficam a cargo das escolas e órgãos do governo que regem a educação, como a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Tais escolhas são necessárias quando pensamos que é impossível abordar todo o conhecimento já produzido em séculos de história ao longo de poucos anos escolares. Porém, essas adaptações fazem com que certos conhecimentos sejam privilegiados, enquanto outros são esquecidos. Podemos fazer uma analogia com a própria NdC: por anos os conhecimentos científico e tecnológico foram privilegiados nas escolhas curriculares e na atuação do professor em sala de aula, enquanto o contexto de produção da ciência foi perdido.

Isso pode acontecer pois a transformação pela qual o conhecimento passa até chegar ao estudante acontece por meio de escolhas dos diferentes atores que participam desse processo. Podemos citar: cientistas, educadores, políticos, autores de livros, pais, universidades, exames externos, etc. Considerando que o professor tem como base as diretrizes curriculares para nortear suas aulas, temos que parte desse processo é automaticamente imposto a ele, cabendo às escolhas que atuam entre o currículo e a prática pedagógica.

Clément (2006) propõe que as concepções dos diversos atores do sistema educativo são resultado dos conhecimentos científicos, de seus sistemas de valores e das práticas sociais. Apesar de ser usado em outros contextos, como na análise da concepção prévias de estudantes sobre determinado conceito, Carvalho e Clément (2007) apontam que esse modelo tem se “mostrado muito útil na análise de importantes características do saber ensinado: na perspectiva epistemológica, para compreender o que numa apresentação científica (por exemplo, num manual escolar) se relaciona com a ciência, com os valores ou ainda com as práticas sociais” (p. 03).

Apesar das demais esferas serem tão importantes na prática pedagógica, vamos ater nossas reflexões sobre o papel do professor no processo de didatização de aspectos da NdC

em sala de aula. Tomando como base que o conhecimento proveniente da comunidade científica é construído dentro do contexto da comunidade científica contando com a influência de fatores externos à ela, ao abordar o conhecimento científico é necessário considerar seu contexto de produção. Entretanto, o professor não pode ensinar aquilo que não tem domínio ou, então, aquilo que não considera ser importante que o aluno aprenda. Entramos aí na consideração dos valores e crenças do professor sobre o que é importante abordar em sala de aula: conhecer o contexto de produção do conhecimento científico é importante ou é só algo que tomará tempo de aula e não contribui significativamente para o estudante. Ou ainda, qual é a concepção de NdC que esse professor tem ao abordar o conhecimento científico em sala de aula? Elas reproduzem uma percepção ingênua e mitificada da ciência ou refletem uma percepção mais contextualizada? Chegamos aqui na relação com as práticas sociais, no caso desta tese, com foco na prática do professor, que é fruto da construção de sua formação, de sua vivência dentro e fora de sala de aula, dos materiais que utiliza como base para construção da sua prática, da maneira como traduzem o currículo, incluindo, até mesmo, “[...] as suas concepções relacionadas com as práticas sociais actuais e futuras dos estudantes a que se dirigem; não só o seu futuro profissional mas principalmente a sua responsabilidade de actuais e futuros cidadãos.” (CARVALHO; CLÉMENT, 2007, p. 03).

Dessa forma, o papel do professor como transformador do conhecimento a ser ensinado em sala de aula, de forma a incluir, além dos conceitos científicos, os aspectos da NdC levam em consideração as próprias concepções de tais professores sobre a NdC da ciência, que são formadas pelo seu conhecimento sobre ela, pelo reconhecimento da importância de abordá-la em sala de aula e pelas formas como isso pode ser feito.

Considerando que a prática pedagógica leva em consideração o conhecimento de referência, os produtos de divulgação desse conhecimento e o que é considerado pelo currículo e pelos manuais escolares, aquilo que chega às situações didáticas são o fruto de todo esse processo. Quando pensamos na inserção de aspectos da NdC em sala de aula, isso não é diferente. O professor tem acesso a uma série de informações que influenciam o que e como abordar tais aspectos em sala de aula – ou, até mesmo, se irão abordar tais aspectos. Porém, é necessário que seu conhecimento não se restrinja àquilo que é transposto pela mídia, pelo que resume o currículo ou pelo que está no livro didático; é importante que o professor tenha acesso aos materiais de referência para poder construir uma base sólida de conceitos sobre a NdC levando em consideração as reflexões de especialistas que discutem a forma como o conhecimento científico vem sendo produzido e a importância de abordá-lo em sala de aula. Somente assim esse professor terá argumentos suficientes para construir seu

conhecimento sobre NdC, os valores associados ao ensino e à aprendizagem desses aspectos e as práticas necessárias para ensiná-lo de forma a trazer uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência aos estudantes da educação básica e de contribuir efetivamente para que as visões mitificadas do trabalho científico sejam minimizadas.

Apesar das demais esferas serem tão importante na prática pedagógica, vamos ater nossas reflexões ao papel do professor nesse processo: pautado pelo currículo (atualmente pela BNCC), o professor transforma o conhecimento a ser ensinado por meio da sua compreensão do conteúdo, das habilidades didáticas e dos valores que possui como ser humano, em ações e representações pedagógicas (SHULMAN, 1987). Portanto, seu papel não é apenas o de transformar o conhecimento, é necessário que ele atue na sua mediação junto dos estudantes. As escolhas e adaptações curriculares são parte do seu papel, porém, para que isso aconteça, é necessário que elas se traduzam em habilidades didáticas e ações pedagógicas, que levem em consideração os recursos e técnicas empregadas para trabalhar um conhecimento específico de forma a promover sua apropriação pelo aluno.

Dessa forma, para desempenhar seu papel, é necessário uma série de conhecimentos inerentes ao ser professor, que vão desde sua formação até sua prática em sala de aula. Conhecimentos que são construídos por meio da trajetória do professor, da percepção do contexto de ensino e de uma série de outros fatores que influenciam na sua didatização.

2.2 Conhecimento docente

Quando falamos do conhecimento docente, precisamos considerar o professor como um todo, não apenas seu papel em sala de aula, pois há uma combinação de vários fatores, como: sua formação inicial; os conhecimentos inerentes à própria disciplina; os currículos e propostas educacionais; a experiência adquirida ao longo do tempo; a cultura e meio histórico-social ao qual pertence. Segundo Calderhead (1996), o conhecimento docente pode ter origens diversas, incluindo a escolarização formal pela qual ele passou – o ensino básico e a formação inicial e continuada de professor –, bem como suas experiências práticas ao longo da sua vida profissional. Assim, é necessário considerar a existência da reciprocidade entre o conjunto da cognição de um professor e suas atividades práticas (Van Driel *et al.*, 2014). Embora dois professores tenham o mesmo conhecimento sobre determinado assunto, o modo como irão abordá-lo será diferente, enfatizando (ou não) certas abordagens.

Gess-Newsome (1999) indica o conhecimento como parte das orientações de cada professor, pois é “uma combinação complexa de conhecimento de conteúdo, crenças e valores

que tem o potencial de impactar o que e como os alunos aprendem este conteúdo” (p. 58), não podendo ser generalizado. Portanto, quando voltamos o olhar para o conhecimento do professor é necessário considerar a relação entre os conhecimentos sobre determinado conteúdo e os valores sobre a importância de abordá-lo.

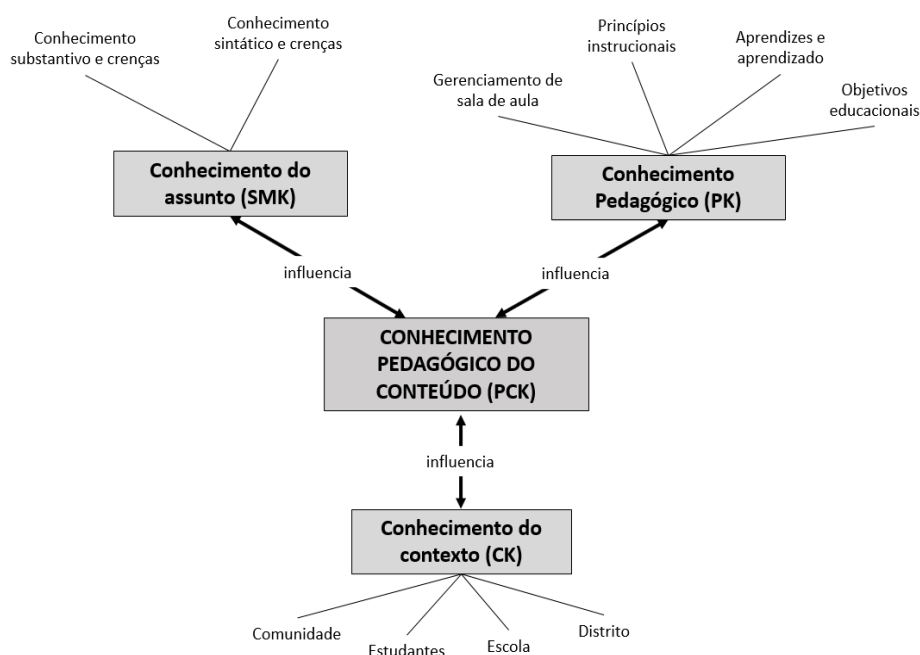
Retomamos aqui um ponto essencial: não basta o professor ter domínio do conteúdo, é necessário que ele saiba ensiná-lo e, ainda, tenha consigo valores que fomentem seu ensino. Embora o conteúdo a ser ensinado seja imprescindível, uma vez que faz parte da construção didática do professor, ele deve ser adaptado para se transformar em conhecimento pedagógico de forma que os estudantes possam se apropriar deles.

Ao investigar testes aplicados em professores prestes a iniciarem a carreira docente, Shulman (1986; 1987) verificou que tais testes focavam apenas no conteúdo de ensino ou no conteúdo pedagógico, mas pouco exploravam sua inter-relação. Além disso, ao olhar para as pesquisas realizadas na época, o autor verificou que essas se debruçaram na compreensão dos conteúdos pelos estudantes, porém, ninguém questionava “[...] como o assunto era transformado de conhecimento do professor em conteúdo de ensino. Nem perguntaram como formulações específicas daquele conteúdo se relacionavam com o que os estudantes passavam a saber ou a construir incorretamente” (SHULMAN, 1986, p. 06, tradução nossa). Dessa forma, ao investigar a complexidade da compreensão e da transposição do conhecimento que cresce na mente do professor iniciante enquanto atua em sala de aula, Shulman (1987) sugere que existem bases de conhecimento que formam o conhecimento docente:

- O conhecimento do conteúdo a ser ensinado;
- O conhecimento pedagógico geral, com ênfase aos princípios e às estratégias de gerenciamento e organização de sala de aula;
- O conhecimento do currículo, dos materiais e de programas que servem de base para o planejamento do professor;
- O conhecimento pedagógico do conteúdo, a relação intrínseca entre o conteúdo a ser ensinado e a pedagogia, de domínio exclusivo do professor;
- O conhecimento dos alunos e de suas características;
- O conhecimento de contextos educacionais, do funcionamento da escola, da sala de aula, perpassando a gestão e o financiamento dos sistemas educacionais, os interesses das comunidades, etc.
- O conhecimento dos fins, dos propósitos e dos valores da educação e sua base histórica e filosófica.

Dentre as bases de conhecimento, Grossman (1990) destaca que o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, do inglês *pedagogical content knowledge*) é aquele que relaciona os diferentes conhecimentos necessários para ensinar, é a transformação que ocorre do conhecimento do assunto (SMK, do inglês *subject matter knowledge*), do conhecimento pedagógico (PK, *pedagogical knowledge*) e da compreensão de situações específicas por meio do conhecimento do contexto (CK, *knowledge about context*). A Figura 3 apresenta um esquema das relações recíprocas entre os domínios de conhecimento que se transformam no PCK, representado pelas setas. Cada domínio de conhecimento apresenta os fatores que o compõem de modo a contribuir para a prática pedagógica do professor, representados pelas linhas.

Figura 3 - Um modelo das relações entre as bases de conhecimento docente.



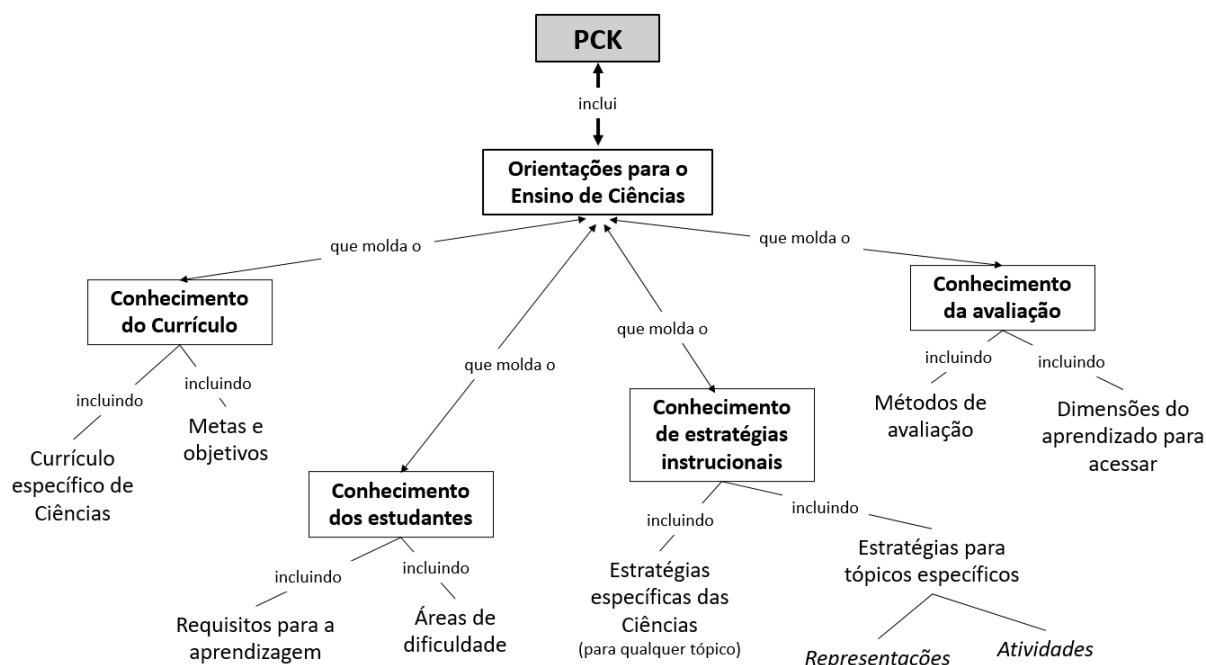
Fonte: traduzido e adaptado de Magnusson *et al.* (1999).

É por meio do PCK que os conhecimentos e os processos podem ser organizados, adaptados e representados de acordo com os objetivos a serem alcançados em sala de aula. É isso que difere, por exemplo, a expertise do professor que leciona a disciplina de Química daquela que leciona História. Domínios de conteúdo diferentes, mesmo dentro de uma mesma disciplina, requerem ações específicas que vão sendo adquiridas com a formação e a prática docente.

Magnusson *et al.* (1999) conceituam o PCK para o ensino de ciências por meio de cinco componentes: orientações para o ensino de ciências, conhecimento e crenças sobre o currículo de ciências, conhecimento e crenças sobre a compreensão dos alunos sobre tópicos

específicos de ciências, conhecimento e crenças sobre avaliação em ciências e conhecimento e crenças sobre estratégias instrucionais para o ensino de ciências, conforme esquematizado na Figura 4.

Figura 4 - Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o Ensino de Ciências.



Fonte: Traduzido e adaptado de Magnusson *et al.* (1999).

Além de levar em consideração um conhecimento específico a ser ensinado, o PCK também se relaciona com o conhecimento dos alunos e dos contextos de ensino, pois, para que o professor saiba definir as necessidades e objetivos de se ensinar determinado saber em sala de aula, é importante que ele conheça: as concepções e conhecimentos prévios dos estudantes, seus modos de raciocínio, suas dificuldades, bem como outras questões que podem influenciar as escolhas do professor em sala de aula. Isso também envolve conhecer estratégias de gerenciamento e organização de atividades, que são as formas como o professor irá apresentar determinado conteúdo ao estudante: dependendo do conteúdo e do objetivo a ser alcançado ele irá utilizar uma demonstração, uma analogia, um debate; irá trabalhar de forma individual ou em grupo; irá optar por realizar uma exposição, etc.

Além disso, é imprescindível o conhecimento do currículo, dos materiais e diretrizes educacionais na composição do PCK, pois é necessário que o professor esteja alinhado com tais diretrizes que orientam o contexto de ensino e de aprendizagem para preparar e organizar suas aulas, bem como para avaliar esse processo.

As orientações para o Ensino de Ciências também estão incluídas no PCK do professor e irão contribuir com suas escolhas. Essas orientações são apresentadas nas

pesquisas como o conhecimento do professor sobre determinado assunto e seus valores e crenças sobre os propósitos e os fins da educação (GESS-NEWSOME, 1999; MAGNUSSON *et al.* 1999; HANUSCIN, 2010), orientando suas decisões instrucionais em sala de aula.

O desenvolvimento do PCK requer, portanto, uma mudança na compreensão dos professores de serem capazes de conhecer um assunto por si próprios e as variáveis necessárias para que sejam eficientes na didatização desse assunto, reorganizando-o, fragmentando-o, transformando-o por meio de uma série de estratégias para que possa ser aprendido pelos estudantes (SHULMAN, 1987). Tal mudança deve ser acompanhada de uma insatisfação com suas crenças e valores iniciais para a aceitação de uma nova percepção de ensino (SMITH; NEALE, 1991), uma vez que elas influenciam as orientações para o ensino, junto dos conhecimentos do professor, influenciando a prática em sala de aula.

Podemos então dizer que o PCK é desenvolvido pelo professor – mesmo que de forma inconsciente – com base na sua formação, na prática de sala de aula, e naquilo que ele acredita ser importante ensinar, com base na sua bagagem pessoal e profissional. Grossman (1990) indica ainda que o PCK é algo que pode ser aprendido, sendo um processo que se inicia quando ainda se é estudante, observando os professores que passaram por nós no processo de escolarização. Processo que segue de forma mais direcionada na formação inicial e nos cursos específicos realizados ao longo de sua formação continuada, bem como na sua prática efetiva em sala de aula.

Desde que introduziu pela primeira vez a noção de PCK como um componente fundamental da base de conhecimento para o ensino, o modelo de Shulman (1986; 1987) foi estudado e estendido por outros estudiosos (GROSSMAN, 1990; MAGNUSSON *et al.*, 1999; GESS-NEWSOME, 2015), inclusive de forma a relacionar o PCK para os conceitos associados à NdC (HANUSCIN *et al.*, 2010; SILVA; MARTINS, 2019; SILVA, 2016).

2.2.1 PCK para ensinar sobre a NdC

Abd-El-Khalick (2001) argumenta que os aspectos da NdC devem ser tratados como parte do sistema cognitivo que resulta da efetiva instrução do professor (caráter explícito), sendo um aspecto do conteúdo a ser trabalhado em sala de aula, assim como os de estequiometria ou pH (LEDERMAN, 1998). Assim, a compreensão de aspectos da NdC faz parte do domínio de conhecimento do assunto do professor (SMK) – um conteúdo específico que o professor irá ensinar – para o qual ele irá desenvolver o PCK (HANUSCIN, 2010). Portanto os conhecimentos e concepções sobre a NdC do professor irão influenciar a forma como a abordam em sala de aula.

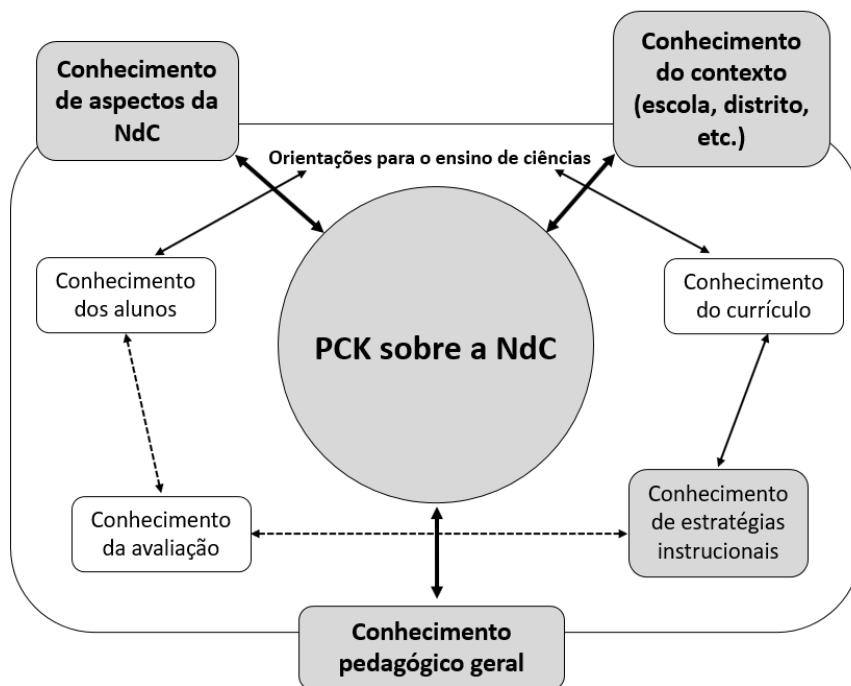
Como vimos no Capítulo 1 desta tese, os estudos sobre a NdC expressam diferentes opiniões sobre o que considerar ao abordá-la, o que também pode influenciar as escolhas do professor e seu PCK sobre a NdC. Independentemente desse fato, o PCK sobre a NdC se refere aos conhecimentos docentes sobre os conteúdos, as estratégias e os processos didáticos e pedagógicos que proporcionam sua aprendizagem pelos estudantes (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 1998).

Schwartz e Lederman (2002) propuseram um modelo emergente de elementos essenciais para o desenvolvimento de PCK sobre a NdC e para a aplicação desse conteúdo em sala de aula, sendo eles: SMK sobre a NdC, o conhecimento das disciplinas científicas e o conhecimento pedagógico, sendo que esses se relacionam para formar o PCK sobre a NdC. Os autores defendem que para ensinar sobre a NdC é preciso que os professores tenham intencionalidade e acreditem que podem ensinar tais aspectos e que seus alunos podem e precisam aprendê-los. Dessa forma, o PCK sobre a NdC não se diferencia daquele necessário para ensinar qualquer outro conteúdo específico: o professor precisa ter conhecimento sobre aspectos da NdC para ensinar, mas é necessário que ele tenha conhecimento de estratégias, de materiais variados, dos conhecimentos prévios dos alunos, das articulações com o currículo, enfim, tudo que compõem as bases do conhecimento docente.

Hanuscin *et al.* (2010) propõem um modelo de fatores que contribuem para compreendermos o PCK sobre a NdC, construído por meio da investigação da prática de professores que abordam tais aspectos em suas aulas. Na Figura 5 esquematizamos a maneira como os professores utilizaram seu conhecimento do conteúdo sobre a NdC, seu conhecimento pedagógico geral e o conhecimento de seu contexto, bem como as interações entre as várias bases de conhecimento que são integradas (conhecimento dos alunos, conhecimento do currículo, conhecimento da avaliação, conhecimento das estratégias instrucionais e as orientações para o ensino de ciências) para a execução de seu PCK.

Os autores destacam no esquema os aspectos particulares do PCK dos professores que foram mais evidentes durante a investigação (por exemplo, o conhecimento de estratégias instrucionais) e usam setas sólidas para indicar os caminhos das bases de conhecimento nas quais os professores se basearam mais fortemente. As linhas tracejadas indicam aquilo que teve menor influência ou que não foi totalmente utilizado pelos professores (por exemplo, a transposição de estratégias didáticas em estratégias de avaliação ou o ciclo de feedback entre a instrução e a avaliação).

Figura 5 - Modelo da base de conhecimento que formam o PCK sobre a NdC dos professores.



Fonte: traduzido de Hanuscin *et al.* (2010, p. 160).

O modelo elaborado por Hanuscin *et al.* (2010) foi conceitualmente fundamentado nos componentes do PCK de Magnusson *et al.* (1999) e a pesquisa empírica realizada no contexto de investigação de professores possibilita a aplicabilidade desse modelo para caracterizar e examinar o PCK sobre NdC, de forma a relacionar teoria, prática, contexto de ensino e de aprendizagem, orientações curriculares e o processo de avaliação. É por meio das reflexões sobre os conhecimentos necessários para a prática docente, realizadas nesse capítulo, que baseamos nossa análise.

CAPÍTULO 3

CAMINHOS DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos o percurso metodológico, que engloba: a caracterização da pesquisa, a descrição dos momentos e instrumentos que possibilitaram a coleta dos dados – o curso de formação continuada e acompanhamento das aulas dos professores –, a caracterização dos sujeitos da pesquisa e a metodologia usada na análise dos dados.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta é uma pesquisa qualitativa, que se baseia na interpretação e na compreensão dos fenômenos estudados pelo pesquisador (GÜNTHER, 2006). Mason (2006) enfatiza o potencial da investigação qualitativa na geração de novas compreensões dos contextos a serem estudados, principalmente no que se refere às experiências sociais, melhorando a capacidade de explicação e generalização dos fenômenos. Tais construções ocorrem mediante processos de interpretação dos dados dependentes do contexto da pesquisa e das lentes do pesquisador no processo de análise.

Dentre as abordagens da pesquisa qualitativa, realizamos uma pesquisa empírica que coletou dados a partir de uma intervenção em um curso de formação continuada de professores. Tal investigação é caracterizada por Damiani *et al.* (2013) pelo planejamento e implementação de ações com a intenção de produzir mudanças no processo de aprendizagem dos sujeitos participantes, bem como a posterior avaliação dos efeitos de tais ações. Os autores ainda afirmam que pesquisas do tipo intervenção pedagógica vão além da ampliação do conhecimento, pois se preocupam com os possíveis benefícios na solução de problemas práticos.

André (1998) afirma que a coleta de dados na pesquisa de intervenção é realizada pelo pesquisador enquanto são desenvolvidas as atividades de ensino e de aprendizagem, o que exige do pesquisador – como todo procedimento de pesquisa – cuidados para assegurar o rigor da pesquisa científica. Desse modo, buscamos utilizar diferentes instrumentos de coleta de dados, a fim de obtermos dados variados que nos permitisse olhares distintos para um mesmo objeto, a saber: as transcrições das gravações dos encontros síncronos de formação

continuada; as atividades realizadas pelos professores durante o curso (encontros síncronos e assíncronos) e detalhadas no item 3.3.1; as transcrições das gravações das aulas dos professores que acompanhamos durante o curso; bem como o diário de campo da pesquisadora no acompanhamento de tais aulas.

Para garantir a objetividade e o distanciamento do pesquisador durante o processo de investigação e análise, Bogdan e Biklen (1994) apontam a necessidade de um trabalho mais sistemático, seja na coleta ou na análise dos dados. Dessa forma, nos apoiamos nos referenciais teóricos apresentados no Capítulo 2 para basear e fortalecer nossos argumentos durante o processo de análise.

3.2 Bastidores da pesquisa

Antes de apresentarmos a intervenção pedagógica que possibilitou a coleta de dados desta pesquisa – o curso de formação continuada – precisamos esclarecer alguns pontos que nos permitiu chegar até o curso de formação continuada nos moldes em que esse aconteceu. Em se tratando de um trabalho que fala especificamente sobre a importância da inserção da NdC em sala de aula, não poderíamos omitir os bastidores desta pesquisa.

Inicialmente, foi planejado um processo de formação continuada que seria aplicado na forma de um módulo didático junto aos professores das disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática de uma escola de Ensino Integral da Rede Estadual de Ensino da cidade de Cruzeiro, estado de São Paulo. Esse processo foi pensado e planejado como um conjunto de atividades pedagógicas a serem realizadas semanalmente no período de um semestre nas Horas de Trabalho Pedagógico de Área – momento no qual os professores se reúnem nas áreas de conhecimento para estudo e planejamento coletivo. Todo o contato com a escola foi realizado por intermédio do coordenador de área que nos atendeu de forma muito atenciosa e interessada. O projeto estava pronto para ser iniciado no primeiro semestre de 2020, porém, com a pandemia da COVID-19¹⁰, todo o planejamento teve que ser modificado. Não havia

¹⁰ Causada pelo vírus Coronavírus SARS-CoV-2, a doença respiratória denominada COVID-19 é uma nova cepa de coronavírus que não havia sido identificada em seres humanos. Em dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde foi alertada sobre casos de pneumonia na província de Hubei, na China. Em 7 de janeiro de 2020, autoridades chinesas confirmaram a identificação do novo tipo de coronavírus. Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada como uma pandemia pela OMS, uma vez que infectou pessoas no mundo todo. O vírus é facilmente transmitido pelo ar e por contato com pessoas infectadas, afetando o sistema respiratório, ocasionando sintomas como tosse, febre, cansaço, dores pelo corpo e dificuldade para respirar. De modo que o recomendado era que as pessoas ficassem em suas casas e saíssem apenas para atividades essenciais e com uso de máscaras. Somente no Brasil, cerca de 37 milhões de pessoas foram infectadas e mais de 703 mil óbitos pela doença foram confirmados, até junho de 2023. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>; <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em 21 de junho de 2023.

mais a possibilidade de estar na escola com os professores – na verdade, as escolas se encontravam fechadas e todos estavam incertos sobre o que viria a seguir, quanto mais pensar em formação continuada quando não sabíamos nem mesmo como as aulas aconteceriam em meio à pandemia.

Não fazia mais sentido, no contexto em que nos encontrávamos, continuar com a ideia inicial do processo de formação em uma única escola, sendo que os professores e as escolas estavam descobrindo como lidar com toda a situação. Portanto, passamos a pensar em um sentido mais amplo da formação continuada, de modo a atingir mais professores e que eles pudessem, de fato, escolher participar dessa formação. Foi aí que a ideia de realizar uma parceria com a Diretoria de Ensino (DE) surgiu e passamos a entrar em contato com os responsáveis para verificar o interesse. Enquanto isso, continuamos trabalhando no curso de forma a adaptá-lo ao formato remoto – uma vez que era a realidade do momento.

Como estamos na região do Vale do Paraíba, entramos em contato com a DE da região de Guaratinguetá (DERG) e da região de Pindamonhangaba, no mês de junho/2020, porém tivemos o retorno apenas da Diretora do Núcleo Pedagógico da DERG. Iniciamos um contato mais próximo de modo que pudéssemos apresentar o projeto do curso – que estava ainda em processo de adaptação – a fim de que ela apontasse as demandas necessárias para que o curso atendesse às necessidades da DERG e dos professores. No mês de julho/2020, o projeto foi encaminhado para análise da Diretora que, após verificação, encaminhou para a então Professora Coordenadora do Núcleo Pedagógico (PCNP) de Química – atual Professora Coordenadora de Projetos Especiais – para avaliação. Nesse projeto inicial, o curso de formação foi pensado para ter a carga horária de 43 horas, uma vez que um requisito para que o professor participante pudesse utilizar as horas para evolução funcional era que ele fosse de no mínimo, 40 horas, e para ser realizado de forma remota com encontros síncronos, de modo que o professor formador e o professor participante estivessem em um encontro remoto, com o intuito de trocar experiências e de que participassem ativamente do processo de formação. Seria um curso intenso com seis encontros aos sábados no período da manhã e da tarde, com intervalo para almoço.

Em novembro/2020, obtivemos retorno da PCNP que se mostrou muito interessada em nos apoiar na realização do curso de formação. Foi uma longa conversa que resultou em novas reestruturações para o curso, uma vez que o formato inicial não teria uma boa adesão dos professores – devido a outras experiências que a PCNP já havia tido. Portanto, o curso foi novamente modificado para conter momentos assíncronos, de forma que o professor pudesse estudar os materiais durante a semana e realizar atividades de reflexão e aplicação do

conhecimento, e síncronos, de modo que pudéssemos ter um contato mais próximo, trocar experiências e atuar de forma a subsidiar, efetivamente, a reflexão sobre a prática pedagógica para a inserção da NdC em sala de aula.

Após essa nova reestruturação, foi preciso realizar o cadastro do referido curso na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC) para aprovação da Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EFAPE). Todos os cursos propostos pelas DE precisam passar por avaliação e aprovação da EFAPE, que foi criada em 2009 “[...] com o objetivo de garantir a qualificação de profissionais para o exercício do magistério e da gestão do Ensino Básico, desenvolvendo estudos, planejamento, avaliação e gerenciamento da execução dos programas de formação, aperfeiçoamento e educação continuada.”¹¹ Entre o cadastro do curso e o processo de aprovação e homologação no Diário Oficial foi um longo processo de espera, que durou cinco meses.

Entre o primeiro contato com a DERG (junho/2020) e a aprovação pela SEDUC (agosto/2021), o curso passou por três reformulações para adequação de duração, formato e regulamentação, uma vez que era necessário atender aos requisitos básicos da DERG e da própria SEDUC para aprovação, sem descaracterizar a pesquisa e os objetivos da pesquisadora.

3.3 O curso de formação continuada

O curso de formação continuada *Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula* foi criado segundo as bases teóricas apresentadas no Capítulo 1 desta tese, no sentido de propor o estudo e a discussão da dinâmica da produção do conhecimento científico e sua relação com a sociedade, de forma a proporcionar aos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias uma formação que favoreça uma ampla visão sobre a NdC e sobre as formas de implementá-la em sala de aula.

Como pode ser visto no Quadro 4, o curso foi dividido em 4 módulos que relacionam teoria e prática. No módulo 1, foram abordados conceitos sobre o que é a NdC, quais as diferentes perspectivas relacionadas à sua abordagem e a forma como ela aparece nos documentos oficiais do Ensino Médio. De forma a contribuir para a prática pedagógica do professor, o módulo 2 apresentou aspectos a serem considerados na inserção de conceitos sobre a NdC em sala de aula, guiados pelas seguintes questões: O que ensinar? Como ensinar?

¹¹ Disponível em <https://efape.educacao.sp.gov.br/sobre-nos/>. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

Para que ensinar? Como avaliar? De forma a promover o protagonismo dos professores da rede estadual, o módulo 3 do curso foi pensado para a participação efetiva do professor na criação, análise e possível implementação de propostas pedagógicas que visem à discussão de aspectos da Natureza da Ciência em sala de aula, de forma a aprofundar o estudo do Currículo Paulista do Ensino Médio e os conceitos abordados durante o processo de formação. Por fim, o módulo 4 teve como finalidade a avaliação dos participantes sobre o período vivenciado no curso de formação, bem como sua contribuição para possíveis melhorias.

Quadro 4 – Organização dos módulos didáticos do curso de formação continuada.

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula – 1ª Edição/2021	
Módulos	Conteúdos
1 – Conceitos sobre a Natureza da Ciência	• O que é Natureza da Ciência; • Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos. • A NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio.
2 – Considerações para inserção da NdC em sala de aula	• Considerações para inserção em sala de aula: ○ Para quê ensinar? ○ O que ensinar? ○ Como ensinar? (materiais e estratégias) ○ Como avaliar?
3 – Currículo em ação	• Aplicação de uma proposta didática vinculando aspectos da NdC ao Currículo Paulista. • A relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula.
4 – Avaliação do curso pelos participantes	• Encerramento • Avaliação do curso

Fonte: Autoria própria.

Como o curso foi realizado em parceria com a DERG, não houve restrição de um grupo de professores de uma escola específica, sendo oferecido a todos os profissionais da rede estadual paulista da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no segmento do Ensino Médio, desde que ativos na base da Secretaria Escolar Digital no ano de 2021 e vinculados a DERG¹², podendo ser: Professor de Educação Básica II de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Professor Coordenador (com formação na área supracitada), Professor Coordenador geral (com formação na área supracitada) e Professor Coordenador de área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Para participar do curso de formação, os professores realizaram a inscrição no período de 11 a 31 de agosto de 2021 por meio de preenchimento de formulário de inscrição no *Google Forms* (APÊNDICE A), disponibilizado no regulamento do curso, que foi divulgado

¹² Atualmente a DEG contempla os municípios de Aparecida, Arapeí, Areias, Bananal, Cachoeira Paulista, Canas, Cruzeiro, Cunha, Guaratinguetá, Lavrinhas, Lorena, Piquete, Potim, Queluz, Roseira, São José do Barreiro e Silveiras, totalizando 357 escolas, sendo 78 da Rede Estadual e 279 da Rede Municipal. Disponível em: <https://deguaratingueta.educacao.sp.gov.br/numero-de-escolas-da-diretoria-de-ensino/>. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

pela DERG. No próprio formulário de inscrição foi realizado o levantamento de dados sobre a formação e atuação do docente interessado e disponibilizado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para uso dos dados nesta pesquisa.

O curso aconteceu de forma remota por meio da plataforma *Google Classroom*, no período de 04 de setembro a 23 de outubro de 2021. Os encontros foram realizados com atividades remotas de forma assíncrona (EAS), durante a semana, e síncrona (ES), aos sábados.

Nos encontros assíncronos, os temas e as atividades de cada módulo foram disponibilizados aos sábados às 14h00 no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do *Google Classroom*, ficando disponível até às 23h00 da sexta-feira da semana seguinte, de acordo com as datas programadas conforme cronograma disponível no Quadro 5. Dessa forma, a cada semana foi disponibilizado um texto de apoio com o conteúdo aprofundado sobre o tema de estudo e uma videoaula gravada que discutia os principais tópicos abordados no texto. Para promover a reflexão do tema abordado na semana, a troca de experiências e a interação entre os cursistas e entre cursistas e a mediadora, foram propostas atividades no ambiente do virtual, sendo elas: fórum de discussões, com perguntas direcionadas que propiciassem a reflexão e o aprofundamento do tema da semana; análise de materiais e estratégias didáticas para a inserção da Natureza da Ciência em sala de aula; criação e análise de uma proposta didática (PD), com base no Currículo Paulista, de forma a promover discussões sobre a NdC em sala de aula.

Quadro 5 – Cronograma com a estrutura geral do curso de formação continuada.

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula – 1ª Edição/2021					
Módulo	Tipo de Encontro	Data	Conteúdo Programático	Carga Horária Encontros Síncronos	Carga Horária Encontros Assíncronos
1	ES1	04/09	- Boas vindas e apresentação do curso; - Discussão inicial: concepções prévias sobre NdC. <i>Atividade 1: preenchimento do questionário inicial.</i>	3 horas	-
	EAS1	04/09 a 10/09	- Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos. - A NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio. <i>Atividade 2: Fórum de discussão.</i>	-	6 horas
2	ES2	11/09	Considerações para inserção em sala de aula: para quê ensinar?	3 horas	-
	EAS2	11/09 a 17/09	- Considerações para inserção em sala de aula: o que ensinar? <i>Atividade 3: Fórum de discussão.</i>	-	6 horas

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula – 1ª Edição/2021					
Módulo	Tipo de Encontro	Data	Conteúdo Programático	Carga Horária Encontros Síncronos	Carga Horária Encontros Assíncronos
	ES3	18/09	Considerações para inserção em sala de aula: o que ensinar e como ensinar?	3 horas	-
	EAS3	18/09 a 24/09	- Considerações para inserção em sala de aula: como ensinar? (materiais) <i>Atividade 4: análise de materiais.</i>	-	6 horas
	ES4	25/09	Considerações para inserção em sala de aula: como ensinar? (estratégias)	3 horas	-
	EAS4	25/09 a 01/10	- Considerações para inserção em sala de aula: como avaliar? <i>Atividade 5: Fórum de discussão.</i>	-	6 horas
3	ES5	02/10	Currículo em ação: aplicação de uma proposta didática vinculando aspectos da NdC ao Currículo Paulista.	3 horas	-
	EAS5	02/10 a 15/10	- A relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula. <i>Atividade 6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista.</i>	-	6 horas
	ES6	16/10	A relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula.	3 horas	-
	EAS6	16/10 a 22/10	<i>Atividade 7: Análise e reflexão do processo de criação da proposta didática</i>	-	6 horas
4	ES7	23/10	- Encerramento. <i>Atividade 8: avaliação do curso.</i>	3 horas	-

Fonte: Autoria própria.

Os encontros síncronos foram realizados de modo virtual, no *Google Meet*, agendados nos dias previstos com a disponibilização do link de acesso no *Google Agenda* do AVA, além de serem encaminhadas via e-mail e WhatsApp aos participantes. De forma a promover uma maior interação, foram realizadas exposições dialogadas com o auxílio de tecnologias digitais de comunicação, como o *Google Forms*, o *mentimeter*, o *sli.do* e o *padlet*. Além disso, foram realizadas atividades de criação de equipes para leitura, discussão e apresentação de reflexões direcionadas para o tema proposto no dia.

Partindo da premissa de que o professor deve ser protagonista de sua própria prática, foi proporcionado um ambiente de reflexão sobre o tema abordado e a prática profissional dos cursistas. As atividades realizadas nos encontros foram pautadas na ação e na colaboração entre os professores, na análise de materiais, na apresentação de estratégias de ensino, na reflexão dos assuntos abordados e na prática didática em sala, bem como na criação de propostas que foram discutidas por todos os participantes do processo de formação.

Ao final do curso, os participantes realizaram uma avaliação da sua percepção sobre o curso ministrado e sobre sua própria participação nas atividades propostas por meio de um formulário no *Google Forms*.

3.3.1 Detalhamento das atividades realizadas:

O Quadro 6 apresenta um resumo do planejamento dos encontros do curso de formação, contendo o número do encontro, o tema trabalhado, os objetivos que se esperava que os professores participantes alcançassem, uma breve descrição das atividades realizadas e os materiais usados. Além disso, na última coluna, relacionamos os instrumentos de coleta de dados que foram empregados em cada encontro.

Por meio do conteúdo dos Capítulos 1 e 2 desta tese, foi criado um material para base de estudo dos professores (APÊNDICE B) e slides para auxiliar na explanação e discussão teórica dos encontros (APÊNDICE C). Tais materiais, bem como os questionários e atividades propostas, estão disponibilizados nos apêndices¹³.

De modo a promover uma maior compreensão das atividades realizadas e das mudanças que aconteceram ao longo do caminho, detalhamos, a seguir, cada um dos encontros do curso:

a) Encontro síncrono 1 (ES1):

No 1º encontro síncrono do curso de formação, realizamos um momento de boas vindas dos participantes com a apresentação de todos os presentes e de suas expectativas com relação ao curso. Discutimos os objetivos do curso bem como o contexto da pesquisa ao qual ele se insere. Exploramos o AVA do *Google Classroom* a ser usado no curso e a programação a ser seguida, de forma a tirar dúvidas e explorar pontos mais técnicos relacionados à participação, à entrega de atividades e às condições necessárias para a certificação dos participantes.

¹³ Também disponibilizamos de modo *online* e em maior qualidade os materiais usados ao longo do curso para visualização, consulta e utilização pública. Para acessá-los basta clicar [neste link](#) ou realizar a leitura do QR Code:



Quadro 6 - Resumo do plano do curso de formação Abordando a NdC em sala de aula.

Encontro	Tema	Objetivo	Descrição das atividades	Materiais e recursos utilizados	Instrumento de Coleta de dados
ES1	O que é NdC?	- Conhecer o curso e os professores participantes. - Reconhecer o significado do termo NdC e as áreas de conhecimento que a compõem.	- Apresentação do curso. - Apresentação dos participantes e suas expectativas com relação ao curso. - Mapeamento das compreensões sobre NdC por meio do <i>mentimeter</i>. - Exposição dialogada sobre o conceito de NdC. - Realização da A1 (questionário VOSTS).	- Slides elaborados pela pesquisadora com base nas páginas 06-08 do material de apoio. - <i>mentimeter.com</i>. - A1 (questionário VOSTS adaptado no <i>Google Forms</i>). - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro. - Respostas da A1.
EAS1	Conceitos sobre a NdC.	- Reconhecer a visão consensual e não consensual na abordagem da NdC. - Identificar a NdC nos documentos oficiais (BNCC e Currículo Paulista).	- Exposição sobre as diferentes abordagens de aspectos da NdC e sua presença no Currículo, com base no material de apoio enviado para estudo. - Proposição da A2: fórum de discussão com questões norteadoras.	- Material de apoio (p. 06-17). - Videoaula gravada com base no material de apoio. - <i>Google Classroom</i>.	- Respostas da A2.
ES2	Para quê ensinar sobre a NdC?	- Se informar e refletir sobre as diferentes percepções sobre a NdC da população e de estudantes. - Reconhecer o impacto que a abordagem de aspectos da NdC pode ter na formação dos estudantes. - Debater e relacionar como abordar um tema que envolva aspectos da NdC e sua importância na formação do estudante.	- Retomada do tema do EAS1. - Apresentação e discussão de dados de pesquisas sobre a percepção da Ciência da população e dos estudantes. - Exposição dialogada sobre a importância de abordar a NdC em sala de aula com base em pesquisas da área de Ensino de Ciências. - Discussão em grupo guiada por perguntas com exposição das ideias do grupo em plenária.	- Material de apoio (p. 18-22). - Slides elaborados com base no material de apoio. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro.
EAS2	O que ensinar sobre a NdC?	- Relacionar os conceitos CTS e os aspectos da NdC. - Refletir sobre as percepções gerais do grupo sobre a NdC.	- Exposição sobre a abordagem CTS e sua relação com a NdC e discussão das respostas dos professores ao questionário VOSTS. - Proposição da A3: fórum de discussão com questões norteadoras.	- Material de apoio (p. 22-27). - Videoaula gravada com base no material de apoio. - <i>Google Classroom</i>.	- Respostas da A3.

Encontro	Tema	Objetivo	Descrição das atividades	Materiais e recursos utilizados	Instrumento de Coleta de dados
ES3	O que ensinar sobre a NdC?	- Reconhecer e dialogar com os aspectos da NdC a serem considerados na inserção em sala de aula, com base nos conceitos CTS. - Identificar e relacionar aspectos da NdC. - Identificar a diferença entre a abordagem implícita e explícita.	- Retomada da relação entre a abordagem CTS e os aspectos da NdC. - Exposição dialogada sobre o que ensinar em sala de aula, com base nos tópicos do VOSTS e na sua relação com as pesquisas da área (Quadro 3). - Atividade colaborativa de associação de trechos retirados de artigos científicos com a área que discute os aspectos da NdC presentes nesses trechos. - Introdução às considerações de como abordar os aspectos da NdC em sala de aula.	- Slides elaborados pela pesquisadora com base nas páginas 22-27 do material de apoio. - Quadro colaborativo no padlet.com. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro.
EAS3	Como ensinar sobre a NdC?	- Reconhecer a abordagem explícita integrada ao Currículo como meio para inserir a NdC em sala de aula. - Reconhecer materiais não didáticos que podem ser usados para abordar a NdC em aula. - Identificar aspectos da NdC em um material e relacionar sua utilização didática.	- Retomada das considerações sobre como ensinar sobre a NdC com base na abordagem explícita e reflexiva de modo integrado ao Currículo; e apresentação de materiais variados que podem ser utilizados para a abordagem da NdC em sala de aula, com base em pesquisas da área. - Proposição da A4: escolha e análise de um material dentro do repositório disponibilizado no AVA.	- Material de apoio (p. 28-38). - Vídeoaula gravada com base no material de apoio. - Exemplo de análise de um material. - Modelo em branco para realização da atividade. - <i>Google Classroom</i>.	- Propostas criadas na A3.
ES4	Como ensinar sobre a NdC?	- Reconhecer estratégias para a abordagem de aspectos da NdC. - Relacionar o uso de uma estratégia para abordar um aspecto sobre a NdC.	- Recordação dos materiais que podem ser usados para abordagem da NdC em sala de aula, vistos no EAS3. - Mapeamento da relação dos professores com o uso de materiais variados em suas aulas por meio de enquête no <i>sli.do</i>. - Exposição dialogada sobre diferentes estratégias para a abordar aspectos da NdC em sala de aula, com aspectos teóricos e exemplos de como foram implementadas em pesquisas da área. - Atividade individual de reflexão sobre como usaria uma das estratégias estudadas para abordar um assunto que proporcionasse a discussão de aspectos da NdC em uma aula, por meio do <i>Google Forms</i>.	- Material de apoio (p. 38-44). - Slides elaborados com base no material de apoio. - Enquete no <i>sli.do.com</i>. - Questionário no <i>Google Forms</i>. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro. - Resultado quantitativo da enquête. - Respostas do questionário.

Encontro	Tema	Objetivo	Descrição das atividades	Materiais e recursos utilizados	Instrumento de Coleta de dados
EAS4	Como avaliar aspectos da NdC?	- Reconhecer a importância do processo avaliativo formativo e diagnóstico. - Relacionar a avaliação formativa e diagnóstica no contexto da NdC.	- Apresentação de fatores relevantes no processo avaliativo, com base na BNCC e em pesquisas da área de Ensino; discussão sobre a avaliação no contexto da abordagem de aspectos da NdC em sala de aula. - Proposição da A5: fórum de discussão com questões norteadoras.	- Material de apoio (p. 45-48). - Vídeoaula gravada com base no material de apoio. - <i>Google Classroom</i>.	- Respostas da A5.
ES5	Currículo em ação.	- Debater os meios de avaliação e dificuldades no processo avaliativo. - Reconhecer e discutir elementos da NdC na BNCC. - Discutir uma proposta didática que visa abordagem de aspectos da NdC de modo a identificar elementos do Currículo.	- Reflexão sobre o processo de avaliação com base nas respostas dos professores ao fórum de discussão A5. - Retomada dos principais pontos para inserção da NdC em sala de aula: para que ensinar; o que ensinar; como ensinar, como avaliar. - Aprofundamento da presença da NdC no Currículo com a reflexão das competências gerais da BNCC e das competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. - Apresentação e análise de uma proposta didática sobre o tema expansão do Universo, tendo como foco a discussão de aspectos da NdC relacionados às competências, às habilidades e aos objetos de conhecimento do Currículo. - Explicação da atividade a ser realizada no EAS5.	- Slides elaborados pela pesquisadora com base nas páginas 49-61 do material de apoio. - Exemplo de proposta didática criada. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro.
EAS5	Currículo em ação.	- Criar uma proposta didática que retrata a NdC, de modo articular as competências, habilidades e objetos de conhecimento do Currículo Paulista. - Discriminar como a proposta contribui para a discussão da NdC.	- Proposição da A6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista.	- Material de apoio (p. 49-61). - Vídeoaula gravada para explicação da A6. - Exemplo de proposta didática (utilizada no ES5). - Modelo em branco para realização da atividade. - Currículo Paulista para consulta. - <i>Google Classroom</i>.	- Propostas criadas na A6.
ES6	Currículo em ação.	- Comunicar e dialogar sobre propostas didáticas que visam a inserção da NdC em sala de aula.	- Relembrar os principais pontos para inserção da NdC em sala de aula e sua relação como currículo: para que ensinar; o que ensinar; como ensinar, como avaliar.	- Slides usados no EAS5. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro.

Encontro	Tema	Objetivo	Descrição das atividades	Materiais e recursos utilizados	Instrumento de Coleta de dados
			- Socialização das propostas criadas pelos professores na A6. - Explicação da atividade a ser realizada no EAS6.		
EAS6	Currículo em ação.	- Refletir sobre o processo de criação da proposta didática.	- Proposição da A7: análise e reflexão do processo de criação da proposta didática.	- Questões disponibilizadas por meio do <i>Google Forms</i>. - <i>Google Classroom</i>.	- Respostas da A7.
ES7	Encerramento.	- Sintetizar os saberes e vivências ao longo do curso de formação. - Avaliar o curso de formação e a participação individual.	- Questionamento sobre as aprendizagens dos professores no curso de formação e sobre como foi participar dele. - Proposição da A8: avaliação do curso por meio do <i>Google Forms</i>. - Finalização com considerações sobre a NdC na sala de aula e os desafios a serem considerados, com base nas colocações dos professores ao longo do curso de formação. - Encerramento com trecho do poema <i>As duas caixas</i>, de Rubem Alves.	- Slides elaborados para o encontro. - Mentimeter.com. - Questionário no <i>Google Forms</i>. - Poema <i>As duas caixas</i>, de Rubem Alves. - <i>Google Meet</i>.	- Transcrição do encontro. - Respostas da A8.

Fonte: Autoria própria.

Foi promovida uma discussão para verificar a compreensão dos professores sobre a NdC, por meio do seguinte questionamento: “O que você compreende por Natureza da Ciência?”. Para isso, foi utilizada a plataforma *mentimeter*, em que os professores podem inserir suas considerações de forma anônima, para que todos pudessem visualizar e refletir de forma a não gerar constrangimento para o grupo. Optamos por usar essa plataforma nesse momento, pois o grupo ainda era muito recente e os professores poderiam se sentir desconfortáveis em se expor logo no início.

Após a discussão das respostas, apresentamos de forma expositiva dialogada o que as pesquisas falam sobre a NdC tendo como foco a denominação do termo e das áreas que contribuem para compreendermos a NdC. Além disso, para investigarmos as concepções iniciais dos professores sobre a NdC e o trabalho científico de forma a conhecer sua visão e discuti-las posteriormente nos encontros, propusemos a *atividade 1: preenchimento do questionário inicial (A1)*, por meio do questionário VOSTS adaptado, disponibilizado no *Google Forms*.

b) Encontro assíncrono – semana 1 (EAS1):

Disponibilizamos no *Google Classroom* o material de estudo assíncrono a ser realizado na semana 1 do curso, sendo esse: o arquivo em pdf das páginas 06 a 17 da apostila referentes ao conteúdo a ser estudado; a videoaula que apresenta o tema; e a atividade proposta da semana.

O foco das reflexões desta semana foram a discussão das diferentes perspectivas na abordagem da NdC. Apresentamos um panorama geral sobre as principais pesquisas que discutem aspectos relevantes a serem abordados sobre a NdC em sala de aula, para que os professores tivessem um contato mais aprofundado com os conceitos da área. Além disso, realizamos uma introdução sobre a relevância da discussão de aspectos da NdC no Ensino de Ciências, relacionando o que as pesquisas na área discutem e o que os documentos oficiais apontam como necessário para a formação integral do estudante, por meio das DCNEM, da BNCC e do Currículo vigente no estado de São Paulo.

Como forma de verificarmos as reflexões que os professores realizaram por meio do estudo do material da semana, propusemos a *atividade 2: fórum de discussão (A2)* com quatro questões norteadoras, sendo essas:

- a) Você já abordou aspectos da NdC em suas aulas (mesmo que de forma inconsciente)?

- b) Considerando as reflexões e estudos realizados nesta semana sobre o conceito de NdC e a forma como ela aparece nos documentos que regem o Ensino Médio, você acredita ser importante ensinar sobre a NdC a seus alunos? Por quê?
- c) Considerando as diferentes perspectivas na abordagem da NdC apresentadas (consensos e dissensos), qual a que mais se aproxima da sua visão sobre a forma como ela deve ser apresentada aos estudantes? Por quê?
- d) Caso tenha algum ponto que levantou sua curiosidade, que te causou dúvida ou que queira compartilhar com os demais colegas neste curso, fique à vontade para inserir neste tópico.

c) Encontro síncrono 2 (ES2):

Como observamos que alguns professores não realizaram a atividade proposta no encontro assíncrono da semana 1, não havia garantias de que teriam feito o estudo do material para acompanhar as discussões que seriam estabelecidas neste encontro. Portanto, retomamos de uma forma mais geral o conceito de NdC, as áreas que contribuem para sua compreensão e as diferentes perspectivas (dissenso e consenso) na abordagem da NdC. Após essa retomada, demos continuidade ao que estava planejado para o ES2: as considerações para inserção da NdC em sala de aula, com foco no “para quê ensinar?”.

Para auxiliar na problematização da importância da discussão do tema, foram apresentadas de forma expositiva dialogada as percepções da sociedade de uma forma geral e de estudantes sobre a NdC, para que os professores se sensibilizassem frente à imagem estereotipada e ingênua desses estudantes, podendo, inclusive se reconhecer nelas e/ou reconhecer a visão de seus alunos. Além disso, foram apresentadas considerações com base em pesquisas da área de Ciência sobre a importância de abordar aspectos da NdC em sala de aula.

Como modo de discutir de maneira pontual e obter uma opinião mais estruturada dos professores, foi proposto uma discussão em grupo por meio da ferramenta de grupos do *Google Meet*, em que os professores deveriam refletir os pontos abaixo e apresentar o reflexo dessa discussão aos demais colegas.

- a) O que você acredita ser importante abordar sobre a Natureza da Ciência em sala de aula (um conceito, um tema, uma situação, etc.)?
- b) Como a abordagem desse tema/conceito/situação/etc. se relaciona com os aspectos do "para quê ensinar" sobre a NdC?
- c) Qual a forma como você abordaria esse tema/conceito/situação/etc. para atingir o objetivo esperado?

d) Encontro assíncrono – semana 2 (EAS2):

Foi disponibilizado no AVA: o material de estudo da semana que envolve as considerações sobre “o que ensinar” sobre a NdC em sala de aula (p. 22-27); a videoaula com a discussão das respostas ao questionário VOSTS pelos professores, com considerações sobre as percepções que mais apareceram nas respostas; e a atividade para reflexão do assunto estudado na semana, intitulada *atividade 3: fórum de discussão (A3)*, que continha as seguintes questões norteadoras:

- a) Os profissionais da educação estão preparados para discutir sobre a NdC em sala de aula? Se sim, você acredita que esta é uma prática efetiva no dia a dia escolar? Se não, o que você acredita ser necessário para que este tipo de discussão aconteça?
- b) Caso você tivesse que ministrar uma aula que abordasse aspectos da NdC neste exato momento, como você se sentiria?
- c) Você acredita que conhecer os aspectos de NdC é suporte necessário para realizar esta aula hipotética ou precisaria de outros conceitos para abordar tais aspectos? Por quê?

e) Encontro síncrono 3 (ES3):

Foi possível observar pelas respostas do fórum de discussão que alguns dos professores não estavam acompanhando os materiais disponibilizados para estudo ao longo da semana, devido à falta de realização da A3 e por resposta inconsistente com o que estava sendo proposto na discussão do fórum. Como a discussão deste encontro era uma continuação e aprofundamento do tema abordado no EAS2, foram feitas: uma breve revisão sobre a relação entre os conceitos da abordagem CTS e os aspectos da NdC; e a discussão das respostas dos professores ao fórum da A3. Posteriormente foi realizada uma exposição dialogada por meio de slides de forma a aprofundar as questões sobre “o que ensinar” sobre a NdC, com base no material teórico disponibilizado no AVA do EAS2 para estudo (p. 22-27), que tinha como foco a discussão de aspectos da NdC relevantes para a abordagem em sala de aula por meio dos tópicos do VOSTS.

Na sequência, foi proposta uma atividade colaborativa no *padlet* (ferramenta *online* que permite a criação de um mural dinâmico e interativo em que várias pessoas podem acessar ao mesmo tempo para registrar e compartilhar conteúdo) em que haviam vários quadros com trechos retirados de artigos que traziam exemplos de aspectos sobre “o que ensinar” sobre a NdC, em que os professores deveriam associar as ideias ali presentes a tais aspectos, ligando os quadros uns aos outros.

Após a discussão dessa atividade, iniciamos uma breve introdução do conteúdo que seria estudado na semana 3, referente a “como ensinar” sobre a NdC. De modo a desmistificar que o professor deve criar uma situação de aprendizagem somente para abordar aspectos da NdC, foi colocada a abordagem integrada ao Currículo como a mais adequada à realidade dos professores e de suas aulas – uma vez que podem adaptar aquilo que já fazem para refletir determinado aspecto da NdC que se relacione com aquele contexto a ser trabalhado. Também foi feita a diferenciação entre a abordagem implícita e a explícita, enfatizando que a abordagem explícita e reflexiva é a que tem demonstrado maior eficácia na discussão de aspectos da NdC em sala de aula pelas pesquisas, sendo a que iremos adotar ao longo do curso.

f) Encontro assíncrono – semana 3 (EAS3):

Por meio do material de estudo (p. 28-38) e da videoaula da semana, disponibilizados no AVA, os professores foram apresentados a materiais variados que podem auxiliar na inserção de aspectos da NdC em sala de aula. Além disso, foi proposta a *atividade 4: análise de material* (A4) em que deveriam escolher um material, dentre os disponíveis no repositório do curso, para realizar uma atividade de análise para identificar as características de NdC que esse material apresenta e possibilita discutir em sala de aula, de forma que seguissem o modelo disponibilizado na atividade (APÊNDICE D).

g) Encontro síncrono 4 (ES4):

Retomamos brevemente o que foi visto no material do EAS3 sobre como abordar a NdC na sala de aula com base em diferentes materiais que podem ser usados pelos professores, de modo a garantir que todos estivessem informados do que havia sido trabalhado ao longo do EAS3. Por meio da plataforma interativa *sli.do* realizamos uma enquete com as seguintes questões:

- 1) Quais dos materiais que vimos durante a semana você já usou em sala de aula?
- 2) O que te motiva ou desmotiva a levar materiais variados para a sala de aula?
- 3) Alguns dos materiais você não tem costume de levar para a sala de aula?

Por meio das respostas, realizamos uma breve reflexão sobre a relação dos professores com os diferentes materiais, com foco no que os motiva e desmotiva e desmotiva a usá-los em sala de aula.

Após o diálogo das respostas, iniciamos o tema de estudo do encontro. Inicialmente havia sido planejado um estudo em pequenos grupos das estratégias que podem ser usadas para abordar a NdC em sala de aula. Por meio da ferramenta de formação de grupos do *Google Meet* (já usada no ES2), os professores seriam divididos. Cada grupo receberia um

arquivo contendo as informações do material de apoio sobre uma das estratégias para leitura e discussão. Posteriormente, os grupos retornaram para apresentar aos demais a estratégia estudada e como ela pode ser aplicada no sentido de abordar a NdC. Porém, devido ao número de inscritos assíduos nos encontros síncronos, não haviam participantes suficientes para a realização da atividade, sendo necessário alterar o que havia sido planejado e realizar a exposição dialogada de tais estratégias.

Após a discussão teórica foi proposta uma atividade de reflexão por meio do *Google forms* em que os professores deveriam escolher uma das estratégias estudadas e descrever como a utilizaria para abordar um assunto que envolvesse algum aspecto da NdC em uma aula.

h) Encontro assíncrono – semana 4 (EAS4):

Por meio do material de apoio (p. 45-48) e da videoaula disponibilizada no AVA, foi apresentado o que as pesquisas na área de Ensino de Ciência e os documentos oficiais apontam como fatores relevantes para avaliação do processo de ensino e de aprendizagem, discutindo formas de transpor essas teorias para refletir sobre “como avaliar” a inserção de aspectos da NdC em sala de aula.

Para promover a discussão do tema da semana, foi disponibilizada a *atividade 5: fórum de discussão* (A5) com as seguintes questões:

- a) O que você acha importante considerar no momento da avaliação?
- b) Como você avalia seu aluno? Que tipo de estratégias e ferramentas utiliza?
- c) Dentro de uma situação que envolva aspectos da NdC em sala de aula, como você realizaria um processo de avaliação?
- d) Quais as dificuldades que você mais associa ao processo avaliativo?

i) Encontro síncrono 5 (ES5):

Este encontro abre o Módulo 3 do curso, em que os professores vão associar de forma prática o que viram no curso com o Currículo Paulista. Para isso, iniciamos o encontro relembrando o que foi discutido no Módulo 2, sobre as considerações para a inserção da NdC na sala de aula (para quem ensinar, o que ensinar, como ensinar e como avaliar). Como a avaliação de aspectos da NdC é considerado pelas pesquisas um ponto de atenção, o foco dessa revisão foi reforçar o processo avaliativo formativo e diagnóstico atrelado aos objetivos de aprendizagem (tanto do Currículo, quanto do para quem ensinar sobre a NdC), de modo que o professor possa ter subsídio para conhecer a visão dos estudantes sobre a NdC e (re)pensar suas aulas. Neste momento as discussões tiveram como foco as reflexões que os professores fizeram no fórum de discussão do EAS4 sobre o processo de avaliação.

Posteriormente, conversamos sobre a estrutura do Currículo Paulista, de modo a identificarmos como a NdC aparece no material por meio das competências e das habilidades previstas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Criamos uma proposta didática (PD) envolvendo o tema expansão do Universo por meio da teoria do Big Bang, com base nas competências 2 e 3 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de modo a trabalhar as habilidades EM13CNT201 e EM13CNT303; e os objetos de conhecimento Teoria do Big Bang, expansão do universo e leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, utilizando fontes confiáveis. Tal PD foi criada com o intuito de ilustrar como alguns aspectos da NdC podem ser abordados em sala de aula. A ideia inicial era aplicar essa proposta com os professores como se eles fossem os alunos que participariam desta situação de aprendizagem, porém, as discussões iniciais sobre avaliação levaram mais tempo do que o planejado. Portanto, optamos por não aplicar a atividade com os professores, mas analisá-la junto deles para que pudessem identificar como a discussão de aspectos da NdC estava sendo proposta situação e como ela se relacionava com o Currículo.

Por fim, realizamos a explicação da atividade proposta para o encontro assíncrono da semana 5.

j) Encontro assíncrono – semana 5 (EAS5):

Foi proposta no AVA a *atividade 6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista* (A6), em que os professores deveriam planejar uma atividade, uma aula ou uma sequência de aulas que permitisse a inserção de aspectos da NdC em sala de aula, atrelados aos conceitos e habilidades previstas no Currículo. Para isso, foi disponibilizado um modelo de plano de aula (APÊNDICE E) de forma que conseguíssemos as informações mínimas necessárias para analisar posteriormente as propostas.

k) Encontro síncrono 6 (ES6):

De modo a possibilitar a troca de experiências e aprendizados entre os professores, este encontro foi planejado para que cada professor socializasse a proposta didática criada na A6. Porém, dois fatores interferiram no planejamento: a falta de entrega da A6 no AVA e o número de professores presentes neste encontro¹⁴.

¹⁴ Devido ao feriado de 12 de outubro, o EAS5 ficou disponível por duas semanas, já que não seria possível a realização do ES no dia 09 de outubro, devido à emenda do feriado. Desse modo, os professores tiveram duas semanas para a realização da proposta didática da A6. Esse fato poderia ser um facilitador, uma vez que era uma atividade que demandava um tempo maior para a sua realização, porém acabou sendo um complicador, já que os professores alegaram esquecer não apenas da atividade, mas do próprio ES6 – mesmo com os lembretes de atividades pendentes e dos encontros enviados toda sexta-feira por e-mail e pelo grupo do WhatsApp.

O encontro foi iniciado fazendo novamente a revisão do que havia sido estudado no Módulo 2, sobre as considerações para a inserção da NdC na sala de aula, enquanto esperávamos o ingresso de mais professores na chamada – entrei em contato pelo grupo do WhatsApp para lembrá-los, de modo que mais dois professores entraram na chamada cerca de 1 hora após o início do encontro, totalizando cinco professores.

Dos presentes, apenas dois haviam realizado a PD e compartilharam o que haviam produzido, suas motivações e dificuldades. Apesar das intercorrências, o encontro fluiu com a troca entre os presentes, que puderam tirar dúvidas e contribuir com a proposta dos colegas.

l) Encontro assíncrono – semana 6 (EAS6):

Como o módulo 3 do curso tem como objetivo uma reflexão mais profunda do professor sobre a relação teoria e prática, foi disponibilizada no AVA a *atividade 7: Análise e reflexão do processo de criação da proposta didática* (A7). Nesta atividade os professores deveriam refletir sobre como foi o processo de criação da PD que produziram na A6 por meio das seguintes perguntas norteadoras disponibilizadas em um formulário no *Google forms*:

- 1) Quais os principais aspectos considerados na criação da proposta?
- 2) Qual foi o primeiro passo para o planejamento da proposta didática?
- 3) Como foi associar o currículo com os aspectos da NdC vistos durante o curso?
- 4) Houve alguma dificuldade na criação da proposta didática? Qual? Se sim, quais os fatores determinantes para a superação dessa dificuldade?
- 5) Quais os conceitos, relacionados com a atividade idealizada, você acredita que seus alunos teriam maior facilidade ou dificuldade de compreender? Por quê?
- 6) Você encontraria dificuldades para avaliar a aprendizagem dos conceitos discutidos na sua proposta? Por quê?
- 7) Você irá aplicar a proposta em sala de aula ou ela foi criada apenas para este curso?

m) Encontro síncrono 7 (ES7):

Por meio da nuvem de palavras na plataforma *Mentimeter*, convidamos os professores a exporem o que aprenderam no curso respondendo à pergunta “Se pudesse resumir em poucas palavras como foi participar do curso de formação ‘Abordando a NdC em sala de aula’, quais seriam?”. Por meio das respostas anônimas, foram discutidos de forma geral os pontos colocados pelos professores. Além disso, questionamos de forma aberta “O que você aprendeu neste curso?”, de modo que cada um pode apresentar sua opinião e refletir sobre o processo de formação pelo qual passaram. Por fim, os professores responderam a um formulário no *Google forms*, referente à *atividade 8: avaliação do curso* (A8), com questões

mais pontuais que avaliam a opinião dos participantes sobre o curso e sobre sua participação nele (APÊNDICE F).

3.4 Professores participantes da pesquisa

Se inscreveram no curso de formação 29 professores da rede estadual vinculados à DERG. Desses, 24 estavam dentro dos critérios do regulamento: professores ou coordenadores ativos na DERG que lecionam na Educação Básica II na área de Ciências da Natureza. Dos 24 inscritos, 15 não compareceram a nenhum encontro e não realizaram nenhuma das atividades propostas no AVA, sendo considerados desistentes¹⁵. Dos nove professores que iniciaram a participação no curso, dois desistiram pelo caminho, participando apenas dos encontros síncronos iniciais e realizando algumas das atividades assíncronas propostas, com a alegação de que não conseguiriam continuar a participar dos encontros aos sábados devido a outros compromissos. Apenas sete realizaram o curso até o final de forma satisfatória, participando de no mínimo 75% dos encontros síncronos e realizando 100% dos estudos e atividades propostas de forma assíncrona no AVA, sendo considerados sujeitos da pesquisa.

Apresentamos, no Quadro 7, as informações pessoais e profissionais que auxiliam na caracterização dos sujeitos da pesquisa. Ressaltamos que foram usados nomes de cientistas brasileiros na identificação dos professores de modo a preservar a anonimidade e integridade dos participantes.

Quadro 7 - Informação pessoal/profissional dos professores participantes do curso e sujeitos da pesquisa.

Nome	Idade (anos)	Formação/graduação	Especialização/Pós-graduação	Leciona há (anos)	Disciplinas que leciona
César	62	Engenharia Elétrica	-	30	Física
Carlos	49	Bacharelado em Engenharia Industrial Química; Licenciatura em Química	Especialização em Gerenciamento de Resíduos Urbanos e Industriais	20	Química
Bertha	42	Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências com Habilitação em Biologia	Especialização em Magistério de Biologia	22	Biologia e Tecnologia

¹⁵ Percebemos que muitos desses professores realizaram a inscrição no curso sem estar ciente de sua estrutura e da obrigatoriedade na participação de 75% dos encontros síncronos aos sábados, por não terem lido o regulamento.

Nome	Idade (anos)	Formação/graduação	Especialização/Pós-graduação	Leciona há (anos)	Disciplinas que leciona
Oswaldo	40	Licenciatura em Matemática (Complementar em Física)	Mestrado em Ciências e Projetos Educacionais	15	Física e Matemática
Mário	72	Bacharelado em Engenharia Química; Licenciatura em Química	Produção e Controle de Tintas e Vernizes	37	Física e Química
José Leite	59	Bacharelado em Engenharia Química; Licenciado em Química	Mestrado em Catálise Doutorado em Energia	22	Física e Química
Elisa	29	Licenciatura em Ciências Biológicas	-	Começou em 2021	Biologia, Química e Ciências

Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que o grupo possui professores com vasto tempo de formação e atuação na educação básica, exceto pela professora Elisa que é recém formada e começou a lecionar no ano de 2021, tendo menos de um ano de atuação no período em que o curso de formação aconteceu.

Quanto à formação dos professores, notamos que a Bertha, o Oswaldo e a Elisa têm como foco na formação inicial a licenciatura e possuem continuação com especialização ou mestrado também em alguma área de Ensino de Ciências. Os demais professores são engenheiros que fizeram a licenciatura para poder lecionar na Educação Básica, inclusive o Mário e o José Leite que, durante sua apresentação no primeiro encontro síncrono, afirmaram que passaram a lecionar após se aposentarem.

Mário: O que me empolgou no curso, eu voltei a dar aula justamente por que é uma área que falta é convidados né, falta professor, não tem professor, enfim, e eu tava à toa, sem fazer nada, aí foi convidado a dar aula em uma escola particular aqui em Cruzeiro [...], eu aposentei em 2017 no estado, né, e 2018 eu voltei, fiquei 18-19 aí veio pandemia e tal, saí mas fui convidado novamente por diretores de escola para mim integrar a rede e tal e eu fui, voltei né, fui dar aula em uma cidadezinha aqui que quase ninguém gosta de ir por que é longe né, Barreiro, tá, mas é muito bom, pessoal bom, fantástico né, e hoje estou na PEI aqui em Lavrinhas, né. É gostei, eu gostei muito, acho que tudo é um aprendizado né [...] (ES1).

Vemos que até mesmo a especialização e Pós-graduação desses profissionais foram na área vinculada à engenharia e/ou atuação na indústria. Isso se dá, possivelmente, em virtude de termos na região duas universidades – Universidade Estadual Paulista e Universidade de São Paulo – que possuem diversos cursos de engenharia e muitos dos profissionais que não conseguem emprego na área, que se aposentam ou adquirem interesse em ser professor, acabam migrando para a educação e lecionando em uma área correlata à sua formação.

Além dos professores sujeitos da pesquisa, também acompanharam os encontros síncronos quatro PCNP da área de Ciências da Natureza: Simone Maia, Milton, Graziela e

Sonja. Exceto pela Simone Maia, que participou de todos os encontros, os demais se revezavam para estar conosco aos sábados de forma a dar suporte aos professores (essa foi uma demanda da DERG para a realização do curso). Eles não participaram dos momentos de estudo e atividades no AVA, porém, quando presentes nos encontros síncronos, contribuíram com as discussões realizadas. Portanto, optamos por incluir suas falas e reflexões no material a ser analisado, mediante autorização por meio do TCLE.

Desse modo, trazemos algumas informações que nos auxiliam na contextualização da formação desses profissionais: Simone Maia é PCNP de Química e de Projetos Especiais, Mestre em Educação, possui Licenciatura Plena em Pedagogia e em Química, além de ter como sua primeira Graduação a Engenharia Química; Graziela, PCNP de Biologia, possui Licenciatura em Biologia e Pedagogia e Especialização em Gestão do Currículo para Professores Coordenadores; Sonja, PCNP de Biologia, com Licenciatura em Biologia e Pedagogia e Especialização em Gestão e Supervisão Educacional; e Milton, PCNP de Física, com Licenciatura em Física e Mestrado Profissional em Ciências.

3.5 Acompanhamento da prática dos professores

De modo a verificar como se dá a prática pedagógica dos professores participantes do curso, acompanhamos¹⁶ as aulas dos professores Carlos e Bertha durante o período em que o curso aconteceu. Outros professores, como o César e o Mário, demonstraram interesse no formulário de inscrição do curso em nos receber para o acompanhamento das aulas, porém as escolas eram muito afastadas e/ou as aulas em dias que não conseguiríamos acompanhar devido ao desencontro dos horários de aula dos professores e da nossa disponibilidade. Por isso, a escolha do Carlos e da Bertha, uma vez que ambos lecionavam na mesma escola e tínhamos um dia da semana compatível para acompanhamento das aulas.

Agendamos, com esses professores, uma conversa inicial para dia 30 de agosto de 2021 em que discorreremos sobre esta pesquisa, o objetivo do acompanhamento das aulas e como ele aconteceria. Foi combinado que acompanharíamos as aulas de segunda-feira, uma vez que era um dia que tínhamos disponibilidade e que ambos tinham carga-horária das disciplinas de Ciências da Natureza – pois em outros dias, além da aula da disciplina específica que ministram, também compunham sua carga horária aulas de projeto de vida, tecnologias e eletivas.

¹⁶ O acompanhamento das aulas foi realizado pela pesquisadora.

O planejamento inicial era que fossem acompanhadas as aulas antes do início do curso de formação, durante a realização dele e após sua finalização. Porém, devido a fatores que nos fugiram ao controle, como: o período de inscrição do curso, para verificar quem seriam os participantes e quais aceitariam nos receber; o retorno dos professores para o agendamento de uma reunião prévia para tirar dúvidas e para a assinatura do TCLE; e ao feriado e ao calendário da escola, foi possível iniciar as observações somente no dia 20 de setembro de 2021 – duas semanas após o início do curso. As observações se encerraram no dia 23 de outubro de 2021, uma semana após o encerramento do curso, uma vez que nas semanas seguintes coincidiriam feriados e emendas de feriado do mês de novembro e, em seguida, o final do ano letivo – com toda a sua tribulação para os professores participantes e para a própria pesquisadora no seu quarto mês de gestação – dificultando o acompanhamento de mais aulas após a finalização do curso de formação. Desse modo, acompanhamos os professores por cinco dias, totalizando quatro aulas do professor Carlos e oito aulas da professora Bertha.

Reforçamos que o acompanhamento das aulas foi realizado no contexto da pandemia da COVID-19. No período de outubro e novembro de 2021, vivíamos um período de retomada das aulas presenciais, em que os alunos optavam ou não por ir à escola. A retomada nesta escola se deu do seguinte modo: aqueles que optaram por participar presencialmente às aulas davam o nome na secretaria e, dependendo da quantidade de interessados, era feito um rodízio em que uma semana ia parte da turma e na outra os demais. Aqueles que não estavam presentes ou que optaram por não retornar ao presencial, tinham a possibilidade de acompanhar as aulas por meio de vídeo chamada no *Google Meet* – todas as salas foram equipadas com computador e webcam para transmissão da aula – e recebiam materiais e atividades por meio do *Google Classroom*, além de terem acesso ao conteúdo do centro de mídias.

As aulas observadas foram áudio gravadas, mediante autorização dos professores por meio da assinatura do TCLE, e as observações realizadas durante a prática pedagógica foram registradas nas notas de campo, uma vez que as gravações não captam as impressões que surgem no momento da interação.

3.6 Metodologia para análise dos dados

A análise dos dados é de cunho qualitativo que, segundo Günther (2006), é baseada na compreensão ou interpretação dos fenômenos estudados pelo pesquisador em sua

complexidade. Mason (2006) enfatiza o potencial da investigação qualitativa na geração de novas compreensões dos contextos a serem estudados, especialmente no que se refere às experiências sociais, melhorando a capacidade de explicação e generalização dos fenômenos.

Para Moreira (2003), a pesquisa qualitativa no ensino tem como principal preocupação a compreensão dos fenômenos sociais mediante a participação na vida dos atores pesquisados.

O pesquisador qualitativo também transforma dados e eventualmente faz uso de sumário, classificações e tabelas, mas a estatística que usa é predominantemente descritiva. Ele não está preocupado em fazer interferências estatísticas, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. Interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa. Interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significado dos sujeitos (...). Nessa etapa assume outra faceta da pesquisa qualitativa: a narrativa. (MOREIRA, 2003, p. 24)

Na perspectiva da análise qualitativa, pautamo-nos na Análise Textual Discursiva (ATD), descrita por Moraes e Galiuzzi (2011), por se tratar de uma metodologia de análise que possibilita novas compreensões em relação ao objeto de estudo. Isso porque essa estratégia metodológica busca construir categorias que não precisam ser excludentes (SANTOS; DALTO, 2012), oferecendo um olhar mais abrangente em relação ao *corpus* – produções linguísticas que referenciam um fenômeno em determinado contexto e tempo, no nosso caso: as transcrições dos encontros do curso de formação e das aulas assistidas; as atividades realizadas pelos professores; e as notas de campo da pesquisadora.

Moraes e Galiuzzi (2011) indicam a ATD como sendo um processo de construção de compreensões do fenômeno estudado que emergem a partir de uma sequência recursiva. Esse processo se dá por meio da unitarização, que trata da desconstrução do *corpus* analítico, da categorização pelo estabelecimento de relações entre as unidades obtidas na etapa anterior e da validação dos dados, que trata da emergência da nova compreensão sobre o fenômeno.

Na etapa de unitarização, há desmontagem do *corpus* a fim de examiná-los em seus detalhes, fragmentando-os até alcançar suas unidades de significado (MORAES; GALIAZZI, 2011). É nesse momento que estabelecemos uma relação íntima com os dados, por meio da leitura e de um olhar minucioso. Apoiados pelo referencial teórico, descrevemos esses dados intensamente, a fim de construirmos interpretações, atribuindo-lhes significados.

A segunda etapa da análise é o processo de categorização das unidades de significado, em que estabelecemos relações entre elas, organizando-as e agrupando-as a fim de expressarmos “novas compreensões dos fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 74). As categorias podem ser definidas de três formas: a *priori*, em que as categorias são definidas antes da análise inicial; após a análise inicial, construídas a partir dos dados

obtidos após a análise, fornecendo categorias emergentes; ou ainda de forma mista, mesclando categorias *a priori* e emergentes.

É no estabelecimento das categorias que buscamos validar nossa produção, descrevendo com maior amplitude e precisão os resultados investigados. Nesta última etapa, expressamos por meio do metatexto a compreensão atingida nas etapas anteriores. Moraes e Galiazzi (2011) apontam que é no movimento da escrita do metatexto que o pesquisador é desafiado a expressar seus pensamentos e argumentos originais de forma clara e organizada. Esses argumentos vão além das bases do referencial teórico, pois é necessário o investimento no pensamento próprio, conseguindo-se “enxergar além do que o discurso dominante permite” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 213).

O *corpus* analítico se constitui dos dados coletados por meio das: transcrições das gravações dos encontros síncronos de formação continuada; atividades realizadas pelos professores; transcrições das gravações das aulas dos professores que acompanhamos durante o curso; bem como do diário de campo da pesquisadora no acompanhamento de tais aulas. Com isso, os excertos apresentados ao longo dos resultados foram codificados de modo a identificar de qual instrumento ele é proveniente. Sempre após um excerto é informado entre parênteses a sigla com a codificação, conforme apresentado do Quadro 8:

Quadro 8 – Siglas da codificação do *corpus* analítico.

Sigla	Descrição
ES	Transcrição do encontro síncrono. Vem acompanhada do número do encontro, exemplo: ES2, encontro síncrono 2.
Aula	Observação da aula dos professores. Vem acompanhada do número da aula acompanhada, exemplo: Aula 1.
A1	Atividade 1: questionário VOSTS.
A2	Atividade 2: Fórum de discussão proposto no EAS1.
A3	Atividade 3: Fórum de discussão proposto no EAS2.
A4	Atividade 4: análise de material de modo a identificar aspectos da NdC e as possibilidades de usá-lo em sala de aula.
A5	Atividade 5: fórum de discussão proposto no EAS4.
A6	Atividade 6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista.
A7	Atividade 7: Análise e reflexão do processo de criação da proposta didática
A8	Atividade 8: formulário de avaliação do curso e auto-avaliação.

Fonte: Autoria própria.

A análise do *corpus* foi realizada em três etapas:

- Primeira etapa:

Realizamos a leitura da transcrição dos encontros síncronos e das respostas das atividades propostas durante tais encontros e dos fóruns de discussão dos encontros assíncronos. Para guiar a leitura e a unitarização do *corpus*, tomamos como base as categorias estabelecidas no modelo de Magnusson *et al.* (1999) para discutir as bases de conhecimento do saber docente e os componentes do PCK, apresentados no Capítulo 3. Como tais categorias

têm como base o Ensino de Ciências, realizamos adaptações para a adequação ao ensino de aspectos da NdC, principalmente no que tange o SMK.

Desse modo, foram definidas categorias *a priori*, com base no modelo de Magnusson *et al.* (1999), e subcategorias mistas, guiadas por tal modelo, porém ampliadas de acordo com outros fatores que consideramos contribuir para a formação das bases de conhecimento dos professores, identificadas durante o processo de fragmentação e de estabelecimento de relações das unidades de significado. As categorias e subcategorias de análise estão sintetizadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Relação das categorias e subcategorias de análise.

Categorias (bases de conhecimento)	Subcategorias (fatores que compõem as bases de conhecimento)
4.1 Conhecimento sobre a NdC	4.1.1 Conhecimento de aspectos da NdC 4.1.2 Influências no conhecimento de aspectos da NdC 4.1.3 Conhecimento sobre a importância de abordar a NdC em sala de aula
4.2 Conhecimento pedagógico geral	4.2.1 Gerenciamento e organização de sala de aula 4.2.2 Princípios instrucionais e objetivos educacionais 4.2.3 Aprendizizes e aprendizado 4.2.4 Valores e crenças e a experiência prática do professor
4.3 Conhecimento do contexto	4.3.1 Contexto da escola 4.3.2 Contexto dos alunos 4.3.3 Contexto sócio-histórico
4.4 Conhecimento de materiais e estratégias instrucionais	4.4.1 Estratégias para o ensino de ciências 4.4.2 Estratégias para um tema específico 4.4.3 Interesse dos alunos 4.4.4 Materiais variados
4.5 Conhecimento do currículo	4.5.1 Currículo específico 4.5.2 Currículo geral 4.5.3 Programas e materiais curriculares
4.6 Conhecimento dos alunos	4.6.1 Requisitos para aprendizagem 4.6.2 Dificuldades 4.6.3 Motivações e interesses
4.7 Conhecimento da avaliação	4.7.1 Conhecimento das dimensões da aprendizagem a ser avaliada 4.7.2 Conhecimento dos métodos de avaliação 4.7.3 Reconhecimento da avaliação como orientadora da própria prática 4.7.4 Conhecimento das dificuldades atreladas à avaliação

Fonte: Autoria própria.

De modo a auxiliar a categorização dos excertos do *corpus*, durante a leitura e análise dos dados, sublinhamos palavras e frases que conduziram as relações entre as unidades de significados e orientaram as discussões realizadas.

Essa primeira etapa possibilitou a sistematização dos fatores que constituem as bases de conhecimentos do grupo de professores participantes desta pesquisa e serviu de base para a segunda etapa de análise.

- Segunda etapa:

Analizamos as produções dos professores durante o curso, sendo elas a A4 e a A6, que tinham como objetivo a aplicação dos conhecimentos em propostas para a sala de aula, bem como a A7, que previa a reflexão sobre a proposta didática criada.

Foi feita a descrição geral das propostas e apresentados os elementos analisados em cada uma delas. Na A4, em que os professores realizaram a análise de um material, foram analisados: a motivação na escolha do material; sua contribuição para abordar a NdC; e como ele usaria o material em aula. Na A6, em que os professores criaram uma proposta didática para abordar aspectos da NdC em sala de aula, bem como na A7 que previa a reflexão de tal proposta, foram analisados: os aspectos priorizados na proposta; a motivação do professor para a elaboração da proposta; a contribuição da proposta; e as dificuldades que eles expressaram no processo de criação da proposta.

Como as categorias e subcategorias de análise foram sistematizadas na etapa 1, elas serviram como base para a análise das criações dos professores, em que foram sublinhados, nos excertos extraídos das propostas, elementos que permitiram relacioná-las com as subcategorias.

A análise realizada nesta etapa possibilitou a sistematização das bases de conhecimento mobilizadas pelos professores em suas produções, de modo a verificar suas relações e as principais influências dessas na formação do seu PCK sobre a NdC.

- Terceira etapa:

Considerando que a prática pedagógica recebe influência das orientações para o ensino disciplinar que cada professor possui e que tais orientações são guiadas pelos conhecimentos e valores que determinam sua prática em sala de aula (MAGNUSSON *et al.*, 1999; GESS-NEWSOME, 1999), analisamos a transcrição das aulas do professor Carlos e da professora Bertha com base na relação entre as referências sobre a NdC e a reflexão dos conhecimentos, valores e práticas que compõem seu PCK sobre a NdC.

Desse modo, definimos *a priori* as categorias: **conhecimentos priorizados, práticas envolvidas nas aulas, valores que guiam a prática pedagógica**. Após a definição de tais categorias, foi realizada a leitura da transcrição das aulas, agrupando excertos que apresentavam relação com as categorias estabelecidas. Priorizamos o detalhamento dos momentos em que os aspectos da NdC foram abordados, no sentido de verificar o modo como ambos realizaram a discussão em sala de aula.

No Capítulo 4, a seguir, apresentamos o produto da análise dos dados, o metatexto, que expressa a organização lógica da compreensão dos dados pela pesquisadora, por meio da lente do referencial teórico usado.

CAPÍTULO 4

CONHECIMENTOS MOBILIZADOS NA FORMAÇÃO DO PCK SOBRE A NdC

Neste capítulo, apresentamos a discussão dos resultados da pesquisa, com base na identificação dos fatores que constituem as bases de conhecimento dos professores participantes que compõem o seu PCK sobre a NdC. Antes de apresentar tais discussões, julgamos importante conhecer a motivação e as expectativas dos professores participantes quanto ao curso de formação continuada, uma vez que isso pode impactar sua participação ao longo do processo.

Apresentamos no Quadro 10 tais expectativas e motivações dos professores para com o curso de formação, observadas nas respostas do questionamento: “Por que o interesse em participar deste curso de formação?”, presente no formulário de inscrição, e do momento de boas-vindas no ES1, em que os professores tiveram espaço para se apresentar e falar um pouco do que esperavam do curso.

Quadro 10 - Interesses e expectativas dos professores para o curso de formação continuada.

Nome	Interesse em participar do curso	Expectativa apresentada no ES1
César	Comprometimento com o novo ensino médio.	O que eu espero é essa transição do ensino híbrido, como o José Leite falou, <u>a parte prática, né, que chama muita atenção</u> . Nós já sentimos que esse salto que nós demos do das aulas anteriores para agora né, usando toda essa tecnologia, é ela dá um colorido melhor as aulas então é dá a expectativa de ter <u>mais ferramentas para trabalhar</u> , é isso, um abraço.
Carlos	Aprender <u>novas maneiras de abordagem e metodologias</u> em sala de aula.	Eu sempre gosto de trabalhar com, com projetos diferentes né, e esse curso, esse tema é realmente é um tema diferente para nós, então achei <u>bem curioso</u> , olha por que não aprender né? A gente vive aprendendo né.
Bertha	<u>Atualização profissional</u> .	O que me chamou atenção do curso foi a questão da Natureza das Ciências que <u>foi um conteúdo que a gente não abordou ainda né</u> , isso que me chamou a atenção para fazer esse curso, né, que é um <u>diferencial que a gente tem né</u> , eu faço bastante curso na EFAP e esse tempo até então eu não tinha encontrado ainda.
Oswaldo	Para <u>aprofundar meus conhecimentos</u> . E <u>melhorar minha formação</u> profissional.	Espero do curso muito <u>aprendizado para utilizar com os professores e alunos</u> .
José Leite	Para <u>desenvolver mais o conhecimento e inovar</u> nas aulas dadas.	E a expectativa que eu tenho [...] é uma <u>aplicação didática</u> , daquilo que pode fazer não só na área de física, na área de química. Então tá bom, a expectativa é <u>colocar a parte prática né, a serviço dos alunos</u> . Colocar tudo aquilo que vemos em

Nome	Interesse em participar do curso	Expectativa apresentada no ES1
		teoria e tentar colocar isso em prática pra facilitar o aprendizado dos alunos, então é isso né.
Mário	<u>Atualização e adequação as novas tecnologias.</u>	[...] para a gente é muito importante, né, é <u>estar se atualizando</u> , ainda mais hoje em dia, né, que nós temos um avanço muito grande em todas as áreas, então é importantíssimo para nós estar atualizado, né. Por que se você não tiver atualizado você se excluiu, né; não é que o mercado exclui a gente, agente se exclui né e eu gostaria é uma área que eu gosto, é uma área que eu trabalhei muito, né; é uma área que eu tenho muita experiência, né; já montei muito departamento de indústria né; enfim na área é mecânica metal né; perfeito, fundição enfim, usinagem, né; e aí vai né; galvanoplastia e por aí a fora. Então esse é o meu currículo aí, né; e to muito empolgado com vocês.
Elisa	Acredito que é uma formação complementar importante que vai agregar na minha vida acadêmica, com a junção do projeto em si mais a <u>contribuição no decorrer das aulas das experiências dos outros professores.</u>	Não estava presente no encontro.

Fonte: Autoria própria.

Dentre as principais expectativas associadas ao curso, destacamos o interesse: na atualização profissional; nas ferramentas de trabalho e nas metodologias que podem ser usadas na prática didática; no aprofundamento dos conhecimentos; no tema que despertou curiosidade; e na troca de experiência com outros professores. Dessa forma, os professores demonstram que sua participação é motivada por diferentes questões, porém, é quase unânime entre os participantes a preocupação com a aplicação didática em sala de aula de forma que possam levar os conhecimentos, metodologias e discussões para os alunos.

No ES1, antes de terem contato com qualquer material ou discussão sobre o tema no curso de formação, buscamos investigar o que os professores entendiam sobre o termo “Natureza da Ciência”, se já ouviram falar sobre ele ou se tinham alguma ideia quando ouviam esse termo. Para tanto, realizamos o seguinte questionamento “O que você compreende por NdC?”. Obtivemos de forma anônima, por meio da plataforma *mentimeter.com*, as respostas disponibilizadas a seguir no Quadro 11:

Quadro 11 - Resposta dada pelos professores à questão “O que você compreende por NdC?” realizada no ES1 por meio do *mentimeter*.

Resposta dos professores
Seria a transposição didática utilizada em sala de aula.
A Natureza da Ciência acredito ser <u>“as perguntas” que fazemos para a construção do conhecimento</u> de nossas dúvidas.
São os <u>elementos que constituem</u> a Ciência.
<u>Conhecimento sobre os fenômenos da natureza e suas relações</u> com os seres vivos.
<u>É o estudo de todos os fenômenos naturais e desenvolvidos pelo o homem, mostra os porquês.</u>
A NdC é entendida como um conjunto de elementos que tratam a construção e organização do conhecimento científico.

Resposta dos professores
Engloba todos os <u>aspectos da ciência tanto social, cultural e geral</u> do ensino das ciências. Especificamente a resposta seria bem extensa por isso generalizei.

Fonte: Autoria própria.

Apesar de afirmarem durante o encontro que não conheciam o termo, as respostas indicam que os professores conseguem relacionar alguns pontos que ele abrange, como: os elementos que constituem a ciência, os aspectos sociais e culturais, as relações com a sociedade, o estudo/conhecimento dos fenômenos naturais, o processo envolvido (“as perguntas”) na construção do conhecimento. Entretanto, a resposta que considera a NdC “[...] conjunto de elementos que tratam a construção e organização do conhecimento científico” foi bem categórica, se aproximando de uma definição formal do termo. Isso nos intrigou e fizemos uma busca simples no *Google* verificando que o professor não respondeu com suas palavras, mas copiou a definição de um site da internet, seja por insegurança em responder “errado” – apesar de frisarmos que estávamos levantando as suas concepções prévias e que não havia uma resposta correta para a pergunta – ou por ter conhecimento geral do termo, mas não saber como colocar com suas palavras.

Ter uma noção do que o termo significa ou pesquisar na internet como meio de obter uma resposta não é suficiente para se apropriar do conceito e ser capaz de abordá-lo em sala de aula. Embora isso não impeça que o professor mencione os aspectos da NdC mesmo que de forma inconsciente ou sem a intencionalidade de discuti-los, o que pode reforçar percepções ingênuas sobre a construção do conhecimento científico. Quando questionamos no item *a* da A2: “Você já abordou aspectos da NdC em suas aulas (mesmo que de forma inconsciente)?” – neste momento os professores já haviam tido contato com reflexões sobre o significado do termo (ES1) e sobre as diferentes perspectivas presentes nas pesquisas (EAS1) – observamos que, ao compreenderem um pouco mais sobre o tema, os professores conseguiram reconhecer algumas de suas práticas em que trabalharam tais aspectos, como pode ser observado no Quadro 12.

Quadro 12 - Resposta dada pelos professores à questão "a) Você já abordou aspectos da NdC em suas aulas (mesmo que de forma inconsciente)?" realizada na A2.

Professor	Respostas
Bertha	a) Já abordei quando contextualizo historicamente uma descoberta científica como, por exemplo, descoberta da vacina, lei de Mendel ou evolução dos seres vivos.
Carlos	a) Acredito que sim, pois sempre estamos abordando a história por trás das ciências, estamos mostrando o que ela ajudou na mudança da sociedade e seu comportamento, além de fazer com que o aluno reflita sobre os temas.
César	a.] Sim! A Situação de Aprendizagem em questão foi do Currículo Paulista e era uma aula onde os alunos deveriam defender um réu e outros acusá-lo, baseado em evidências científicas.

Professor	Respostas
Mário	Constantemente em minhas aulas busco associar o tema com a natureza, principalmente do cotidiano deles pois assim é mais fácil introduzir os conceitos. Por exemplo quando me referi aos materiais pergunto a eles o que contem a banana, o pão, o leite e assim por diante. Buscar sempre uma linguagem do cotidiano deles e explicar como se diz na terminologia técnica. Para eles o leite, o feijão azedou. Para nós ocorreu um fenômeno químico que se chama fermentação. Caso contrário fica difícil para eles e nem sempre interessante. O nosso olhar deve sempre ter foco no cliente, devemos observar, analisar e busca de maneira que seja compreendido por eles nossos alunos. Na implantação da norma ISO 9000 se fala muito em cliente interno e externo que são os pilares de sustentação de qualquer negócio ter ao mesmo tempo foco em ambos e a essencial. Os grandes filósofos da atualidade dizem isto; de nada adiante fazer o melhor se não atender as expectativas de seu cliente. O importante é surpreende-los dentro de suas ansiedades.
José Leite	Sim já abordei, acho de extrema importância ensinar aos alunos sobre a NdC, eles precisam estar conscientes da importância da natureza da ciência em suas vidas.
Oswaldo	a) Sim.
Elisa	a) Sim.

Fonte: Autoria própria.

Ao trazer exemplos de momentos em que reconhecem ter abordado aspectos da NdC, Bertha e Carlos falam sobre o uso da contextualização por meio da HC que é uma forma do estudante ter contato com a tentatividade do conhecimento científico (do inglês *tentativeness of scientific knowledge*, Aikenhead; Ryan, 1992, p. 482), as mudanças pela qual ele passou e, como apontado por Carlos, com a própria sociedade da época. César apresenta um exemplo que usou com base no Currículo Paulista, identificando que o próprio material usado contém situações que contribuem para a discussão da NdC em sala de aula.

Outras respostas foram mais generalizadas, como as dos professores Oswaldo e Elisa, que responderam “sim” à pergunta, mas não trouxeram uma reflexão que nos permitisse acessar exemplos de como fizeram esse tipo de abordagem. Assim como José Leite, que apenas complementou afirmando que esse tipo de abordagem é importante para que os estudantes estejam “conscientes da importância da natureza da ciência em suas vidas”. Essa afirmação nos alerta para o fato de que ele ainda está se apropriando do termo, indicando a NdC como algo que o aluno deva se apropriar, enquanto frisamos durante os encontro que ela é uma reflexão sobre o processo de construção do conhecimento que nos permite ter uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência, e que essa consequência de se discutir tais aspectos em sala de aula é o mais importante para o estudante – por exemplo, o estudante não tem que saber o que o termo NdC significa, mas ter contato com as reflexões que ele possibilita.

A resposta do professor Mário também demonstra que ele não se apropriou do que seria uma abordagem de aspectos da NdC em sala de aula, seja por falta de estudo do material ou em virtude de o curso ainda estar em um momento muito inicial. Observamos que a resposta descreve como sua prática busca relacionar conceitos científicos com o cotidiano do

estudante, porém não dá indícios de como isso se relaciona com o que discutimos como sendo uma abordagem de aspectos da NdC. Além disso, tanto o professor Mário quanto o professor José Leite responderam à A2 de uma forma generalizada, sem apresentar todos os itens (a, b e c) solicitados no fórum de discussão¹⁷.

Levando em consideração que é importante que o professor tenha domínio sobre o tema que ele irá ensinar (LEDERMAN, 1992) – que ele estude, leia, conheça o que as pesquisas trazem como sendo importante considerar na inserção da NdC em sala de aula, os materiais e as estratégias que podem utilizar, as relações com o currículo que usa como base para a preparação de suas aulas –, o curso oportunizou momentos em que os participantes puderam ter contato com tais reflexões de forma a possivelmente construírem uma base de conhecimentos sobre a NdC para poderem ensinar sobre ela – seu PCK sobre a NdC.

Traremos a seguir o metatexto referente à análise das discussões propostas no curso de formação de acordo com as bases de conhecimento que influenciam o PCK do professor e das categorias que a compõem, seguindo o modelo de Magnusson *et al.* (1999).

4.1 Conhecimento sobre a Natureza da Ciência (SMK/NdC)

No Capítulo 2, destacamos que pesquisas na área de Ensino de Ciências indicam que a percepção do professor sobre a NdC, além de transparecer na sua prática pedagógica, influencia a visão que o aluno tem da Ciência. Em geral, a imagem ingênua e descontextualizada da Ciência está presente no imaginário dos professores, que têm pouco (ou nenhum) contato com discussões mais atuais sobre a NdC em sua formação inicial ou continuada – o que contribui também para que discussões sobre a temática sejam pouco exploradas de forma intencional em sala de aula, uma vez que o professor tem dificuldades de abordar aquilo que não domina.

Dessa forma, conhecer o SMK/NdC dos professores participantes é importante para compreendermos as categorias que formam suas bases de conhecimento, influenciando seu PCK sobre a NdC. Fundamentado nas categorias de Magnusson *et al.* (1999) sobre conhecimento elaboramos as subcategorias do SMK/NdC neste trabalho, sendo essas: **(4.1.1) conhecimento de aspectos da NdC; (4.1.2) influências no conhecimento de aspectos da**

¹⁷ Fazemos este apontamento como uma forma de esclarecimento ao leitor, uma vez que certas percepções com relação à participação e comprometimento dos cursistas no curso ficam inerentes ao pesquisador-observador: durante os encontros síncronos, observamos uma participação muito baixa de ambos os professores. As atividades de ambos nos encontros assíncronos nem sempre cumpriam com todos os requisitos solicitados, como foi o caso deste exemplo e como veremos em atividades mais elaboradas como a A4 e a A6. Isso foi levado em consideração na análise dos dados obtidos.

NdC; e (4.1.3) conhecimento sobre a importância de abordar a NdC em sala de aula. Detalhamos a seguir as subcategorias que constituem a categoria que representa a base conhecimentos sobre a NdC dos professores participantes:

4.1.1. Conhecimento de aspectos da NdC

Para verificar os conhecimentos de aspectos da NdC dos professores, levamos em consideração: aquilo que já fazia parte da sua visão sobre a NdC, por meio do questionário VOSTS, e como essa visão se manifestou e/ou se modificou durante o curso, por meio da transcrição das reflexões durante os encontros síncronos e das atividades realizadas. Dessa forma, traçamos um panorama individual dos conhecimentos de aspectos da NdC de modo a caracterizar a visão dos mesmos – pois veremos que ela influencia outros fatores – e um panorama geral com os aspectos que se destacaram no conhecimento de aspectos da NdC pelo grupo investigado.

A discussão dos conhecimentos de aspectos da NdC identificados se pauta na visão que se aproxima do que as pesquisas indicam como sendo uma imagem contemporânea e contextualizada ou mais estereotipada da Ciência e do cientista (fundamentada no Capítulo 1 desta pesquisa).

O Quadro 13 resume a relação dos temas abordados pelas perguntas do questionário VOSTS (A1) e a indicação dos professores que optaram por uma das afirmações que se aproximam de uma visão ingênua e estereotipada da NdC. As respostas completas de cada um dos itens do VOSTS e a indicação dos professores que as assinalaram constam no Apêndice G.

Podemos observar que as dimensões que mais apresentaram conhecimentos que se aproximam de uma imagem estereotipada da NdC foram as que refletem: a natureza do conhecimento científico (9 respostas), a influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade (8 respostas); seguidas das que abordam a influência da sociedade na Ciência e na Tecnologia (6 respostas) e as características dos cientistas (5 respostas). As dimensões que menos apresentaram percepções que se aproximam de uma imagem ingênua da NdC por parte dos professores foram as que abordam questões relacionadas à definição de ciência, tecnologia e suas relações (1 resposta) e a construção do social do conhecimento científico (3 respostas).

Apresentamos a seguir um panorama geral das respostas dos professores e das visões que se aproximam ou que se afastam de uma imagem estereotipada da ciência, de acordo com as respostas dadas pelos mesmos ao questionário VOSTS.

Quadro 13 - Relação geral de respostas que se aproximam de uma visão ingênua/estereotipada da NdC nas respostas dos professores ao questionário VOSTS aplicado.

Dimensão	Item do VOSTS	Tema abordado na questão do VOSTS	Professores que responderam ao item demonstrando que se aproximam de uma visão ingênua/estereotipada da NdC							Nº respostas ingênuas por item	Nº respostas ingênuas por dimensão
			Bertha	Carlos	Oswaldo	Mário	César	José Leite	Elisa		
1. Ciência, tecnologia e suas relações	10111	Definição de ciência							x	1	1
	10211	Definição de tecnologia								0	
	10411	Relação entre ciência e tecnologia								0	
2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia	20141	Controle político e governamental da Ciência				x				1	6
	20411	Influência religiosas e éticas relacionadas a cultura			x		x			2	
	20611	Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência			x		x	x		3	
4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade	40111	Efeitos potenciais (positivos e negativos) da C&T	x		x	x	x	x		5	8
	40131	Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos				x				1	
	40211	Contribuição da C&T para decisões sociais								0	
	40221	Contribuição da C&T para a tomada de decisões sociais		x						1	
	40311	Reconhecimento dos benefícios e malefício da ciência				x				1	
	40412	Contribuição da C&T para a resolução de problemas sociais								0	

Dimensão	Item do VOSTS	Tema abordado na questão do VOSTS	Professores que responderam ao item demonstrando que se aproximam de uma visão ingênua/estereotipada da NdC							Nº respostas ingênuas por item	Nº respostas ingênuas por dimensão
			Bertha	Carlos	Oswaldo	Mário	César	José Leite	Elisa		
6. Características dos cientistas	60111	Motivação do cientista								0	5
	60211	Características necessárias (padrões) para se fazer ciência		x						1	
	60226	Valores dos cientistas no seu trabalho						x		1	
	60411	Vida social dos cientistas					x			1	
	60521	Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		x		x				2	
7. Construção social do conhecimento científico	70111	Coletividade da ciência								0	3
	70212	Decisões científicas						x	x	2	
	70311	Comunicação profissional entre cientistas								0	
	70611	Influência do indivíduo no conhecimento científico				x				1	
9. Natureza do conhecimento científico	90211	Natureza dos modelos científicos			x			x	x	3	9
	90411	Tentatividade do conhecimento científico						x		1	
	90521	Suposições e o progresso da ciência		x	x	x	x			4	
	90611	Abordagem científica das investigações					x			1	
	90711	Precisão e incerteza no conhecimento científico / tecnológico.								0	
Número total de respostas que se aproximam de uma percepção ingênua/estereotipada da NdC por professor			1	4	5	7	6	6	3		

Fonte: Autoria própria.

Quanto às questões que abordam a definição de ciência, tecnologia e suas relações, na questão 10111, todos os professores demonstram perceber a Ciência como um campo de estudo e construção de conhecimento, de forma a explicar o universo, a natureza e contribuir para a sociedade, que se aproxima de uma visão mais realista e próxima dos objetivos da Ciência atual (MCCOMAS *et al.* 1998; GIL-PÉREZ *et al.* 2001; DAGHER; ERDURAN, 2016). Somente a professora Elisa apontou que “ninguém pode definir ciência”, uma afirmação que exime a responsabilidade de definir minimamente o campo científico, aproximando-se de uma percepção ingênua, uma vez que o campo científico é bem delimitado e existem características mínimas que possibilitam defini-lo, ou ao menos distinguir a ciência da não ciência (KÖCHE, 2011).

No item 10211, os professores apresentam uma percepção mais próxima do que se considera como desenvolvimento tecnológico atualmente, em que a Tecnologia visa identificar as necessidades da sociedade, concretizar projetos para a resolução de problemas práticos, analisar resultados obtidos em um contexto social, econômico e político (SANTOS, 1999) e auxiliar no desenvolvimento de produtos e processos.

No item 10411, que afirmava que Ciência e Tecnologia estão intimamente relacionadas, todos os professores apresentaram a seguinte resposta: *B. Elas estão intimamente relacionadas, porque a pesquisa científica leva a aplicações práticas em Tecnologia e os desenvolvimentos tecnológicos aumentam a capacidade de fazer pesquisas científicas.* Isso indica uma percepção mais próxima do que se considera a dinâmica da relação entre Ciência e Tecnologia, pautando na interação e influência mútua entre ambas e não na Tecnologia como mera aplicação da Ciência (MCCOMAS *et al.* 1998).

Na dimensão que aborda a influência da sociedade na Ciência e na Tecnologia, observamos na questão 20141 que os professores apresentam uma visão mais próxima do que se considera aceitável sobre a influência do governo na pesquisa científica, reconhecendo questões relacionadas a financiamento, políticas públicas de apoio e incentivo à pesquisa em determinadas áreas (ALLCHIN, 2011; DAGHER; ERDURAN, 2016). Com exceção do professor Mário que, apesar de reconhecer a influência do governo, apresenta uma visão de que o governo pode limitar e controlar as pesquisas a serem feitas por sua mera vontade, o que, em um país democrático, não é uma prática comum. As influências são no sentido de incentivar ou deixar de financiar certas áreas.

No item 20411, os professores consideram a influência de fatores culturais e religiosos na construção do conhecimento científico, indicando uma percepção de que a atividade científica não é neutra (MCCOMAS *et al.* 1998; GIL-PÉREZ *et al.* 2001; MATTHEWS,

2012). Segundo Santos (1999), as atividades científicas e tecnológicas são um sistema que resulta das interações humanas; de interações coletivas em nível local, regional, nacional e mundial; de grupos cujos membros estão unidos por interesses comuns, instituições que compartilham uma cultura comum.

Entretanto, a análise das respostas dos professores Oswaldo e César indicam que ambos manifestaram uma visão ingênua de que a Ciência não recebe influência de fatores externos como a cultura, visões de mundo e a religião de um povo, sendo socialmente neutra (GIL-PÉREZ *et al.* 2001). Além disso, na questão 20611, apesar de considerarem a influência de grupos sociais na pesquisa científica, apresentam a percepção de que o cientista é o detentor da última palavra quando se fala em ciência, que se aproxima de uma imagem ingênua que condiz com a ideia socialmente neutra da ciência e elitista com relação ao papel do cientista, percepção também observada na resposta do professor José Leite. Já os demais professores consideram que os grupos sociais podem influenciar a opinião pública e consequentemente o andamento de determinadas pesquisas, inclusive considerando questões relacionadas ao financiamento das mesmas, percepção que se aproxima das ideias mais aceitas sobre a forma como o conhecimento científico é produzido atualmente (ALLCHIN, 2011; DAGHER; ERDURAN, 2016).

Ao analisarmos as respostas à dimensão que reflete sobre a influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade, nos deparamos com o item que obteve o maior número de respostas que se aproximam de uma percepção ingênua da ciência e da tecnologia, o item 40111, que fala sobre a preocupação dos cientistas quanto aos efeitos de seu trabalho. Exceto pelos professores Carlos e Elisa, que reconhecem que os cientistas podem estar preocupados mas não conseguem prever os potenciais efeitos nocivos associados ao seu desenvolvimento científico e tecnológico ou podem saber de tais efeitos e mesmo assim prosseguir com as pesquisas, os demais professores apresentam respostas que se aproximam de uma imagem ingênua da ciência e da tecnologia como atividades socialmente neutras e utilitaristas (GIL-PÉREZ *et al.* 2001), que buscam apenas beneficiar a sociedade e realizam testes para evitar efeitos negativos ou problemas associados aos seus desenvolvimentos.

O item 40311 retoma a ideia do reconhecimento dos benefícios e malefícios da ciência, já iniciada no item 40111. Neste caso, exceto pelo professor Mário que reafirma sua percepção neutra e utilitarista da ciência e da tecnologia (GIL-PÉREZ *et al.* 2001), uma vez que não admite que os efeitos negativos dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, os demais professores demonstram nas respostas ideias que se aproximam de uma visão menos ingênua, pois consideram os impactos positivos e negativos de tais desenvolvimentos.

Podemos então observar que os professores reconhecem as diferentes facetas na produção de C&T, porém demonstram dificuldades em admitir o papel consciente do cientista quanto a sua responsabilidade pelos efeitos negativos.

Com relação ao item 40131, os professores demonstraram ter uma visão ligada ao papel ético na comunicação do conhecimento, como responsabilidade e dever do cientista que, ao disponibilizar a informação, auxilia na disseminação do conhecimento e na tomada de decisão da sociedade (MCCOMAS *et al.* 1998; DAGHER; ERDURAN, 2016). Apenas o professor Mário indica em sua resposta uma visão elitista da ciência (GIL-PÉREZ *et al.* 2001), que está acima da sociedade e não pode ser compreendida e alcançada pelos seres "comuns".

Quanto às reflexões relacionadas à contribuição da Ciência e da Tecnologia para a tomada de decisões sociais/resolução de problemas sociais, itens 40211, 40221 e 40412, as respostas dos professores indicam uma percepção que se aproxima de uma imagem contextualizada da construção do conhecimento científico, em que a sociedade deve ser considerada em decisões que envolvem a ciência e a tecnologia, o que condiz com uma ciência mais democrática e menos individualista (DAGHER; ERDURAN, 2016; GIL-PÉREZ *et al.* 2001). Além disso, foi possível perceber nas respostas o reconhecimento da ciência como um conhecimento necessário para a tomada de decisões morais, inclusive levando em consideração as outras áreas das ciências e não apenas as ligadas às ciências da natureza. Ressaltamos que apenas o professor José Leite não considera que as decisões morais possam se pautar no conhecimento científico e tecnológico, pois seriam tomadas unicamente com base nos valores e crenças de um indivíduo, percepção que indica uma visão neutra da ciência.

Quanto à dimensão que abordava questões relativas às características dos cientistas, observamos na questão 60111 que todos os professores reconhecem que existem diversos fatores que motivam o cientista, desde questões ligadas ao contexto humano do ser cientista (ALLCHIN, 2011) no desenvolvimento das pesquisas e no processo de investigação científica (MATTHEWS, 2012). Esse caráter humano do cientista, e consequentemente da ciência, também é levado em conta pelos professores na questão 60226, que reflete sobre os valores dos cientistas, as influências externas que a ciência pode sofrer (GIL-PÉREZ *et al.* 2001) e a relação com a teoria e a racionalidade na construção do conhecimento (MATTHEWS, 2012), fatores que indicam uma percepção mais ampla e contextualizada da ciência. Apenas o professor José Leite, ao indicar que “os cientistas são honestos em seu trabalho porque seu

trabalho afeta o bem-estar da sociedade” demonstra uma resposta ligada a uma imagem socialmente neutra (GIL-PÉREZ *et al.* 2001) e utilitarista do trabalho científico.

Nas questões 60211 e 60521, os professores demonstram por meio das respostas que reconhecem não existir uma característica específica que uma pessoa precisa ter para ser um cientista. Assim como em qualquer outra profissão que exija uma certificação, todos aqueles que se dedicam a uma área de estudo das Ciências, independente do sexo ou gênero, são cientistas e suas características pessoais podem influenciar na forma como fazem ciência, o que se aproxima de uma percepção mais contemporânea da NdC que considera o contexto humano (ALLCHIN, 2011), a criatividade e a subjetividade (MCCOMAS *et al.* 1998) do pesquisador na construção do conhecimento. Apenas os professores Mário e Carlos indicaram repostas que se aproximam de uma imagem mais estereotipada da NdC, considerando que os "bons" cientistas fazem ciência de uma forma diferenciada, percepção que indica uma visão individualista, elitista e neutra do fazer ciência (GIL-PÉREZ *et al.* 2001).

A dimensão em que menos identificamos percepções que se aproximam de uma imagem estereotipada da ciência é a que reflete sobre a construção social do conhecimento científico. Todos os professores demonstram, por meio das respostas às questões 70111 e 70311, reconhecer o papel coletivo da produção do conhecimento, levando em consideração as relações entre os cientistas, a comunidade científica e suas motivações, bem como a comunicação de seus desenvolvimentos para divulgação e avaliação pelos pares de forma a ter credibilidade no que está sendo desenvolvido (MCCOMAS *et al.* 1998; LATOUR; WOOLGAR, 1997).

Quanto a questões ligadas às decisões científicas, item 70212, os professores indicam em suas respostas uma percepção mais atual da NdC, considerando questões que vão além da influência dos fatos racionais na tomada de decisões, apontando a influência do contexto humano, das interações entre os cientistas e os valores que eles possuem como fatores que também podem influenciar tais fatos (ALLCHIN, 2011; MCCOMAS *et al.* 1998). Apenas os professores José Leite e Elisa, apesar de considerarem que as observações científicas são carregadas de teoria (MCCOMAS *et al.* 1998) que podem influenciar a observação e a interpretação dos fenômenos, não reconhecem a influência das motivações e dos valores pessoais nessas questões, o que se aproxima de uma percepção ingênua e neutra do trabalho científico (GIL-PÉREZ *et al.* 2001).

Quanto à influência do indivíduo no desenvolvimento de teorias, investigado no item 70611, os professores demonstram reconhecer que é necessário que o cientista se apoie na teoria e na racionalidade (MATTHEWS, 2012), porém consideram que existem fatores

(humanos, culturais, históricos, sociais etc.) que podem influenciar na forma em que procedem em seu trabalho (LEDERMAN *et al.*, 2002; MCCOMAS *et al.* 1998; ALLCHIN, 2011). Somente o professor Mário demonstra pela sua opção de resposta não reconhecer a individualidade do cientista como um fator que pode influenciar no desenvolvimento da ciência, se aproximando da visão de uma ciência neutra pautada na rigidez do método científico (GIL-PÉREZ *et al.* 2001).

A dimensão que mais obteve respostas que se aproximam de uma visão estereotipada da NdC é a que refletia questões sobre a natureza do conhecimento científico, sendo o item 90521 do questionário, que discutia sobre as suposições e o progresso da ciência aquele com maior número de respostas. Apenas os professores Bertha, José Leite e Elisa demonstram em suas respostas reconhecer na história da ciência o caráter tentativo, evolutivo e revolucionário (MCCOMAS *et al.* 1998) do conhecimento científico, percebendo a ciência como um processo passível de incerteza e mudanças. Já os demais professores indicam que a ciência não tem espaço para erros, que está sempre apresentando dados e conceitos verdadeiros e livres de questionamentos, o que indica uma percepção de ciência acumulativa, de crescimento linear, aproblemática e ahistórica (GIL-PÉREZ *et al.* 2001).

Por meio do item 90711, foi verificado que todos os professores reconhecem que, mesmo que os cientistas raciocinem de maneira lógica com base nos dados provenientes dos estudos realizados, existem questões relacionadas à precisão e à incerteza relativas ao conhecimento científico e tecnológico, pois dependem de equipamentos e pessoas para obter e analisar dados e se pautam em teorias e observações que podem se modificar com o tempo de acordo com novas informações que surgem nesse processo. Apesar de reconhecer esse caráter mutável e tentativo do conhecimento científico, no item 90411, o professor José Leite ao indicar que “experimentos feitos corretamente produzem fatos imutáveis” se aproxima de uma percepção ingênua exclusivamente analítica e reducionista da construção do conhecimento (GIL-PÉREZ *et al.* 2001).

Por meio das respostas ao item 90211, verificamos que os professores reconhecem o uso de modelos como forma de explicar fenômenos naturais buscando uma coerência global e que tais modelos possuem limitações e se modificam com o tempo, não descrevendo a natureza como ela realmente é, mas buscando explicar da forma mais coerente possível seu funcionamento (MCCOMAS *et al.* 1998; MATTHEWS, 2012; ALLCHIN, 2011; GIL-PÉREZ *et al.* 2001). Entretanto, os professores Mário, José Leite e Elisa demonstram por meio da resposta escolhida não reconhecer o caráter mutável do conhecimento científico,

apresentando uma percepção exclusivamente analítica e reducionista (GIL-PÉREZ *et al.* 2001) ao apontar os modelos como cópias reais da realidade.

Por fim, as respostas ao item 90611 que reflete sobre a abordagem das investigações científicas indicam que as ideias dos professores se aproximam de uma visão menos ingênua e mais contextualizada, uma vez que não reforça a existência de uma maneira única de fazer ciência, de um método científico universal com estágios rígidos e sucessivos (MCCOMAS *et al.* 1998). Apontam a importância do papel da investigação e do pensamento divergente (GIL-PÉREZ *et al.* 2002), do controle dos dados (MCCOMAS *et al.* 1998), da instrumentação e da prática experimental (ALLCHIN, 2011), bem como do reconhecimento das diferentes metodologias e regras metodológicas (DAGHER; ERDURAN, 2016) na produção do conhecimento. Apenas o professor César indica na sua resposta uma percepção reducionista e ingênua de que a produção do conhecimento científico se dá por meio de etapas rígidas do método científico, não reconhecendo o conhecimento produzido fora dessas etapas ou com base em outros procedimentos e processos (LEDERMAN *et al.*, 2002).

Podemos observar que os professores possuem conhecimentos de aspectos da NdC que tanto se aproximam como se afastam daquilo que as pesquisas apontam como sendo uma visão mais contemporânea e contextualizada da NdC.

Dentre as principais ideias que indicam uma visão estereotipada e ingênua percebidas nas respostas estão:

- Os efeitos potenciais da C&T na sociedade por meio do trabalho do cientista, ao considerar que ele impede a ocorrência de efeitos nocivos no desenvolvimento do conhecimento C&T, indicando a visão de uma atividade científica socialmente neutras e utilitarista.
- A ideia de que a ciência só progride com base em dados e conceitos verdadeiros, sem espaço para erros, o que indica uma percepção de ciência acumulativa, de crescimento linear, aproblemática e ahistórica.
- A percepção de que os grupos de interesse sociais, as questões religiosas, culturais e éticas não conseguem de fato influenciar o desenvolvimento científico e tecnológico, porque o conhecimento e a credibilidade do cientista se sobressaem, indicando uma ciência socialmente neutra e elitista com relação ao papel do cientista.
- A ideia de modelos científicos como cópia da realidade por terem sido comprovados cientificamente, não considerando o caráter mutável do

conhecimento, o que indica uma percepção exclusivamente analítica e reducionista do desenvolvimento científico.

O professor que apresentou o maior número de respostas (7) que se aproximam de uma percepção estereotipada da NdC foi o Mário, sendo que mais se destaca a que aborda questões relacionadas à influência da C&T na sociedade. Ele possui uma percepção que se aproxima de uma imagem ingênua da ciência e da tecnologia como atividades socialmente neutras e utilitaristas (GIL-PÉREZ *et al.* 2001), que busca apenas beneficiar a sociedade e não possui nenhum efeito negativo ou problema associado ao seu desenvolvimento. Além disso, indica uma visão elitista da ciência (GIL-PÉREZ *et al.* 2001), que está acima da sociedade e não pode ser compreendida e alcançada pelos seres "comuns".

Esses pontos observados nas respostas do formulário foram também verificados em algumas de suas falas durante os encontros síncronos, principalmente quando ele apresenta suas experiências pessoais e profissionais na indústria. As transcrições a seguir mostram tanto a questão da ideia dessa evolução da ciência e da tecnologia, demonstrando aspectos positivos relacionados a ela. Tais excertos foram extraídos do ES1, no momento havíamos acabado discutir sobre as diferentes áreas que contribuem para a compreensão da NdC, e o professor César trouxe para o grupo reflexões sobre a interdisciplinaridade e sobre como o conhecimento se modifica ao longo do tempo.

Mário: “Se visse o tamanho do computador, você caía de costas... um arMário enorme, uns rolos de fita, olha bem, a gente tinha que perfurar, isso aí não vai dar certo, se viu hoje né, eu vivenciei o que foi a evolução, tá, eu garanto que muitos de vocês não sabem nem o que é a linguagem Cobol, a linguagem Fortran, né, perfeito, nem como isso é... como era programar, tá certo, você tinha que perfurar uns cartolletes pra passar para uma fita magnética quando for levar pro... nossa um troço horrível, sabe, isso aí não tem chance e olha hoje, né.” (ES1)

Mário: “Vale a pena a gente viver isso. Às vezes, vamos dizer assim, é uma coisa que não passa para a cabeça da gente né. Você veja a medicina hoje né... caramba para você ver há anos atrás, meu pai inclusive faleceu de câncer. Foi interessante, isso já tem quase 50 anos quando foi detectado que ele estava com câncer, o velho já estava morto já, entendeu bem... quer dizer, uma análise levou 2/3 meses, olha bem, e hoje através de tomografia computadorizada e por aí a fora você entrou debaixo da máquina e terminou de colocar a roupa o cara fala: seu laudo está aqui, não é verdade. Então por imagens, etc., é um avanço, um negócio descomunal, você fala caramba já chegamos nisso.” (ES1)

Quando olhamos ao longo da história, percebemos que muita coisa mudou e o conhecimento científico e tecnológico contribuiu para isso. Porém, quando se fala em evolução e avanços científicos, muitas vezes associamos essa ideia à acumulação de conceitos de maneira linear, o que gera o progresso científico (ALFONSO-GOLDFARB, 2004), por meio acumulação de conhecimentos bem-sucedidos da ciência, deixando de lado as crises e

descontinuidades sofridas durante este processo. Sendo apontado por Gil-Pérez *et al.* (2001) como uma visão deformada da Ciência, pois

se refere à forma como se concebe a realização de uma dada investigação, a visão acumulativa é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, para a qual o ensino pode contribuir ao apresentar os conhecimentos hoje aceites sem mostrar como eles foram alcançados, não se referindo às frequentes confrontações entre teorias rivais, às controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudança. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 132-133).

Outro ponto verificado nas reflexões compartilhadas pelo professor Mário que se aproximam de uma imagem ingênua da NdC está relacionada à coletividade na produção do conhecimento. Apesar de não identificarmos isso por meio da resposta ao questionário, sua fala em diferentes encontros indica essa visão solitária e elitista do cientista.

No ES1 comentamos como o filme *Radioactive* (lançado em julho de 2020, que conta a história de Marrie Currie) ilustra a produção científica na universidade, as questões de financiamento, relações entre grupos de pesquisa, etc. Neste momento o professor trouxe a seguinte fala:

Mário: “Quando você fala de ciências... eu falei para vocês no início que eu fui gerente de uma empresa e a empresa de grande porte né. Por incrível que pareça as coisas são bastante interessantes né, a hora que você falou aí que a ciência é produzida nas universidades, isso é um fato, não tem como a gente discutir, mas quando eu era gerente, veja bem, é... a gente produzia para alguém lá no caso lá, eu vou contar um fato que aconteceu, aliás são duas coisas que eu queria contar né. [...]” (ES1)

Já o excerto abaixo foi extraído de um discurso de 10 minutos do professor Mário no momento em que os demais realizavam a atividade colaborativa no *padlet*. Ele afirmou não estar conseguindo acessar pelo celular e começou a contar mais sobre sua história na indústria:

Mário: [...] Às vezes você tem que agir sozinho... quando você falou de atitudes científicas não é muito fácil não viu, porque você tem um tremendo de um abacaxi, um gargalo, na indústria a gente costuma chamar isso de gargalo pra resolver, né. E aí não tem jeito, você tem que pesquisar, buscar soluções, correr atrás. [...] E eu já participei de vários, vamos dizer, várias atitudes científicas, tanto na indústria metalúrgica quanto na gráfica, duas coisas absolutamente diferente. Mas foi interessante, foi uma vivência, vamos dizer assim, única... mas na maioria das vezes vocês tá sozinho. Quando você falou um grupo, mas na indústria você nem sempre consegue é, vamos dizer assim, unir, ter um grupo pra trabalhar. É complicado. [...] (ES3)

Reconhecer que existem diferenças na ciência realizada em instituições públicas e privadas é essencial para compreendermos a dinâmica de construção do conhecimento, porém é importante que isso não seja generalizado de forma que ao discutir a ciência em sala de aula as nossas experiências e percepções pessoais se sobressaiam podendo reforçar uma imagem

particular. Ainda no contexto do discurso anterior, o professor traz, por exemplo, a questão de estar sozinho produzindo ciência, na indústria, porém em outro momento ele dá a entender que existe sim um grupo de trabalho e que ele mesmo teve que fazer pesquisas e estudar processos para desenvolver determinado produto, o que indica que, de certa forma, se o apoiou em trabalhos de outras pessoas:

Mário: [...] E eu vi que o problema deles estava no processo né [...] até que nós desenvolvemos uma tecnologia usada até hoje que é o aglomerado HDF/MDF, porém ele é revestido de papel [...]. Eu trabalhei no desenvolvimento disso, nós patenteamos, enfim, o processo todo [...]. Fui eu que desenvolvi este processo [...] Pesquisando e tal eu desenvolvi uma resina intermediária, fiz inúmeras pesquisas, fui inúmeras vezes na faculdade de engenharia, [...] acho que eu fiz mais ou menos 5 mil testes até chegar a uma conclusão. Ai depois, sim, a gente foi patentear isso, e eu participei disso, né. Então isso pra mim foi uma glória muito grande e eu vi como é a vida de um cientista, não é fácil não... você não tem muita resposta e você tem que estudar muito, foram muitas horas de sono perdida, enfim, mas valeu a pena isso tudo... afinal são 60 anos de atividade. [...] (ES3)

Seguido do professor Mário, aqueles que também apresentaram um índice maior de respostas que se aproximam de uma percepção estereotipada da NdC foram o César (6), o José Leite (6), o Oswaldo (5) e o Carlos (4), conforme detalhado no Quadro 11. Já as professoras Elisa e Bertha foram as que apresentaram um número menor de respostas que se aproximam de uma imagem ingênua da NdC, respectivamente 3 e 1.

Dentre os conhecimentos que se aproximam de visões mais contemporâneas e contextualizadas da NdC percebidas nas respostas do questionário VOSTS estão:

- As relacionadas às definições de ciência, de tecnologia e suas relações, em que os professores demonstraram uma visão mais realista e próxima dos objetivos atuais da Ciência e da Tecnologia, como um campo de estudo e construção de conhecimento, de forma a explicar o universo, a natureza e contribuir para as necessidades da sociedade.
- O fato de que o conhecimento científico e tecnológico pode contribuir para decisões relacionadas a questões sociais e auxiliar na resolução de problemas sociais.
- As relacionadas às características e à motivação do cientista, reconhecendo-os como pessoas comuns, com vida social e que buscam crescer dentro do seu trabalho sendo motivados por diversos fatores, inclusive os pessoais.
- A visão de uma ciência construída de forma coletiva em que a comunicação entre os pares é essencial para que se tenha credibilidade no que está sendo desenvolvido.

- O reconhecimento do papel da precisão e da incerteza na construção do conhecimento indicando perceberem sua natureza tentativa e provisória, passível de mudanças com o tempo de acordo com novas informações que surgem nesse processo de construção.

Foi possível verificar, durante as reflexões propostas no curso de formação, momentos em que a percepção de ciência dos participantes emergiu em suas falas, reforçando os pontos destacados acima, que expressam a imagem de uma ciência mais próxima do que se considera como características da produção do conhecimento científico atualmente.

Uma fala interessante e que demonstra uma maturidade com relação à compreensão geral de ciência foi feita pela Simone Maia, quando estávamos falando da visão de Ciência e do cientista apresentada por estudantes por meio de desenhos no ES2, ao apontar que existem outras áreas que também produzem ciência, não sendo essa restrita às Ciências da Natureza:

Simone Maia: Ô Natália, eu só queria lembrar que nem sempre né, não é só na área de Ciências da Natureza que existe cientista, né. Todas as áreas tem os cientistas, os pesquisadores. Mas na mentalidade do aluno, na mentalidade da escola... até dentro da escola a ideia de cientista são essas tratadas aqui, né. Eles não pensam no cientista das outras áreas, nas pesquisas de outras áreas. Quando a gente fala de trabalho científico, quando a gente fala de cientistas, eles lembram de física, química e biologia, né. Mas todas as áreas, todas as disciplinas tem os seus cientistas, tem os seus pesquisadores. (ES2)

O excerto retrata sua experiência no contexto escolar, pois aponta que os estudantes e a própria escola reconhecem como ciência e como cientistas aqueles que trabalham com as áreas de física, química e biologia, deixando de reconhecer as ciências humanas e sociais, por exemplo.

No ES3, quando estávamos discutindo os aspectos da NdC a serem abordados em sala de aula, a professora Bertha destaca o papel do erro, corroborando para a imagem de que a ciência não progride de forma linear, acumulando conceitos corretos, mas que é constituída de altos e baixos, em que o erro e a incerteza fazem parte do processo:

Bertha: [...] E até essa história dos dados dar errado a gente faz a ciência nos dados errados... mas aí você jogou tudo fora? Eu falo: não, a gente só não descobriu o antibiótico como Fleming, mas valeu a pena pra outras coisas, né. [...] (ES3)

Algo que se relaciona com a questão da incerteza é a tentatividade na ciência, o reconhecimento de que o conhecimento científico pode mudar com o passar do tempo, como exemplificado na transcrição da fala do professor Mário quando discutíamos sobre como o conhecimento se modifica ao longo do tempo no ES1:

Mário: Isso facilitou muito essa tecnologia né, isso é evolução. Então a ciência graças a Deus, o que eu falo hoje, pode não ser verdade amanhã, né, ela evolui com o tempo e isso é interessante, é por isso que eu tô aqui viu. (ES1)

Outro ponto da fala dos professores que reforça a percepção observada no VOSTS trata sobre o caráter coletivo da pesquisa e seu apoio em outros trabalhos e teorias para (re)estruturação. Como exemplificado pela fala de Simone Maia no ES2, quando relembávamos o tema de estudo da semana anterior, quanto ao que as pesquisas apontam como consenso sobre ideias a serem evitadas sobre a NdC e ideias mais próximas do que tem se mostrado a construção do conhecimento científico:

Simone Maia: [...] dentro de uma pesquisa já aprofundar os conhecimentos e ter outras teorias que são comprovadas, novas teorias comprovadas por teorias anteriores. Não sei se deu pra entender a minha fala né: teoria anterior e por meio da teoria lá antiga né, elaborada por algum cientista, a gente desenvolve um outro trabalho científico que vai reestruturar essa teoria criada por outro cientista. É daí que a gente parte o trabalho científico né. (ES2)

Questões relacionadas a características dos cientistas também emergiram nas falas dos professores, como destacado na fala da professora Bertha ao exemplificar o papel da curiosidade do cientista por meio da característica de um desenho que ela tem o costume de assistir, no ES2 quando discutimos a visão que os estudantes apresentam sobre os cientistas:

Bertha: [...] a primeira frase complexa que a minha falou é: que quero saber, eu quero muito saber. Pra você ver, então ela repete muito essa frase, porque desde bebê a gente assiste Show da Luna aqui em casa né. E eu levo muito pros alunos essa questão, quem são os cientistas? São as pessoas curiosas, quem tem coragem de ir atrás das respostas né. (ES2)

Outro ponto que destacamos na fala dos professores é o reconhecimento de que a ciência nem sempre trará apenas benefícios para a sociedade, característica que vemos sendo construída ao longo das discussões no curso de formação, uma vez que no questionário VOSTS ela não foi uma constante entre os professores. Ilustramos este ponto por meio da colocação do professor César quando discutimos sobre avaliação no ES5:

César: Sobre isso aí, essa argumentação dentro do contexto da NdC, eu sempre falo para os alunos que é próprio, é inerente a Natureza ter dois lados, que nem a moeda. Então, existe sim um amadurecimento do uso da tecnologia, né, no desenvolvimento disso, mas sempre haverá esses dois lados. (ES5)

Por fim, destacamos a reflexão realizada pela professora Bertha sobre o método científico ao responder a questão proposta na A2 – c) *Considerando as diferentes perspectivas na abordagem da NdC apresentadas, qual a que mais se aproxima da sua visão sobre a forma como ela deve ser apresentada aos estudantes? Por quê?* – que, apesar de não ter apresentado uma percepção ingênua sobre ele em sua resposta no questionário VOSTS, percebeu que em suas aulas tem o costume de reforçar as etapas rígidas do método e com as discussões no curso pode se conscientizar de que isso pode reforçar essa visão nos alunos:

Bertha: c) Nesse momento consigo lembrar do que não devemos fazer e faço: focar no método científico. (A2)

Enfatizamos que o foco desta pesquisa não é a superação ou a mudança da imagem que os professores participantes apresentam sobre a NdC, porém verificamos que as discussões realizadas no curso permitiram que eles refletissem sobre seus conhecimentos e percepções sobre a NdC e como levam essas questões para a sala de aula. Mais do que ter o conhecimento contextualizado e contemporâneo de aspectos da NdC, o processo de reflexão e troca de experiências possibilitou o confronto de diferentes imagens, opiniões e experiências entre os professores, de forma que puderam refletir sobre sua visão (e possivelmente modificá-la) e como ela pode afetar sua prática pedagógica.

4.1.2 Influências no conhecimento de aspectos da NdC

Diniz e Rezende Junior (2019) verificaram que os principais influenciadores da imagem que os estudantes têm da Ciência são a mídia de forma geral e os professores por meio de sua prática, de sua própria percepção sobre a NdC e de um currículo que priorize conceitos prontos e isolados, sem qualquer reflexão sobre os processos de produção envolvidos na Ciência. Porém, o professor constrói sua imagem da Ciência por meio de suas vivências e experiências – como dissemos anteriormente, pois toda percepção depende da relação estabelecida entre sujeito e objeto.

Por meio da análise das discussões promovidas pelo curso de formação emergiram o que identificamos como influências no conhecimento de aspectos da NdC dos professores, sendo essas: a **mídia**, as **experiências vividas** e os **conhecimentos específicos relacionados à NdC**.

A **mídia** de uma forma geral, que abrange todos os meios de comunicação social para difusão da informação como o rádio, a televisão, a mídia impressa, os satélites de comunicação, os meios eletrônicos, o cinema/filmes, etc., apareceram nas discussões como influências que podem induzir uma imagem estereotipada da Ciência, como citado pelos professores no ES1:

César: Sim! Os filmes induzem estas ideias na maioria das pessoas. (ES1)

Carlos: A própria mídia ajuda nesse estereótipo: loucos, nerds e antissocial. (ES1)

Nesse momento estávamos discutindo as respostas dos professores ao questionamento *O que você compreende por Natureza da Ciência?*, feito na plataforma *mentimeter*. E refletindo sobre as respostas incidimos no diálogo sobre a imagem que a população tem da Ciência e do cientista.

Entretanto, esse tipo de veiculação de informação pode também apresentar informações que se aproximam de uma visão mais contextualizada da Ciência e próxima dos processos de produção atual, como o controle dos dados e o papel do erro na investigação científica. Tais pontos foram evidenciados pelos professores no ES3 quando discutimos os aspectos da NdC a serem abordados em sala de aula, como exemplificado pelos excertos:

César: Controlar os dados também é difícil. É uma tomada de decisão que aparece no filme "Parque dos Dinossauros" onde os cientistas estão convictos de que estes não se reproduzem no parque. A afirmação é baseada no fato de todos serem "fêmeas". (ES3)

César: O filme "MATRIX" traz um conceito sobre o "comportamento " da natureza que é muito interessante: Toda construção (humana ou natural) o erro será sempre inerente. O arquiteto de MATRIX não consegue montar uma sociedade perfeita. (ES3)

Pechula *et al.* (2013) indicam que os meios de comunicação possuem função complementar na construção do conhecimento pela população, sendo necessário considerar a diversidade dos conteúdos e a qualidade de informação nos diferentes veículos. Portanto, a reflexão das informações apresentadas no processo de divulgação científica é necessária a fim de evitar falsas polêmicas ou ampliar erros (PECHULA *et al.*, 2013).

O contato com filmes, séries, notícias e informações que circulam pela internet e nos mais variados meios de comunicação podem apresentar e reforçar a visão estereotipada da Ciência e do cientista, mas essa visão só permanece enquanto estimula a imaginação sobre algo pouco conhecido (ROSA *et al.*, 2003), portanto é primordial que professores e alunos possam refletir sobre a NdC. Para que os professores possam guiar tais discussões é necessário que eles tenham conhecimento que se aproximem de uma visão contextualizada e contemporânea sobre a NdC, visto que suas concepções influenciam a percepção dos estudantes por meio da prática pedagógica (SOUZA; CHAPANI, 2015).

As **experiências vividas pelos professores** também auxiliam no processo de construção da sua percepção sobre a NdC. A experiência profissional do professor Mário, como engenheiro em uma indústria, contribuiu para uma percepção específica da ciência, da tecnologia e de seus modos de produção, já destacados quando falamos sobre a percepção de NdC desses professores (item 4.1.1), em que ele presenciou um período em que a tecnologia passou por grandes mudanças, fato também mencionado pelo PCNP Milton, no ES3, ao dialogar com Mário quando ele falava sobre a experiência na indústria e as mudanças que viu acontecer ao longo do tempo:

Milton: É Mário, eu também às vezes paro penso o quanto a gente evoluiu. Não vou entrar aí na década de 70, tudo, porque eu sou um pouquinho mais jovem, mas eu

me lembro nos anos 2000 o computador ainda tinha o HD, o disquete, né. [...] Então mostra o quanto a gente evoluiu. Aí entra todo o aspecto da ciência, tá no nosso dia a dia, ela tá avançando de tal maneira e a gente precisa levar isso pros alunos, pra eles compreenderem que ela consegue avançar a passo largos, hoje até a Natália comentou aí da vacina. Quantas pessoas a gente escuta falar, nossa uma vacina é 20 anos pra descobrir... mas era 20 anos com a tecnologia que tinha nos anos 50, hoje a tecnologia é outra. Aí eu acho que os quadrinhos azuis dos que eu li eu acho que se encaixam na sociologia externa, ela participando no nosso dia a dia. (ES3)

Já a professora Bertha, durante sua graduação, teve contato com a ciência produzida nas universidades, onde trabalhou em um grupo de pesquisa realizando o sequenciamento de genoma, o que influenciou na percepção de uma ciência coletiva, em que várias pessoas trabalham em coisas específicas e compartilham conhecimento, que pode ser frustrante e levar tempo para ser produzida, como destacado no excerto extraído do ES3 quando discutimos a construção social do conhecimento científico como aspecto da NdC a ser abordado em sala de aula:

Bertha: [...] eu trabalhei no sequenciamento do genoma da Xylella fastidiosa na parte funcional e aí eles falavam: mas professora o que você fazia? Eu pegava uma cepa de bactéria e ficava crescendo bactéria. Mas e aí? Ai a minha colega fazia a mesma coisa com outra cepa. E aí? E aí, tinha minha professora que fica olhando meus dados... e eles falavam, mas e aí? E o sequenciamento de DNA? Então, quem fazia o sequenciamento de DNA era um outro grupo de pessoas. Então essa divisão do trabalho... mas e ai que que vocês chegaram a conclusão? A gente chegou à conclusão que o laboratório tava todo contaminado e a gente teve que jogar fora todas as amostras, os resultados, sete meses de trabalho. Só que não é minha praia, eu não gosto de rotina, quem trabalha no laboratório de sequenciamento de DNA sabe que é muita rotina, toda dia fazer a mesma coisa, tudo igual né, e eu prefiro o dia a dia da sala de aula mesmo... depois eu não vi os dados dando certo, só vi os dados dando errado. (ES3)

Outro ponto que identificamos como influência do conhecimento de aspectos da NdC dos professores é o que chamamos de **conhecimentos específicos relacionados à NdC**, que corresponde à bagagem conceitual e cultural dos professores que fazem com que tenham apoio para exemplificar suas visões sobre ciências ou até mesmo questionar outras visões. Como a professora Bertha, que fez iniciação científica no período em que estava na graduação e teve contato com a produção do conhecimento científico na área de biotecnologia ou o professor César que aparenta ter um perfil de buscar conhecimento sobre assuntos variados e tem curiosidade e interesse muito grande na HC, demonstrado ao longo de vários encontros.

O excerto a seguir ilustra essa característica do professor César e foi extraído da transcrição do ES2 quando discutíamos as ideias consensuais sobre a NdC apresentadas pelas pesquisas como sendo mais próximas de como tem se mostrado a construção do conhecimento científico atualmente.

César: [...] E nesse slide, o 8 agora, você foi passando sobre os aspectos consensuais e eu me lembrei de algumas passagens, por exemplo o Luis Paster né, ele fez o caso

de... tem um item aqui que eu achei muito interessante, ah: registros precisos. Ele registrava muito, a esposa dele até jogou ele pro porão da casa e ele tinha muitos registros. E até tinha uma mãe Russa que levou o filho, que tava com um problema, era a doença do lobo ou coisa assim, e ele, pelos registros ele começou outro percurso de pensamento, e é muito interessante, né. E sobre a humanização da ciência, tem uma passagem com Hubble, a lei de Hubble, do afastamento das galáxias né. [...] Tem muita passagem interessante. (ES2)

Conhecer episódios históricos, que consideramos ser um conhecimento específico que tem relação com a NdC, pois auxilia na visão das transformações pelas quais o conhecimento científico passou, pode influenciar a percepção sobre a NdC dos professores. Neste caso, a influência pode ser tanto no sentido de contribuir para uma visão mais contextualizada da NdC quanto para uma visão estereotipada, pois depende muito da forma como a história é apresentada aos estudantes (ALFONSO-GOLDFARB *et al.*, 2004).

4.1.3 Conhecimento sobre a importância de abordar a NdC em sala de aula

Um fator importante que contribui para a formação da base de conhecimentos de aspectos da NdC, de modo a orientar seu ensino na Educação Básica, é a percepção que o professor tem da importância em abordá-la em sala de aula. Mesmo que o professor tenha uma visão mais contextualizada sobre a NdC, se ele não compreende como a reflexão dessa temática pode contribuir significativamente para o estudante ela pode ser eliminada da sala de aula no momento da transposição didática.

Dentre os aspectos destacados pelos professores em formação sobre a importância de abordar a NdC em sala de aula estão: a **contribuição para a aprendizagem**, a **reflexão sobre questões sociocientíficas para a tomada de decisões**, o **incentivo à área científica**, a **participação dos estudantes nas aulas**, a **desmitificação da ciência** e a contribuição para uma **percepção mais ampla e contextualizada da ciência**.

A **contribuição para a aprendizagem** dos estudantes foi citada pelos professores como um fator que a abordagem da NdC pode proporcionar, como exemplificado nos excertos retirados do fórum de discussão da A2, em que foi questionado *b) Considerando as reflexões e estudos realizados nesta semana sobre o conceito de NdC e a forma como ela aparece nos documentos que regem o Ensino Médio, você acredita ser importante ensinar sobre a NdC? Por quê?*

Bertha: b) A importância do ensinar NdC está na construção de uma aprendizagem mais efetiva uma vez que os conceitos científicos são melhores compreendidos possuem significado para o aluno. (A2)

Oswaldo: b) Sim. Porque nossos alunos necessitam de aulas contextualizadas e interdisciplinares, e a NdC poderá ser percebida por eles em duas dimensões a compreensiva, uma dimensão que envolve o aspecto contextual ou de conteúdo; e a metodológica ou operacional, que se refere aos aspectos lógicos e/ou técnicos da ciência. (A2)

McComas *et al.* (1998) já indicavam que conhecimentos sobre a NdC auxiliam os estudantes a compreenderem melhor os conteúdos científicos. Os autores apresentam um exemplo de uma investigação sobre conceitos de termodinâmica entre estudantes de física, apontando que aqueles que possuem uma visão mais ampla e dinâmica da NdC relacionam melhor a construção do conhecimento e seus significados, adquirindo uma compreensão mais integrada da termodinâmica.

A **reflexão sobre questões sociocientíficas para a tomada de decisões** foi outro fator indicado pelos professores como contribuição da abordagem da NdC em sala de aula, como exemplificado pela fala do Milton ao dialogar com o Mário sobre as mudanças do conhecimento científico e tecnológico ao longo do tempo, realizadas no ES3:

Milton: A gente tá falando da ciência no nosso dia a dia, como que mudou né, e até o uso social da ciência né. Em um dos quadrinhos toca no assunto que foi utilizado até pra controlar a questão do racismo, de utilizar a ciência a favor de coisas erradas mesmo. Então como é importante a gente instruir os alunos pra quando eles se depararem com essas situações do mal uso, digamos assim, da ciência, eles pararem e falarem: não é por aí, a Terra não é plana, não é por aí. Então como é importante a gente tá instruindo os alunos e, lógico, na nossa formação também. (ES3)

É inegável que o conhecimento adquirido por uma pessoa a auxilia na tomada de decisões em relação à sua vida e ao mundo que habita. Compreender mais sobre Ciência e suas formas de produção podem auxiliar na tomada de decisões cotidianas em relação à sua saúde, segurança, escolhas de consumo e também na argumentação frente a questões políticas, sociais, econômicas, etc. Acevedo-Díaz (2008) indica que o conhecimento sobre a NdC auxilia na reflexão sobre questões tecnocientíficas de interesse pessoal e social, contribuindo a tomada de decisões conscientes pelas pessoas.

Mesmo que esse não seja o foco principal da abordagem de aspectos da NdC (LEDERMAN, 1992; SANTOS, 2018), o **incentivo à área científica** foi um fator apontado na fala dos professores, que percebem que quando o estudante tem um contato mais contextualizado com a NdC passa a compreender melhor a forma como o conhecimento se constrói, podendo até se enxergar como um futuro cientista, como exemplificado pela fala da professora Bertha, extraída do ES1 quando discutimos as áreas que contribuem para a compreensão da NdC:

Bertha: Eu levei os alunos para visitar o laboratório móvel do Butantan aqui em Aparecida e eles puderam conhecer um laboratório de sequenciamento de DNA... coisa que muitos na graduação nunca viram. O mais interessante foi que os alunos comentaram que os pesquisadores são "pessoas normais" e que eles também podem ser. (ES1)

Thomas e Durant (1987), na tentativa de responderem à questão “Why Should we Promote the Public Understanding of Science?” (Por que devemos promover a compreensão pública da ciência?), listam uma série de fatores que podem ser influenciados pela melhor percepção de Ciência da população. Dentre elas está a manutenção da própria Ciência, que necessita atrair novos cientistas para a continuidade da pesquisa, o que depende do interesse do público em geral com assuntos relacionados à ciência e à tecnologia.

Outra consequência importante da abordagem da NdC em sala indicada pelos professores é que ela pode auxiliar na **percepção mais ampla e contextualizada** da ciência. Ilustramos esse fator com as colocações realizadas pelo professor Oswaldo, tanto na resposta ao item b do fórum de discussão da A2, quanto por um trecho de sua fala no ES2, quando socializava as ideias da discussão em grupo que havia sido proposta ao final do encontro, sobre a importância de abordar a NdC:

Oswaldo: b) Sim. Porque nossos alunos necessitam de aulas contextualizadas e interdisciplinares, e a NdC poderá ser percebida por eles em duas dimensões [...]. (A2)

Oswaldo: A gente comentou mesmo de mudar essa visão dos alunos né. A Simone Maia trouxe pelas OTs [orientação técnica] que ela trabalha com nossos professores, para trazer esse olhar diferenciado do aluno, desse conhecimento científico, de também em sala de aula nós professores que já estamos em sala de aula fazer com que o aluno enxergue de uma maneira mais ampla a ciência, uma visão mais também, da parte histórica, sociológica, daquilo que o aluno às vezes trás que ele quer saber o porquê das coisas. [...]. (ES2)

Acevedo-Díaz (2008) aponta que considerar uma perspectiva mais ampla da NdC, como realiza o movimento CTS, em que aspectos como valores culturais e morais, aspectos sociais, experiências pessoais e o pensamento crítico são levados em conta além das questões epistemológicas, contribui para essa visão mais contextualizada da Ciência e, consequentemente, auxiliam na **desmitificação dos estereótipos científicos**, outro fator considerado pelos professores como contribuição importante da inserção da NdC em sala de aula. Conforme ilustrado pela resposta do professor Carlos ao item b do fórum de discussão da A2; e da fala do professor Oswaldo ao contribuir com a fala da professora Bertha quando discutimos os aspectos consensuais sobre a NdC, respectivamente a seguir:

Carlos: b) Sim é muito importante, pois trabalhar ciências é trabalhar o conhecimento e ele deve ser construído e não imposto. (A2)

Oswaldo: Penso que a NdC contempla esses aspectos que ajudam a desmistificar a ideia de que a ciência é somente experimentos e fórmulas ou também que o ser cientista/pesquisador é ser sozinho, gênio ou maluco. (ES2)

Por fim, identificamos que **a participação dos estudantes nas aulas** pode ser resultado da abordagem da NdC em sala de aula, segundo colocação do professor Oswaldo em sua resposta ao item *c) Considerando as diferentes perspectivas na abordagem da NdC apresentadas (consensos e dissensos), qual a mais se aproxima da sua visão sobre a forma como ela deve ser apresentada aos estudantes? Por quê?* do fórum de discussão da A2:

Oswaldo: c) O aluno participa mais da aula quando trazemos a parte histórica, a investigação e também qual benefício o conteúdo traz para sua vida. E percebo que a NdC contempla esses aspectos. (A2)

O fato de apresentar aspectos contextualizados da NdC que vão além do conteúdo, como as questões históricas, sociais, políticas, relações com o cotidiano do estudante e várias outras possibilidades, fazem com que o tenham mais interesse no assunto e busquem se expressar mais em sala de aula, enquanto visões empobrecidas e distorcidas da NdC geram o desinteresse ou até o abandono de muitos estudantes ao se converter em um obstáculo para a aprendizagem (PRAIA *et al.*, 2007).

No tópico a seguir realizamos a identificação dos fatores que compõem o conhecimento pedagógico do geral dos professores participantes, que emergiram em suas falas e em atividades propostas ao longo do curso de formação.

4.2 Conhecimento pedagógico geral (PK)

Shulman (1987) indica inicialmente que o PK se refere aos “princípios e estratégias mais abrangentes de gerenciamento e organização de sala de aula, que parecem transcender a matéria” (p. 206). Pesquisadores como Grossman (1990) e Morine-Dershimer e Kent (1990) ampliam as subcategorias que fazem parte das bases de conhecimento que formam o PK dos professores além do **gerenciamento e organização de sala de aula**, sendo eles: **os princípios instrucionais** e **os objetivos educacionais**, **os aprendizes e o aprendizado** e, incluem aspectos pessoais, como **os valores e crenças** e **a experiência prática do professor**. Segundo Morine-Dershimer e Kent (1990),

O processo de reflexão promove a interação entre o conhecimento pedagógico geral e pessoal, de modo que as percepções formadas por crenças e experiências pessoais são ampliadas e tornadas mais objetivas, enquanto concepções e princípios de pedagogia explicitados pela pesquisa são exemplificados e contextualizados. O que resulta desse processo é o conhecimento pedagógico específico do contexto que ajuda a orientar as decisões e ações dos professores. (p. 22-23).

Neste momento, apresentamos as análises referentes às discussões promovidas nos encontros síncronos e nos fóruns dos encontros assíncronos e não durante o acompanhamento

da atuação pedagógica dos professores. Ressaltamos que as subcategorias que constituem o PK não aparecem de forma explícita nas falas dos professores e foram mais difíceis de serem identificadas, principalmente as relacionadas ao gerenciamento e à organização de sala de aula, bem como à experiência prática do professor.

4.2.1 Gerenciamento e organização de sala de aula

Segundo Morine-Dersheimer e Kent (1990), pesquisas que investigam o conhecimento sobre a organização e o gerenciamento da sala de aula estão fundamentadas na pesquisa sobre o ensino, e consistem em observar os princípios gerais do comportamento do professor que promovem o melhor desempenho dos alunos. Tais pesquisas indicam que

Os estudantes aprendem mais quando **novas informações são estruturadas e relacionadas ao seu conhecimento e experiência anteriores**, quando recebem **tarefas acadêmicas em níveis apropriados de dificuldade** e quando recebem **feedback adequado** sobre o desempenho de suas tarefas. Os alunos aprendem mais quando os professores **usam o tempo com eficiência, implementam estratégias de grupo com altos níveis de envolvimento, comunicam regras e expectativas com clareza** e evitam problemas introduzindo um sistema de gestão no início do ano letivo e implementando-o de forma consistente ao longo do ano. (MORINE-DERSHIMER; KENT, 1990, p. 25, grifo dos autores).

Destacamos os princípios que os autores indicam como ações importantes dos professores para o gerenciamento e organização da sala de aula de forma a ter impacto positivo na aprendizagem dos alunos. Verificamos que os professores trazem indícios de que possuem tais características, por exemplo: ao apresentar como seria realizada a proposta didática planejada na A6, o professor Carlos descreveu detalhes de como realizaria a organização da sala e dos alunos; enquanto Oswaldo e Bertha descreveram tal organização na atividade proposta no ES4, em que deveriam associar o uso de uma estratégia para abordar um determinado assunto.

César: A primeira reunião em U, onde eu faria uma mesa no centro com todos esses artigos, o máximo de artigos relacionados, deixaria em cima na forma de uma exposição organizada pra que na hora que tivesse apresentando, falando, você buscaria a informação ali e apresentaria. [...] (ES6)

Oswaldo: O júri simulado como uma estratégia didática utilizada com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da história da ciência. Em um primeiro momento assistiríamos o filme da Marie Curie. E separaria os alunos em grupos, e esses se preparariam para debater sobre questões do filme. (ES4)

Bertha: Utilizando o material do ava eu construiria uma situação problema envolvendo o IDH e uma roda de conversa para apresentação das ideias. (ES4)

Tais princípios são essenciais para o PK, porém Morine-Dersheimer e Kent (1990) alertam que eles devem ser adaptados para se adequarem aos contextos particulares em que os

professores trabalham. Dessa forma, eles precisam dominar uma variedade de técnicas específicas de gerenciamento/organização e conhecer as circunstâncias em que podem ser melhor usadas para promover o aproveitamento dos alunos.

4.2.2 Princípios instrucionais e objetivos educacionais

Os princípios instrucionais e os objetivos educacionais fazem parte do PK dos professores pois sua ação em sala de aula é direcionada por eles. A BNCC e o Currículo Paulista apresentam os objetivos gerais e específicos de aprendizagem, bem como as competências e habilidades a serem trabalhadas e avaliadas pelos professores, apontando, em alguns casos, estratégias que podem ser utilizadas pelo professor, como no caso da área de Ciências da Natureza em que a investigação aparece de forma evidente no Currículo.

Além disso, a própria pesquisa na área de Ensino de Ciências traz informações atualizadas sobre estratégias instrucionais e objetivos educacionais. Embora o que aconteça nas escolas nem sempre reflita os resultados das pesquisas – agrupando os alunos por idade, designando um professor para cada sala, dividindo as aulas em blocos e com assuntos diferentes e específicos para cada bloco; o progresso do aluno sendo avaliado rotineiramente por testes padronizados organizados por disciplina – Morine-Dersheimer e Kent (1990) afirmam que:

Apesar das aparentes restrições impostas pela estrutura organizacional das escolas, a instrução pode assumir muitas formas alternativas, e o conhecimento do professor sobre as alternativas possíveis e seus usos apropriados é um aspecto crítico do conhecimento pedagógico geral. Os modelos instrucionais estão inerentemente relacionados ao propósito educacional geral a ser alcançado, portanto, os modelos alternativos podem ser diferenciados em termos de fins alternativos. (p. 27)

Os professores apresentam em suas falas indícios que demonstram que sua prática pedagógica é guiada por tais princípios e objetivos, que conhecem o currículo que é proposto para ser trabalhado e que este é quem direciona suas ações em sala de aula, mesmo quando os objetivos do currículo vão de encontro com o que o professor julga que seria adequado. Ilustramos tais indícios nos excertos abaixo:

Bertha: c) Quando eu preparo uma aula tenho em mente um objetivo que devo alcançar. Na avaliação busco a resposta para esse objetivo. (A5)

José Leite: Às vezes é difícil conciliar o conteúdo dado no material das Escolas do Estado, do Currículo Paulista. Mas devido a experiência de vários anos, tento ter jogo de cintura. Quando os alunos irão prestar vestibular, esses conteúdos são diferentes do que o Estado ensina nos seus materiais. (ES5)

César: [...] de 1º a 3º porque eu fiz, considere o currículo em espiral também. Eu posso fazer isso no 1º com uma abordagem mais simples; uma no 2º dando ênfase a parte de ondulatória, porque é justamente a discussão atual, onda ou partícula, que leva ao éter, no 2º ano; e no 3º ano é mais sobre o aspecto de interpretações de texto,

porque a competência leitura que é muito exigida pra eles, então do 3º sob aspecto da competência leitora. (ES6)

Bertha indica na resposta do item c) *Dentro de uma situação que envolva aspectos da NdC em sala de aula, como você realizaria um processo de avaliação?*, do fórum de discussão proposto na EAS4, que o processo avaliativo busca verificar se os objetivos educacionais planejados foram atingidos. Já as falas de José Leite e César retratam a relação do currículo quanto aos objetivos e princípios educacionais, extraídas respectivamente do ES5, quando discutimos o processo de avaliação, e do ES6, como justificativa à escolha do conteúdo dado pelo professor César durante a apresentação da proposta didática criada na A6.

Esse conhecimento se relaciona com o conhecimento de estratégias e do currículo, uma vez que os objetivos de aprendizagem são guiados pelos manuais escolares e os princípios instrucionais pelo uso de estratégias que possibilitem alcançar tais objetivos. Segundo Gess-Newssome (1999), a obrigatoriedade do currículo pode orientar o ensino de determinado assunto ou a forma como ele é abordado em sala de aula, porém o professor tem um papel importante na tomada de decisão dessas escolhas.

4.2.3 Aprendizes e aprendizado

Conhecer os estudantes e suas particularidades influenciam diretamente na forma como o professor aborda determinada temática, na estratégia que será utilizada, no modo de avaliar, no discurso do professor em sala de aula, e consequentemente na aprendizagem. Morine-Dersheimer e Kent (1990), por exemplo, afirmam que o modo como o professor se comunica com os estudantes leva em consideração suas diferenças individuais, como origem cultural e gênero, sendo que padrões de comunicação mais apropriados podem promover mais participação e aprendizagem.

Observamos que o contexto específico da escola e dos alunos é um fator que faz com que o professor Mário opte por certas estratégias ou tenha determinadas ações na escola, que não seria possível se fossem outros alunos em outra escola. O excerto a seguir ilustra esse fato e foi retirado do ES6, quando estávamos discutindo as propostas didáticas criadas pelos professores – ele não apresentou a sua, pois não havia realizado, mas contou sobre sua prática na escola:

Mário: [...] A escola é muito pequenininha, tem uma quantidade mínima de aluno eu diria. Então a gente tem acesso a cozinha, a gente faz biscoito... junta com outras áreas. Par exemplo, a eletiva, fizemos uma série de coisas, iogurte. Agora mesmo, essa semana eu expliquei pra eles sobre os materiais, o comportamento, o que combina com o que, o que não combina, a importância disso né. Ai nós fizemos um queijo, porque eles mesmo trazem, o pai tem sítio sabe... nós fizemos queijo, nós fizemos ambrosia, né. Enfim, a gente usa isso direto. [...] Então a gente sai pelo

bairro, é absolutamente diferente de você trabalhar no centro de Guaratinguetá, é inviável fazer isso, mas lá dá. (ES6)

Van Driel *et al.* (2014) indicam que quanto melhor os professores conhecerem seus estudantes – seus interesses, suas dificuldades, o contexto em que estão inseridos – melhor conseguirão elaborar estratégias e atividades que os atinjam de modo eficaz no ensino de determinado assunto.

Também observamos de forma indireta questões que levam em consideração os aprendizes e o aprendizado, indicando que conhecer os estudantes, o modo como eles agem em sala de aula e seus conhecimentos prévios orientam a prática pedagógica do professor, sendo parte do seu PK:

César: [...] Há um tempo atrás, uns três anos atrás, eu estava comentando sobre os planetas Telúricos e Rochosos e surgiu uma pergunta e a pergunta estava relacionada ao formato da Terra. Eles talvez na sala de aula de imediato eles não façam essa pergunta, mas internamente eles têm muitas dúvidas. E eu não sei o que eu provoquei no momento e eles estavam interessados sobre a geoide, o formato da Terra. Daí eu dei corda né, eu aproveitei o gancho e [...] (ES2)

Simone Maia: [...] como é importante o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e o trabalho, quando a gente lança um desafio pra ele, uma atividade pra ele, o trabalho de levantar as hipóteses, eles levantarem as hipóteses. [...] E também é trabalhar com o erro, porque às vezes o caminho que o aluno traça não chega no resultado correto ou o resultado esperado, e ele acha que aquilo tá errado, né. Então o trabalho com o erro e eu ainda acrescento é... eu tava pensando em mais coisas aqui, né... a criatividade do aluno em busca da solução. O aluno é muito criativo em alguns momentos pra buscar soluções, né, pra busca da solução do problema. (ES4)

No primeiro excerto, o professor César relata sobre a questão da dúvida dos alunos e sua participação nas aulas no ES2, quando o professor Carlos compartilhou sua experiência na participação em Feiras de Ciências e aulas experimentais, expressando sua frustração quanto à apatia dos adolescentes nas aulas. Segundo Gurgel e Watanabe (2012), a apatia e o desinteresse são comuns entre os alunos que parecem não entender o que estão fazendo na escola, mesmo que o professor se esforce em apresentar os conteúdos de forma simples, com atividades lúdicas ou com a participação ativa do aluno. A motivação é um processo diretamente ligado às relações entre o aluno, o conteúdo e sua utilidade e as estratégias utilizadas (BONNEY *et al.*, 2005), porém, esse interesse deve ser sempre reconquistado pelo professor a cada aula, se tornando um processo cansativo aos professores (GURGEL; WATANABE, 2012).

No segundo excerto temos uma colocação da Simone Maia, sobre a importância de saber os conhecimentos prévios dos estudantes, realizada quando dialogamos sobre a argumentação e o pensamento divergente do estudante, no contexto das estratégias para o ensino da NdC. Tendo em vista o modo como o conhecimento científico é produzido, ao

longo do curso conduzimos as discussões relacionadas ao “erro” como um processo de construção do conhecimento que indica a lógica de raciocínio, o conhecimento do estudante, a criatividade e outros fatores que contribuem nesse processo. Desse modo, considerar e analisar o erro do estudante permite que o professor reflita sobre o modo como o aluno constrói seu conhecimento e como situações didáticas podem ser desenvolvidas no sentido explorar esses conhecimentos (CURY; SILVA, 2008).

4.2.4 Valores, crenças e a experiência prática do professor

Morine-Dersheimer e Kent (1990) atribuem aos valores, às crenças e à experiência prática do professor um importante papel para seu comportamento, seu pensamento instrucional e suas decisões em sala de aula. Segundo os pesquisadores, estudos como os de Calderhead e Robson (1991) e McDaniel (1991) indicam que a imagem pessoal de ensino e de aprendizagem que os estudantes de licenciatura apresentam são reflexo de suas primeiras experiências como alunos, acabando por influenciar sua preparação profissional e atuação em sala de aula. Porém, durante sua formação inicial – e aqui acrescentamos a importância da formação continuada neste processo – e sua prática profissional esses valores e crenças podem ser alterados. Dessa forma, a experiência prática é necessária para o desenvolvimento do PK do professor, porém não garante um crescimento profissional produtivo, uma vez que as vivências somadas aos valores e às crenças de cada um pode contribuir de formas variadas para a prática pedagógica.

Um exemplo de contribuição construtiva para o conhecimento do professor pode ser ilustrado a seguir, em que temos a experiência relatada por Sonja no ES7, quando refletimos sobre as aprendizagens proporcionadas pelo curso, sobre algo que a motivou a querer ser professora e a promover em sua prática momentos motivadores aos estudantes.

Sonja: Eu sou fruto do Clube de Ciências, eu sou bióloga porque eu participava do Clube de Ciências da minha escola e a minha professora tinha esse clube e eu fui me interessando e depois resolvi cursar biologia por isso, mas o meu despertar pra biologia se deu no clube de ciências na escola lá em Cunha. Então marca e... quando eu fui escolher pra prestar o vestibular, foram todas as expectativas, as experiências, o que aconteceu no Clube que me despertou pro curso. Então isso, proporcionar esses momentos pros nossos alunos né, pra que eles façam aí boas escolhas, como o professor José Leite falou, no seu Projeto de Vida, é importante, né. Porque eles vão se construindo e agente também tem a parte da inserção social né, desse indivíduo. (ES7)

Observamos em sua fala que suas experiências como aluna a motivou a se tornar professora e a buscar oferecer aos alunos situações em que eles possam ter mais contato com a Ciência. Já o Milton demonstrou, durante o ES5, que sua experiência pode ter contribuído para uma visão engessada da avaliação, em que se acredita que se toda uma turma teve bom

desempenho no bimestre é porque há algo de errado ou que nas ciências exatas há um tipo de avaliação específica a ser realizada para que se possa verificar o desempenho do estudante. O excerto a seguir foi retirado de uma reflexão que ele realizou após a colocação da professora Bertha sobre a necessidade de o professor seguir o PPP da escola, mas a importância de ir além do que o PPP solicita no processo avaliativo:

Milton: [...] a Bertha está colocando aí o momento específico, então, ela fugiu daquela prova específica, né Bertha, foi buscar uma maneira de completar os dados que ela teria na prova dos alunos. [...] Eu achava muito estranho por que chegava no final do bimestre estava todo mundo com nota boa, e você ia ver o pessoal ia muito mal na prova escrita, muito mal, mas aí o professor já usava artimanha de dar um trabalhinho, fazer aquilo e o aluno pontuava, por que não é que é mais simples, mas o foco é outro né, o foco dum trabalho é um, o foco de uma avaliação escrita é outro. Todo mundo ia bem no trabalho, na avaliação oral não se sabe por que o professor não tem registro, muitas vezes da avaliação oral, faz um autódromo lá, via lá o pessoal em grupo, e então essas avaliações acabavam é, auxiliando o aluno a atingir a nota ali, e eu acho que não, não pode ser assim também, acho que a avaliação escrita por ser de exatas ainda tem de ter uma avaliação escrita ali, alguma coisa sabe. [...] Vai chegar um momento aí das avaliações externas né, tem o ENEM, tem modificado não é mais aquela questão efetue, calcule a gente conseguiu já sair disso, mas na hora do "pega para capar" a gente tem avaliação escrita. [...] (ES5)

Abell (2007) indica que aquilo que os professores escolhem para avaliar parece ser mediado por seus valores e crenças quanto à avaliação e aos próprios objetivos de ensino. O excerto anterior reflete a crença de que as avaliações escritas na área de exatas devem se sobrepôr a outras estratégias, uma vez que as avaliações externas seguem esse modelo avaliativo. Os valores que atrelam o Ensino de Ciências como preparatório para tais avaliações foram verificados em outros momentos ao longo do curso e na observação da aula do professor Carlos, não se restringindo apenas ao momento da avaliação, mas como guia para a seleção de conteúdo ou justificando determinadas abordagens, e serão retomadas ao longo do metatexto.

No próximo tópico, trazemos o conhecimento do contexto como base de conhecimento que se transforma e compõe o PCK dos professores. Nele, identificamos os fatores que constituem o conhecimento do contexto de ensino dos participantes e da influência que esse contexto pode ter em suas aulas, por meio das reflexões ao longo do curso de formação continuada.

4.3 Conhecimento do contexto (CK)

O contexto de ensino abrange a compreensão do local de atuação do professor. Isso implica conhecer os alunos individualmente e como grupo pertencente a tal local, a organização da escola, as particularidades sociais, culturais e históricas da comunidade dos

alunos e da escola, de modo que influencia no trabalho dos professores e nas condições para exerçam seu papel. Portanto, conhecer o contexto e realizar adaptações em sua prática para adequar o conteúdo a ele é fundamental para o sucesso do ensino (ZEMBAL-SAUL *et al.*, 1990).

A fala dos professores durante as reflexões dos encontros evidenciam que fatores como o **(a) contexto da escola**, o **(b) contexto dos alunos** e o **(c) contexto sócio-histórico** fazem parte do conhecimento do contexto dos professores e influenciam diretamente na sua atuação.

4.3.1 Contexto da escola

Identificamos na fala dos professores que as ações pedagógicas que são realizadas na sala de aula dependem diretamente do contexto da escola, tanto no sentido do incentivo às práticas quanto na decisão das estratégias a serem utilizadas. Reconhecer esse contexto pode auxiliar nas escolhas dos professores e na forma como abordaram a NdC em suas aulas.

Quando discutimos as estratégias para abordar a NdC no ES4, o professor Mário fez relatos sobre algumas atividades que ele havia realizado com seus alunos e enfatizou que a região em que a escola se encontra pode impactar na forma como um determinado tema e estratégia é recebido, indicando que em uma cidade pequena que predomina a zona rural e em uma cidade com grande centro urbano as escolhas didáticas do professor devem ser compatíveis:

Mário: Só dá certo, mais ou menos, se você for num rumo desse nessa região. Não dá pra fazer isso em Guaratinguetá ou São José dos Campos. Agora mesmo, essa semana, eu quero trabalhar com eles um tema interessante que são as ilhas de calor. [...] (ES4)

Segundo Kato e Kawasaki (2011), para que a aprendizagem seja significativa para o estudante é necessário considerar o contexto onde a escola e os alunos estão inseridos, de modo a construir um ambiente motivador a partir da realidade cotidiana e de suas vivências, para posteriormente atingir níveis complexos de abstrações para além da sua realidade.

Foi possível notar no relato dos professores os diferentes contextos das escolas e como isso pode influenciar em sua prática pedagógica. Exemplificamos com os excertos extraídos do ES7 em que realizamos o encerramento e a avaliação do curso. Nesse encontro, os professores refletiram sobre os aprendizados e a participação no curso de formação, muitos trouxeram falas sobre o interesse em realizar atividades diferenciadas, porém o apoio da escola é fundamental: a do professor José Leite reflete a desmotivação por se encontrar em um ambiente com pouco apoio da direção; enquanto Bertha se encontra motivada, pois possui todo o suporte e recurso para as aulas:

José Leite: [...] Então o que aconteceu, quando eu levei pra diretora na época da escola, a diretora não deu muita bola, deixou a coisa meio assim, eu tava empolgadíssimo pra fazer essas coisas, no final das contas morreu esse projeto. Então o que eu quero dizer com isso né, eu acho que o diretor também, as pessoas que estão na escola, e aí tem a Sonja que é PCNP e trabalha nessa área de Ciências né... eu acho que a gente tem que ter pessoas mais abertas pra isso sabe, pra poder incentivar os alunos. A gente fazer mais parcerias com as faculdades. (ES7)

Bertha: Então gente, a questão do curso tem tudo a ver com o que eu acabei de falar com vocês né. Eu to numa escola que a gente ousa a ousar e a gente tem espaço para ousar né. (ES7)

O apoio da escola e da comunidade local, os recursos disponíveis, a infraestrutura, as parcerias entre os pares e com outras escolas e universidades são fatores relevantes que fazem parte do planejamento do professor, e por consequência do conhecimento necessário para lecionar naquele contexto, podendo incentivar e até mesmo desmotivar o trabalho a ser realizado (LIMA, 2000).

4.3.2 Contexto dos alunos

A localização da escola reflete nas possibilidades de trabalhar determinado assunto de determinada forma, o que faz com que uma mesma estratégia ou tema tenha impacto diferente nos estudantes daquele local. Reconhecer o contexto dos alunos e usar desse conhecimento para realizar escolhas é essencial para o planejamento do professor, impactando diretamente na forma como os alunos recebem e desenvolvem a atividade, como evidenciado na fala do professor Mário no ES4, quando discutimos as estratégias para abordar a NdC e o professor passou a relatar sobre algumas práticas que realizou na escola em que leciona:

Mário: Eu coloquei uma coisa pra você que eu acho interessante. Você colocou uma coisa que... a gente trabalha muito em relação ao cliente né. Você vê, a gente saber o que cliente quer, como ele pensa, é a coisa mais importante. Aí você vai trabalhar em cima disso. Enfim, eu tenho sempre né, como meta isso, é satisfazer ou superar ao expectativas deles. Na minha região aqui, eu dou aula em Lavrinhas, uma cidade pequena e por incrível que parece, muitos inclusive o pai é vereador... a gente olha muito por esse lado, é uma cidade pequena, tem poucos habitantes e o principal emprego é o emprego público. Então eu sempre coloco debates pra eles, que eles adoram isso. [...] O interessante é que eles instalaram aqui uma usina hidrelétrica, né. E tem gente que aqui, fora os cargos políticos aí na prefeitura, o restante vive de agricultura familiar. [...] (ES4)

Conhecer o contexto (pessoal, social e cultural) dos alunos e utilizá-lo em situações didáticas pode dar sentido aos conhecimentos que estão sendo abordados, mobilizando outros conhecimentos e competências de estruturas pré-estabelecidas no estudante, bem como sendo fator motivador ao ver relação com o que lhe é familiar (KATO; KAWASAKI, 2011).

4.3.3 Contexto sócio-histórico

O ambiente e os acontecimentos que acontecem na vida dos professores e da sociedade de uma forma geral é também um fator que contribui para as bases de

conhecimento do professor e influência na sua atuação. No momento em que o curso foi realizado estávamos em meio a pandemia da COVID-19, em que os alunos ainda estavam no rodízio para frequentar as aulas presenciais. Porém, pouco antes, todos os professores e alunos estavam de forma remota, o que fez com que novos conhecimentos e estratégias tivessem que ser desenvolvidos pelos professores devido às barreiras impostas, influenciando a prática do professor, conforme exposto pela professora Bertha no ES2, após a colocação sobre a apatia dos estudantes mesmo em aulas experimentais:

Bertha: [...] E eu trabalhei muito isso, é que a pandemia atrapalhou muito essa... que o ano passado eu tinha práticas experimentais, então eu falava com os alunos né. Eles faziam o modelo científico e eu falava: olha aqui gente, isso aqui não é conclusão, isso aqui é resultado do experimento. [...] Aí eu não consegui dar continuidade porque os alunos em casa não faziam os experimentos, era um entre 40 né. (ES2)

A professora destacou a dificuldade em realizar uma atividade diferenciada devido à falta de participação dos estudantes em elaborarem as propostas experimentais. Durante a pandemia da COVID-19, foram vários os desafios vividos por professores e estudantes: o acesso à *internet* e acessórios (computador, *smartphone*) para acesso às aulas; dificuldades e defasagem frente às tecnologias; problemas financeiros que impactam direta ou indiretamente ao formato remoto das aulas; dentre tantos outros que podem ter impactado a vida escolar (LAMIM-GUEDES, 2023). Ter conhecimento do contexto vivenciado pelos estudantes e pelos próprios professores é necessário para reconhecer as dificuldades e as limitações que período proporcionou, possibilitando a recondução das práticas pedagógicas.

Considerando a compreensão da NdC como resultado de uma aprendizagem cognitiva, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) argumentam ser necessário ir além do domínio do SMK/NdC (dos aspectos da NdC enfatizados na literatura da área) e do conhecimento da PK para discutir efetivamente a NdC em sala de aula, sendo necessário o domínio do PCK sobre a NdC. Segundo os autores

Aplicado ao ensino sobre a NdC, o PCK incluiria, para além de uma compreensão adequada dos vários aspectos da NdC, o conhecimento de uma vasta gama de exemplos, atividades, ilustrações, explicações, demonstrações e episódios históricos. Esses componentes permitiriam ao professor organizar, representar e apresentar o tópico de uma maneira que tornasse os aspectos da NOS acessíveis aos alunos pré-universitários. Além disso, o conhecimento de formas alternativas de representar aspectos da NdC permitiria ao professor adaptar esses aspectos aos diversos interesses e habilidades dos alunos. [...] Os professores devem ser capazes de falar confortavelmente sobre a NdC, liderar discussões sobre seus vários aspectos, projetar atividades que ajudaria os alunos a compreenderem esses aspectos e contextualizar o ensino sobre a NdC com alguns exemplos ou “histórias” da história da ciência. (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000, p. 692-693)

Não basta que os professores reconheçam que o conhecimento científico é uma construção coletiva, social e culturalmente incorporada na sociedade. É necessário que eles sejam capazes de levar para a sala de aula exemplos contemporâneos e/ou históricos de casos que contribuam para ilustrar, fundamentar e discutir essa afirmação de forma a torná-la conhecida e compreendida pelos estudantes, sendo essencial o conhecimento dos materiais e estratégias, categoria apresentada a seguir.

4.4 Conhecimento de materiais e estratégias instrucionais

Conhecer estratégias instrucionais variados que possam ser usadas de forma a realizar a TD em sala de aula é essencial para que os alunos possam ser impactados de diferentes formas. De acordo com Magnusson *et al.* (1999), o conhecimento das estratégias instrucionais que formam o PCK do professor pode ser dividido em específicas do assunto, sendo amplamente aplicáveis para o ensino de ciências em oposição a outras disciplinas; e em estratégias de tópicos específicos, que são mais restritas, se aplicando ao ensino de tópicos específicos dentro de um domínio da ciência. Além das **(4.4.1) estratégias para o ensino de ciências**, **(4.4.2) estratégias para um tema específico – NdC**, identificamos na fala dos professores e em atividades promovidas durante a formação outras duas subcategorias que compõem a base de conhecimento de materiais e estratégias instrucionais, sendo esses: o **(4.4.3) interesse dos alunos**, e **(4.4.4) materiais variados**.

4.4.1 Conhecimento de estratégias para o ensino de ciências

Uma série de estratégias tem sido desenvolvidas no ensino de ciências, divulgadas na literatura da área e aplicadas em sala de aula. Tais estratégias fazem parte do arcabouço teórico e prático dos professores, sendo mais ou menos utilizadas, seja pela falta de conhecimento do assunto, pela falta de conhecimento pedagógico ou pelos valores e crenças do professor (MAGNUSSON *et al.* 1999).

Durante o processo de formação, foi possível verificar na fala dos professores o conhecimento de estratégias gerais voltadas para o ensino de ciências (e posteriormente sua associação com a discussão de aspectos da NdC) que fazem parte de suas bases de conhecimento para este componente.

Além de demonstrar conhecimento e aplicação das estratégias, os professores associam seu uso com temas variados demonstrando aquilo que conhecem e aplicam em suas aulas, como o uso de questões sociocientíficas, a experimentação, o debate, a roda de conversa, o estudo dirigido, a sala de aula invertida, bem como o uso de materiais variados,

como jogos e simulações. Os excertos abaixo exemplificam o conhecimento sobre as estratégias e foram extraídos do ES4, em que discutimos como abordar a NdC em sala de aula.

César: As "Questões Sociocientíficas" geram várias discussões em sala de aula. Assuntos como Clonagem, Energia Nuclear [...] (ES4)

Mário: Agora mesmo, essa semana, eu quero trabalhar com eles um tema interessante que são as ilhas de calor. Aí eu quero fazer alguns experimentos, experimentos simples [...] (ES4)

De acordo com Magnusson *et al.* (1999), o conhecimento dos professores sobre tais estratégias se relaciona diretamente às *orientações para o ensino de ciências* do PCK do professor, uma vez que requer o conhecimento de cada um dos três domínios básicos do conhecimento do professor: o conhecimento, a pedagogia e o contexto, além de ser um ato intencional com base na vivência e nas escolhas do professor para se adequar a uma situação didática.

4.4.2 Conhecimento de estratégias para um tema específico (NdC)

As estratégias para abordar um tema específico, neste caso os aspectos da NdC, são úteis para auxiliar os alunos a compreenderem tais temas. Nada mais é que a adaptação das estratégias gerais de forma que elas atendam as particularidades do tema específico. Por exemplo, a professora Bertha relata no início do ES2, logo após revisarmos as diferentes perspectivas (dissensos e consensos) na abordagem da NdC, sobre a construção de um infográfico que ela irá propor aos alunos.

Bertha: [...] Tem tudo a ver com a minha aula, vou adiantando, te dar um spoiler. A gente vai trabalhar exatamente isso. Os alunos vão construir um infográfico da construção da teoria da evolução, que o próprio Darwin coloca na... antes do prefácio dele, na introdução, ele faz essa linha do tempo. E os alunos vão trabalhando. Isso é um spoiler de segunda-feira. Mas, voltando no que eu tava pensando: eu tava pensando na minha prática pedagógica, o que eu acabei focando quando eu falo do método científico. [...] (ES2)

Essa estratégia pode ser utilizada em diversas situações dentro e fora do ensino de ciências, porém, neste caso, está sendo usada com o objetivo de traçar um histórico sobre a teoria da evolução com base nos dados apresentados no prefácio do livro de Darwin.

Os professores Mário e Oswaldo falam do uso do debate como estratégia para abordar temas polêmicos que levam os alunos a pesquisarem e apresentarem argumentos com base nos conhecimentos sociocientíficos:

Mário: Eu gosto muito de usar o debate entre os alunos. Exemplo disto que tive um retorno muito bom foi sobre a implantação de uma indústria na região de Lavrinhas. Uma consulta pública foi realizada na Câmara dos vereadores. Existe os contra e os a favor. As vantagens e as desvantagem. Da uma aula legal. Um dia há o debate. Já

fiz. Foi sensacional. Fiz também sobre a implantação da hidroelétrica instalada na região. Sobre o meio ambiente. O que mudou etc. Teve alunos que foram literalmente contra, for afetados. Isto é interessante há sempre um bom debate. (ES4)

Oswaldo: O júri simulado como uma estratégia didática utilizada com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da história da ciência. Em um primeiro momento assistiríamos o filme da Marie Curie. E separaria os alunos em grupos, e esses se preparariam para debater sobre questões do filme. (ES4)

No primeiro excerto, Mário faz um relato ao final do ES4 contando um pouco sobre algumas de suas experiências na escola, que se relacionam com as estratégias que havíamos discutido no encontro. Já o segundo excerto foi retirado da atividade proposta no ES4 por meio de um formulário, em que os professores deveriam escolher uma estratégia e descrever como utilizariam para abordar um assunto que envolvesse a NdC. Outros exemplos de como os professores conseguiram associar estratégias para abordar a NdC em sala de aula, extraídos também dessa atividade proposta no ES4, estão transcritas abaixo:

Elisa: O estudo de caso é bem interessante de ser abordado em sala de aula, podemos usar para mostrar aos alunos como a descoberta foi realizada, as etapas que foram feitas e as pessoas envolvidas para isso. Tanto na química como na biologia podemos desmistificar não só mostrando a genialidade que não foi devidamente creditada a Rosalind Franklin como também de outras mulheres na ciência como Marie Curie e tantas outras. Sendo isso, uma maneira de incentivar várias novas pesquisadoras na área. (ES4)

A professora Elisa relaciona o uso do estudo de caso para discutir a construção do conhecimento científico de modo a desmistificar questões de gênero nas ciências, relacionando uma estratégia geral para abordar um aspecto específico relacionado à NdC. Abell (2007) salienta que o conhecimento das estratégias vai além do domínio da estratégia a ser usada, pois se relaciona diretamente com o conhecimento do assunto a ser abordado e com o conhecimento dos estudantes e seus contextos. Portanto, as escolhas dos professores refletem seus conhecimentos pré-existentes e adquiridos no curso sobre os aspectos da NdC, bem como o que consideram importante a ser abordado no contexto de sua sala de aula.

4.4.3 Conhecimento do interesse dos alunos

Além dos fatores apontados por Mgnusson *et al.* (1999), identificamos durante o processo de formação que o interesse dos estudantes e o seu contexto são levados em consideração pelos professores ao planejar situações de ensino e de aprendizagem. Apresentamos como exemplo a transcrição da fala do professor César no ES2, em que relata uma reflexão realizada pelo seu grupo na atividade de associação de aspectos da NdC e dos objetivos de abordar tais aspectos:

César: [...] A letra c, como você abordaria, nós iríamos propor, nós estávamos discutindo ainda, mas acreditamos que o incentivo inicial do aluno, vocês vão apresentar o projeto com uma culminância para a escola toda, seria uma forma deles terem em mente que eles vão ter que fazer um trabalho mais minucioso que eles vão ter uma responsabilidade maior na coleta dos dados. Isso era uma sugestão, mas não fechamos ainda essa sugestão. É isso. (ES2)

A transcrição acima é referente à questão c) *Qual a forma como você abordaria esse tema/conceito/situação/etc. para atingir o objetivo esperado?* Em que o César, que estava no grupo com Bertha e Carlos, planejaram trabalhar o tema da crise hídrica, envolvendo outras áreas de conhecimento, além das Ciências da Natureza, de modo que os alunos fossem ativos na realização do projeto e apresentando-o para toda a escola, como modo de incentivar sua participação e responsabilidade.

Tal fator se relaciona diretamente com a base de conhecimento que compõem o *conhecimento dos alunos*, uma vez que conhecendo o público com o qual irá trabalhar o professor realiza escolhas de estratégias que despertem o interesse dos estudantes. Além de materiais que motivem a participação dos estudantes, como o uso de jogos, usar o contexto do estudante (social, local, histórico, etc.) também é algo que os incentiva, como mostra o professor Mário quando fala sobre o debate como estratégia instrucional: só é possível que os alunos se interessem e se engajem nas argumentações sobre a instalação de um hidrelétrica na cidade se isso é uma realidade do local.

4.4.4 Conhecimento de materiais variados

Conhecer e utilizar materiais variados, que vão além dos instrucionais, fazem parte das bases de conhecimento do professor, podendo ser adquirido por meio da sua prática ao longo do tempo, de pesquisas que demonstram a importância de tais materiais, do estudo e interesse do próprio professor, dentre outros aspectos que motivam o uso de tais materiais. Na fala dos professores, observamos o conhecimento de tais materiais associados: à motivação dos alunos; à possibilidade de abordar aspectos da NdC; e ao acesso gratuito pela escola, como pode ser observado nos excertos:

Bertha: Então quando a gente usa o Show da Luna não só pros conceitos, mas a gente consegue despertar essa curiosidade nos alunos [...] (ES2)

César: Os alunos gostam muito de jogos eletrônicos... (ES2)

César: As Escolas da rede pública de São Paulo recebem as revistas mensais da FAPESP. (ES3)

No ES2, o professor César e Bertha comentam sobre materiais que podem despertar o interesse dos alunos, como o uso de jogos eletrônicos e de animações.

No ES3, quando discutimos questões relativas ao financiamento de pesquisas, a pesquisadora mencionou a revista Pesquisa FAPESP e a Minas Faz Ciência como materiais de divulgação científica que também trazem nas matérias os valores investidos nas pesquisas divulgadas,

O PCK sobre as estratégias instrucionais também inclui o conhecimento dos professores sobre as possibilidades e limitações dos materiais que podem ser utilizados durante uma atividade, uma vez que eles enriquecem e tornam possíveis a discussão de determinados assuntos. O professor César, por exemplo, expressou no ES4 questões sobre a NdC presentes nos filmes Parque dos Dinossauros e Matrix, quando discutimos “o que” abordar sobre a NdC em sala de aula; e no ES4 questões relativas ao livro didático e à HC, quando revisamos os materiais que podem ser usados para abordar a NdC, conforme a transcrição:

César: Eu vou fazer comentário que talvez possa ajudar a todos, né. Eu vejo, você falou dos livros né, e ele serve um serviço muito grande para a historiografia, porque mesmo com os conteúdos desatualizados eles mostram a fotografia de uma época, como que as pessoas pensavam, até mesmo eu tô vendo as capas aqui desses materiais [TDC] na tela, por exemplo: a própria capa já traz muita informação sobre a época, como que se pensava, que tipo de layout eles estão usando, que tipo de letras. Isso é uma riqueza muito grande [...] (ES4)

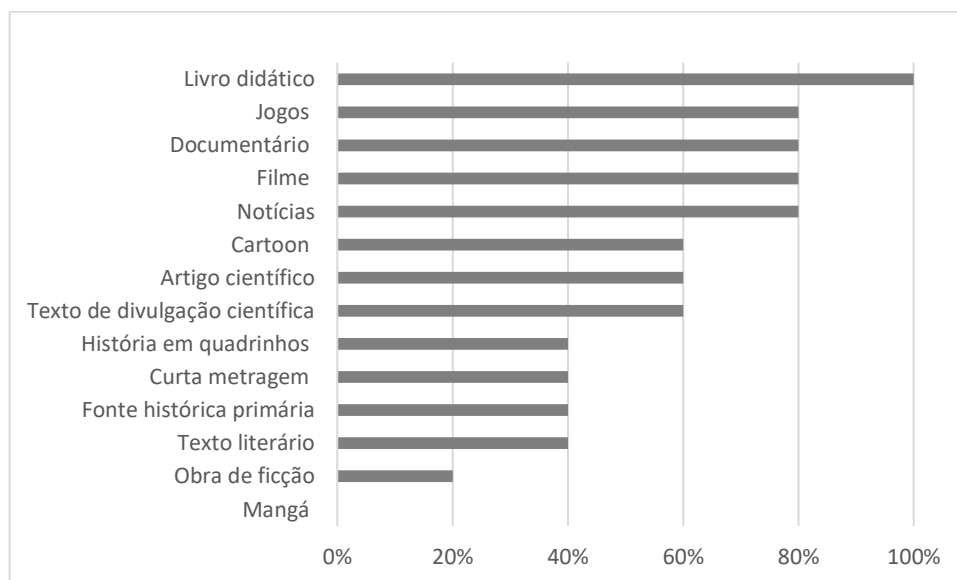
Só é possível utilizar um filme como *Parque dos Dinossauros* ou *Matrix* se o professor já assistiu ao filme, identificou os aspectos da NdC que ele possibilita discutir e conseguiu criar uma atividade que o relacione com tais aspectos de forma construtiva para os estudantes. O mesmo vale para o reconhecimento das limitações do material. Saber da sua potencialidade não exclui o fato de que muitos materiais, independente se produzidos para fins pedagógicos ou não, precisam de certo cuidado ao serem levados para a sala de aula – principalmente quando falamos sobre discutir aspectos da NdC – para que um conhecimento desatualizado, descontextualizado ou estereotipado não seja reproduzido.

No ES4 fizemos um levantamento dos materiais já utilizados pelos professores em sala de aula. Podemos observar na Figura 6 que o LD é o material mais utilizado pelos professores, sendo o único que foi usado em sala de aula por todos os professores, corroborando com o que já foi verificado por pesquisas como as de Souza (2016) e de Santos (2017), em que o principal instrumento de organização e seleção de conteúdo adotado nas aulas é o LD.

Os materiais considerados não instrucionais também já foram utilizados pelos professores, porém como não é foco da nossa análise quantificar ou detalhar essas questões, apontamos apenas que quanto mais “distante” (aparentemente) do Ensino de Ciências, como

os Mangás, as obras de ficção e os textos literários, menos eles são utilizados pelos professores.

Figura 6 - Relação dos materiais e porcentagem dos professores que já os utilizaram em sala de aula, segundo resultado da enquete realizada no ES4 por meio do *slido.com*.



Fonte: os Autores.

Quando questionados sobre o que os motiva/desmotiva a levar materiais variados para a sala de aula, os professores apontaram como fatores motivadores: o aumento do interesse dos alunos tanto para as aulas quanto para a própria Ciência; a contribuição para a aprendizagem; e o autodesafio do professor a inovar. Dentre os fatores desmotivadores estão: a falta de interesse dos alunos; a falta de tempo para estudo do material e preparação das aulas; e a falta de recursos. Tais respostas foram obtidas de modo anônimo a partir da atividade proposta no ES4, por meio do *slido.com*, e estão destacadas no Quadro 14.

Quadro 14 - Relação do que motiva e desmotiva os professores a utilizarem materiais variados em sala de aula.

Motivação	Desmotivação
A busca! A pesquisa faz "tirar o pó das prateleiras" (sentido figurado - sair da zona de conforto).	A falta de sentido para alguns alunos.
O que me motiva é saber que existem várias possibilidades de atrair os alunos para a ciência, com interações variadas.	A falta de tempo de estudo para preparar o material.
Aula dinâmica, contribui para melhorar o aprendizado.	O que me desmotiva (deixa triste) é não ter tanto recurso nas escolas e/ou na realidade dos alunos.
Aumentar o interesse e o engajamento dos alunos pelo assunto.	Falta de interesse.
Tornar o assunto mais interessante para o aluno e despertar a vontade de saber mais.	Tempo gasto na preparação.
O despertar para a ciência.	Falta de interesse.

Fonte: Autoria própria.

Observamos que os professores se sentem motivados quando percebem que os estudantes também demonstram interesse e engajamento por um assunto/atividade. Por outro lado, a falta de interesse dos alunos desmotiva o uso de materiais variados, uma vez que demanda tempo e muito estudo do professor, que precisa pesquisar e estudar o material a ser usado. Isso também é válido para o uso de estratégias diferenciadas, como evidenciado na fala do professor César neste mesmo encontro:

César: As "Questões Sociocientíficas" geram várias discussões em sala de aula. Assuntos como Clonagem, Energia Nuclear... exige muita fundamentação teórica para ser apresentada aos estudantes. (ES4)

A insuficiência do tempo do professor para a conclusão de suas tarefas é unânime na vida docente, sendo que muitos professores acabam realizando parte de suas atividades fora do horário de trabalho que, além da desmotivação, pode acarretar problemas de saúde e dificuldades na vida pessoal dos docentes (SILVA, 2017).

Para definição das estratégias e materiais a serem usados, também é necessário domínio curricular de modo a reconhecer e atrelar as demandas do currículo e às discussões sobre NdC. Portanto apresentamos no próximo item a análise do conhecimento do currículo demonstrado pelos professores.

4.5 Conhecimento do currículo

Segundo Magnusson *et al.* (1999), o conhecimento do currículo distingue o especialista no conteúdo do pedagogo, sendo uma marca registrada do PCK. Portanto, é necessário que os professores conheçam dois fatores importantes: as metas e os objetivos gerais e específicos para o ensino (que chamamos de currículo geral e currículo específico) e os programas e os materiais curriculares.

O Currículo Paulista define as aprendizagens essenciais para todos os estudantes das etapas finais da educação básica das escolas do estado de São Paulo, organizando as competências e as habilidades estabelecidas pela BNCC junto dos saberes a serem desenvolvidos em cada etapa. Além disso, as escolas recebem os cadernos apoio a aprendizagem, denominados de *Currículo em Ação* (1ª e 2ª série do EM) e *São Paulo Faz Escola* (3ª série do EM), que são uma espécie de apostila com materiais e atividades a serem trabalhados pelo professor junto dos alunos.

Portanto, é essencial que o professor tenha o conhecimento amplo do currículo que irá embasar suas aulas e do material disponibilizado pelo Estado – tanto os cadernos de apoio

quanto o LD – para que planeje e implemente suas propostas em sala de aula. No caso da base de conhecimentos para ensinar sobre a NdC, é necessário que os docentes reconheçam como a NdC aparece no currículo para que possam levá-la aos alunos de forma consciente. Uma vez que observamos que ela não aparece de maneira explícita no currículo, buscamos identificar junto dos professores os indícios da NdC tanto nas competências e nas habilidades quanto nos saberes (os quais são denominados no Currículo Paulista de objetos de conhecimento).

Durante o curso de formação foi possível verificar pela fala dos professores o conhecimento: do currículo de ciências da natureza e o reconhecimento das articulações com os saberes relacionados à NdC que ele apresenta, que chamamos de **(4.5.1) currículo específico**; do **(4.5.2) currículo geral**, que leva em consideração o currículo de ciências como um todo e as relações entre as áreas de conhecimento; e dos **(4.5.3) programas e materiais curriculares**, o LD e, no caso do Estado de São Paulo, os cadernos de apoio.

4.5.1 Conhecimento do currículo específico

Independente de concordar (ou não) com a forma como o Currículo é organizado, precisamos estudá-lo de forma a conhecer o que se espera dos atores do processo de ensino e de aprendizagem. E mais, devemos saber utilizá-lo com sabedoria, reconhecendo o melhor modo de trabalhar com sua estrutura e como adaptar aquilo que julgamos necessário para um ensino de qualidade.

Durante o curso, procuramos ir além da discussão dos principais referenciais de estudo sobre a NdC, buscamos identificar e explicitar como ela está presente no Currículo Paulista. Se ele é a referência que rege o trabalho dos professores, é essencial que eles reconheçam tal saber em sua estrutura de modo que compreendam que abordar a NdC em sala de aula é algo que já vem sendo esperado pelos documentos oficiais, mesmo que implicitamente.

Após discutirmos o significado do termo “Natureza da Ciência” no ES1 e no EAS1 os professores passaram a manifestar em suas falas o reconhecimento de aspectos da NdC na estrutura do Currículo. No ES3, realizamos as discussões sobre o que ensinar sobre a NdC e, logo no início, fizemos um breve resumo do que seria discutido no encontro e abrimos para as colocações dos professores. Bertha, Milton e Simone Maia contribuíram com suas falas em que destacamos os seguintes excertos que ilustram a relação NdC e Currículo:

Bertha: Quando você tava falando da NdC no currículo, ai eu tava recordando de algumas coisas né. [...] E essa atividade da caneta do astronauta é legal de trabalhar com eles, a gente vai pensando no como fazer ciência, né. [...] Então essa é a contribuição sobre a NdC da ciência no currículo que agora a gente consegue enxergar. (ES3)

Milton: [...] Auxiliar na construção do pensamento de uma forma geral, fazer a ligação do pensamento científico com o pensamento matemático, que não deixa de ser científico também, logicamente, e com tudo que tá aí. Eu penso que o currículo tá indo nesse sentido. Então também, como diz a Natália, não é que eu preciso transformar a sala de aula de cabeça para baixo e reformular tudo, a gente precisa colocar em prática o que já se tem, com as adaptações possíveis, logicamente. (ES3)

Simone Maia: Bom dia a todos. O que o Milton falou é muito bacana e o currículo está trazendo isso pra gente, a interdisciplinaridade, né Natália. Então quando a gente trabalha a iniciação científica e começa o estudo com o aluno, a gente traz a história daquele assunto, né, a cronologia de como aquele assunto foi sendo construído o conhecimento naquele assunto e o que nós podemos acrescentar dali pra frente. Então a gente traz a história ali junto também, com esse estudo do conhecimento científico. É isso que eu queria complementar a fala do Milton: a interdisciplinaridade tá muito clara dentro do nosso material. (ES3)

As falas transcritas acima demonstram que os professores têm conhecimento do Currículo Paulista atual e passaram a reconhecer a NdC como componente que integra as habilidades e objetos de conhecimentos para o desenvolvimento da competência. Entretanto, mais do que conhecer o Currículo, é necessário o alinhamento das orientações de ensino do professor com os objetivos curriculares, uma vez que os professores podem modificar ou rejeitar as indicações curriculares com as quais não concordam (MAGNUSSON, 1999).

4.5.2 Conhecimento do currículo geral

Muitas vezes o professor conhece somente o currículo da sua área de conhecimento – ou ainda apenas aquele da área de conhecimento que leciona – o que impede ou dificulta trabalhar de forma integrada com outras áreas. Quando há uma visão mais ampla do currículo, incluindo outras áreas de conhecimento, é possível planejar situações em que os alunos percebam a Ciência e a Tecnologia de forma integrada e não isolada, contribuindo inclusive para sua percepção sobre a NdC.

Porém, não são todos os professores que têm a oportunidade e/ou sensibilidade de ter contato com o Currículo de outras áreas – não por desinteresse – devido à falta de tempo, por exemplo, como indica a professora a Bertha ao final do ES5 quando refletimos acerca da organização do Currículo Paulista e as possibilidades em trabalhar um mesmo assunto em diferentes áreas:

Bertha: Talvez você não tenha tido a oportunidade, mas o Currículo do 1º ano, ao mesmo tempo que a gente está trabalhando determinado assunto nas Ciências da Natureza, nas Ciências Humanas, na filosofia e na sociologia trabalham o mesmo tema. Eu tive a... eu falo assim que mesmo sendo cansativo, mas eu tive a oportunidade de acompanhar o professor de filosofia que tava remoto, aí eu pude perceber isso no currículo, que o currículo não está só dentro da gente, então ele trabalha todas essas competências e até mesmo os objetos de conhecimento, no todo. Então só para contribuir com isso, por que muitas vezes a gente nem tem tempo de ver. Se eu não tivesse acompanhado o professor de filosofia, talvez eu não tinha percebido isso, mas é bem legal esse lado também. (ES5)

Conhecer o currículo geral contribui para o PCK sobre a NdC, uma vez que ele pode enxergar parcerias com as demais áreas para trabalhar determinado saber que não tenha tanto domínio ou que poderia abrir a oportunidade para que outros professores contribuíssem, por exemplo, nas discussões sobre ética e moral da ciência produzida nos tempos de guerra em conjunto com o professor de filosofia e/ou de sociologia, ou então com o professor de história e de geografia para discutir o armamento nuclear. Porém, isso só é possível se ele conhecer a integração do currículo e dos saberes, das competências e das habilidades trabalhadas nas demais áreas.

No último encontro, surgiu a discussão do currículo do Ensino Fundamental, que mostra que o professor do Ensino Médio muitas vezes desconhece o que é esperado que o aluno vivencie sobre Ciência antes de chegar na etapa final da Educação Básica:

José Leite: [...] foi muito bom, foi muito importante, eu acho pra todos os anos, eu aprendi muito. Eu tive uma visão um pouco diferenciada sobre como explicar esse tipo de coisa. Quando eu coloco assim que deveria começar lá nos primeiros, 9º anos você já vai entender, é no sentido assim, por exemplo: eu acho que essa parte de ciência deveria começar lá bem devagarzinho ensinando assim, por exemplo, num suco de laranja quando você coloca muito açúcar a concentração tá ficando muito grande, você já jogando produto fora, sabe coisa assim bem simples. Então você começar lá atrás com coisas bem pequenas e dar continuidade ao longo de todo o ensino médio, né. Ai por que? Porque você ia abranger desde os pequenos até o Ensino Médio. (ES7)

A discussão começou quando questionamos sobre como foi para os professores participarem do curso. O professor José Leite iniciou falando de sua satisfação em ter participado, mas que os alunos deveriam iniciar os estudos em Ciências desde o Ensino Fundamental, uma vez que ela faz parte do dia a dia de toda a população – inclusive os pequenos – possibilitando que o estudante explore o mundo e aguace sua capacidade de investigação. Porém, esse questionamento demonstra que não há um conhecimento do professor – e essa é a realidade de grande parte dos que estão no Ensino Médio – sobre o currículo dessa etapa, o que é esclarecido pelas PCNP presentes logo em seguida:

Simone Maia: Eu acho que a Sonja pode complementar essa fala do professor. Agora, com o novo Currículo Paulista, a parte de Ciências da Natureza teve uma reestruturação. Foi, eu acho que a área que mais sofreu uma reformulação desses conteúdos, né. Dos componentes curriculares na verdade. Então a Sonja fez esse estudo né [...]. E nós vimos que alguns componentes curriculares do Ensino Médio vieram pro Fundamental e alguns do Fundamental foi pro médio. Houve uma reestruturação que até os professores falaram assim: nossa virou Ciências da Natureza de ponta cabeça. Na verdade, Ciências agora, Ciências da Natureza, começa lá no primeiro ano do Ensino Fundamental dos anos iniciais, né. (ES7)

Sonja: Ela foi mesmo a área que mais sofreu alterações curriculares, né. Os componentes curriculares sofreram alterações. E isso no Ensino Fundamental se deu de uma forma mais acentuada, porque inicialmente a gente contemplava na maior parte os conteúdos e as habilidades que correspondiam a biologia, né. E aí, através

de um estudo eles entenderam o seguinte: que o aluno chegava no Ensino Médio mais familiarizado com biologia e menos familiarizado com química e física, porque ele não tinha contato e não desenvolvia as habilidades relacionadas a esse componente curricular. Então com o novo Currículo Paulista, de forma igualitária, contempla os três componentes, desde o primeiro ano do Ensino Fundamental. (ES7)

Simone Maia: Isso mesmo. E isso demora alguns anos. Não adianta só a gente observar os alunos que estão saindo do nono ano agora e entrando no Ensino Médio não. O resultado disso ainda vem ao longo de um tempo né, até esse aluno que tá iniciando com o novo Currículo no primeiro ano do Ensino Fundamental é que daqui há alguns anos vai estar no Ensino Médio com essa base bem estruturada, com esse conhecimento igualitário bem estruturado no Ensino Médio. (ES7)

Conhecer o currículo vai além de conhecer o necessário para abordar um conteúdo específico. Grossman (1990) aponta ser necessário conhecimento dos objetivos disciplinares, bem como a articulação dessas orientações entre os temas abordados em outras áreas. Além disso, a autora aponta ser importante o conhecimento do currículo vertical da disciplina, que seria o que os alunos aprenderam nos anos anteriores e o que se espera que aprendam nos anos posteriores, de modo que o professor possa ter uma visão mais abrangente do processo de construção do conhecimento e possa organizar sua prática pedagógica.

4.5.4 Conhecimento dos programas e materiais curriculares

Os manuais escolares são construções baseadas no Currículo e nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio e refletem sua estrutura. No Estado de São Paulo, além do LD aprovado pelo PNLD, as escolas recebem os cadernos de apoio com a divisão das competências, habilidades e saberes por bimestre para as áreas de conhecimento. Esses cadernos são recebidos por professores e alunos e possuem textos, imagens, links interativos e atividades que podem ser realizadas pelo professor em sala de aula.

Durante o curso foi possível observar que os professores identificam atividades que trabalham aspectos da NdC nos cadernos de apoio, bem como as potencialidades e limitações de tais materiais. A professora Bertha, por exemplo, relata no ES3 uma atividade já havia realizado com seus alunos na semana anterior ao início do curso:

Bertha: Quando você tava falando da NdC no Currículo, aí eu tava recordando de algumas coisas né. Por exemplo, no currículo em ação do primeiro ano [caderno de apoio], a primeira atividade é sobre a caneta do astronauta, não sei se você já viu esse texto? (ES3)

Essa atividade consiste na resolução de um problema pelos alunos que deveriam se imaginar em uma expedição de pesquisa ao espaço em que precisavam realizar diversas anotações, porém nenhuma de suas canetas funcionavam lá, portanto deveriam propor uma solução para a realização das anotações. Enquanto discutíamos de forma mais aprofundada

sobre os aspectos da NdC no curso de formação ela se recordou da atividade proposta pelo material e relacionou com o assunto.

Já a PCNP Simone Maia, que fez um estudo do material de apoio da Secretaria de Educação para as orientações técnicas que realiza com os professores, apresentou algumas reflexões relevantes, no ES4, quando relembramos os materiais que podem ser usados para abordar a NdC em sala de aula e, no ES2, quando discutimos as mudanças que o conhecimento científico sofre ao longo do tempo:

Simone Maia: [...] eu queria só comentar um pouquinho sobre o livro didático, que ele ajuda e é um complemento do nosso material, mas ele não chega a um estudo tão aprofundado como você falou e o objetivo nosso, do nosso material da secretaria é incentivar o aluno a iniciação científica e transformar o senso comum em conhecimento científico. Então quando a gente dá o pontapé inicial com o nosso caderno, com o livro didático e complemento com os textos científicos, a gente tá atingindo os objetivos do nosso material, né, que é transformar o senso comum em linguagem científica. (ES4)

Simone Maia: [...] eu falava pros alunos assim: olha o que nós estamos aprendendo aqui, na hora que vocês entrarem na internet e pesquisar, já pode ter outras informações muito mais avançadas do que a gente tá falando na sala de aula, porque a pesquisa científica, ela não para. Então muitas vezes o que está escrito aqui na apostila ou, na escola particular utiliza apostila, ou as informações de um texto que a gente tá trabalhando dentro de um caderno do aluno, do caderno do professor, no material do São Paulo faz Escola ou no Currículo Paulista, essa informação, às vezes a gente pode tá procurando, fazendo uma pesquisa, essa informação já pode tá um pouquinho ultrapassada. Isso é conhecimento científico, isso é pesquisa científica. Então eu falava muito isso na sala de aula. (ES2)

Ela traz em sua fala o objetivo do material do estado, reconhecendo sua limitação, pois pode apresentar informações desatualizadas, assim como o LD. Isso é muito comum devido à dinamicidade da C&T, que faz com que alguns conteúdos dos livros se tornem rapidamente obsoletos ou, como bem observa Candotti (2002), apresenta assuntos desatualizados e que se repetem há décadas.

Os professores utilizam os manuais escolares como base em suas aulas, porém é necessário que conheçam o material e analisem a melhor forma de utilizá-lo, bem como reconheçam o momento quando é mais interessante outro material ou abordagem para determinado assunto. Além disso, é importante frisar que tais materiais podem ser complementados com outros que facilitem a abordagem dos saberes, principalmente no caso dos aspectos da NdC.

Por fim, trazemos outra percepção do material da SED evidenciada pelo professor José Leite, em um comentário feito no AVA na postagem do material do ES5, que se relaciona com os valores que ele julga serem importantes na formação dos estudantes – o ensino como preparação para o vestibular:

José Leite: Às vezes é difícil conciliar o conteúdo dado no material das Escolas do Estado, do Currículo Paulista. Mas devido a experiência de vários anos, tento ter jogo de cintura. Quando os alunos irão prestar vestibular, esses conteúdos são diferentes do que o Estado ensina nos seus materiais. (Comentário AVA ES5)

Esse encontro foi o encerramento do Módulo 2, em que relembramos os principais pontos vistos sobre a inserção da NdC em sala de aula (para que, o que, como) e iniciamos as associações com o Currículo de modo mais prático. O professor José Leite não estava presente no encontro e acessou o material gravado e disponibilizado no AVA, realizando o comentário acima. Para ele, o material não possibilita que os alunos tenham formação suficiente para as avaliações externas, sendo necessário “jogo de cintura” para que possa ofertar isso aos alunos.

Temos visto um movimento que preza para uma educação integral e cidadã, em que o estudante possa utilizar seu conhecimento de forma a agir na sociedade consciente do seu poder de ação. Entretanto, muitos professores (principalmente aqueles a mais tempo na área) possuem a visão do ensinar para o vestibular – muitos pais e alunos ainda cobram isso da escola – e acabam por fazer escolhas curriculares que culminam, inclusive, na exclusão de aspectos da NdC de suas aulas. Osborne *et al.* (2003) afirmam que “são as variáveis do professor que são o fator mais significativo que determina a atitude, e não as variáveis curriculares” (p. 1070), uma vez que, conscientes ou não, são eles quem decidem efetivamente o que e como ensinar, com base em seus conhecimentos e valores.

Conhecer as dificuldades, limitações e interesses dos alunos pode contribuir para as escolhas do professor, que ao identificar a necessidade de ação por meio do retorno do seu estudante tem a possibilidade de replanejar suas aulas. A seguir são apresentadas as reflexões sobre o conhecimento dos alunos demonstradas pelos participantes ao longo do curso de formação.

4.6 Conhecimento dos alunos

Refere-se ao conhecimento que os professores devem ter sobre os alunos para que possam auxiliar no seu desenvolvimento, uma vez que cada aluno possui características que influenciam o ambiente da sala de aula. Em uma mesma sala de aula, temos alunos com diferentes contextos e essas particularidades vão aumentando quando falamos de estudantes de salas, de escolas e ou até de cidades distintas. Portanto, conhecer o público com o qual se está trabalhando é essencial para que todo professor possa se planejar da melhor forma para alcançá-los, como observado pelo professor César, no ES2, após a atividade de reflexão em

grupo em que os professores relacionaram o que abordar sobre a NdC, para que abordá-la em sala de aula e como realizariam tal abordagem.

César: Na discussão do pra quê ensinar, ela se estendeu e eu percebi que existe um pouco de maturidade nas respostas aí, pra quem você tá ensinado é uma associação direta, então ficou difícil nossa discussão aí, eu senti que dava pra ficar mais tempo discutindo. É isso. (ES2)

De acordo com Magnusson *et al.* (1999), este componente do PCK inclui duas subcategorias que contribuem para o conhecimento dos alunos: os **(4.6.1) requisitos para aprendizagem** e as **(4.6.2) dificuldades** dos alunos. Além desses, identificamos que o conhecimento das **(4.6.3) motivações e interesses** também podem favorecer as escolhas pedagógicas do professor.

4.6.1 Conhecimento dos requisitos para aprendizagem

Consiste no conhecimento e nas crenças dos professores sobre o que é necessário para aprender um saber específico, bem como sua compreensão das diferentes formas de como os alunos aprendem determinado conceito. Magnusson *et al.* (1999) afirma que professores eficazes estão cientes das diferentes necessidades dos alunos, agindo de acordo com o que eles precisam para se desenvolver.

Quando falamos sobre a discussão de aspectos da NdC é essencial para as bases de conhecimento do professor conhecer as concepções prévias dos estudantes, também conhecidas na literatura como concepções alternativas, espontâneas ou de senso comum (HOFFMANN *et al.*, 2017). Assim como acontece com o conhecimento científico, a percepção do estudante sobre a NdC está relacionada com sua realidade, com as informações que adquire no dia a dia. Apenas quando se conhece o que o estudante pensa sobre a construção do conhecimento científico, o trabalho do cientista, as relações CTS e os aspectos que fazem parte das reflexões realizadas dentro do contexto de estudo da NdC é que será possível intervir no sentido promover discussões e reflexões que reforcem as imagens de uma ciência mais humana e contextualizada, bem como a superação de percepções ingênuas e estereotipada.

Foi possível observar que os participantes do curso de formação percebem a importância de conhecer as concepções prévias dos estudantes. Simone Maia faz uma reflexão sobre levantar os conhecimentos dos alunos no ES4 quando refletimos sobre as diferentes estratégias para abordar a NdC, que foi validada e reforçada por César, conforme excertos a seguir:

Simone Maia: Diante dessa fala sua, eu fiquei pensando assim, como é importante o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos [...] (ES4)

César: Verdade, o que a Ana falou, precisa saber dos conhecimentos prévios dos alunos, né. (ES4)

Além disso, as pesquisas apontam que os estudantes possuem percepções mitificadas da Ciência (DINIZ; REZENDE JUNIOR, 2019). Dessa forma, o professor precisa saber qual a visão de seu estudante para agir no sentido de discuti-la, como o exemplo da fala professora Bertha, extraído do ES3, quando refletimos sobre os aspectos da NdC, mais precisamente sobre a construção social do conhecimento científico (coletividade na ciência, credibilidade do conhecimento, influência do indivíduo, decisões científicas):

Bertha: Complementando o que você estava falando dessa visão. Eles não têm essa visão da hierarquia dentro do laboratório, que existe essa hierarquia, que existe um professor orientador e que a divisão do trabalho... é muito engraçado pra eles, porque eu trabalhei [...]. Então essa visão deles também... eles acham que quando chega na faculdade acabou, eu vou fazer ciência e não tem ninguém que manda em você, né. Ou você não tem que compartilhar sua ideia. É muito interessante isso na cabeça deles também. (ES3)

O excerto indica que a professora identifica em seus alunos uma visão ingênua do trabalho científico, que só pode ser verificada quando ela abordou questões pessoais de quando ela desenvolvia tal trabalho na Universidade e pode discuti-lo, possibilitando uma nova visão para os alunos.

4.6.2 Conhecimento das dificuldades

É um fator associado ao conhecimento dos professores sobre o que dificulta a aprendizagem dos alunos, sejam conceitos, tópicos, instruções, etc. Magnusson *et al.* (1999) apontam que existem várias razões pelas quais os alunos acham difícil aprender em ciências, sendo que os professores devem estar bem informados sobre elas. Saber quais são as dificuldades dos estudantes, mesmo que ela não tenha sido explicitada por eles, é tão essencial para a base de conhecimentos do professor quanto conhecer seus conhecimentos prévios. Somente assim o professor poderá traçar seu plano de ação em sala de aula de forma a minimizar ou possibilitar que o estudante supere tais dificuldades.

Dentre as dificuldades dos estudantes na percepção dos professores estão questões relacionadas ao interesse e participação dos alunos nas aulas. Segundo os professores, os estudantes do Ensino Médio estão desmotivados e pouco participativos, o que dificulta seu engajamento em sala de aula. Os excertos abaixo vieram do ES2 de um momento em que estávamos discutindo a profissão cientista no Brasil e a professora Bertha faz um relato sobre um desenho animado que assiste com sua filha, desencadeando as reflexões sobre a falta de motivação dos estudantes.

Bertha: [...] a gente consegue despertar essa curiosidade nos alunos, porque eu vejo que eles estão muito apáticos, muito consumidores de informação. Então esse eu quero saber, eu quero muito saber tá faltando nas escolas, não por parte dos professores, mas por conta da sociedade do mundo que estamos vivendo. (ES2)

César: Você estava comentando sobre isso e realmente o Ensino Médio, eles estão muito assim formatados a não pensar, né. (ES2)

César: Sim sim, então o que eu queria falar é o seguinte: que às vezes a gente pensa realmente que eles estão engessados, eles só têm interesse pra aquilo, mas talvez não seja bem assim né. Talvez eles tenham dúvidas, tenham vergonha e por algum motivo não pergunta, pra aula acabar logo, não sei. Eu fico observando tem uns que se escondem até atrás do cabelo, põe a gola da camisa alta, fica escondido a fundo na carteira. (ES2)

A fala inicial da professora Bertha desencadeia uma reflexão sobre as possíveis situações que geram a apatia dos estudantes. Destacamos em sua fala que a curiosidade falta nas escolas, “não por parte do professor”, como reflexo da sociedade. Porém, professores são parte da sociedade e da escola, sendo atingidos por essa falta de motivação. Segundo Gurgel e Watanabe (2012, p. 6) “[...] o desânimo acaba por atingir também o professor, que cansa de insistir e de justificar diariamente a importância do conhecimento estudado e de seu valor para a vida dos estudantes”.

O professor César apresenta uma outra justificativa, inserindo o fato de os alunos não se sentirem confortáveis para se expressar em sala de aula como algo que impacta na falta de demonstração de interesse. Em geral, os jovens têm receio de se expor em um ambiente que não seja favorável ao diálogo e a discussão, por isso é importante que o professor propicie uma atmosfera em que se sintam acolhidos e com liberdade para dialogar, sem o receio de “errar”. Considerar a sala de aula como um ambiente dinâmico no que se refere às interações entre aluno-aluno e alunos-professor, segundo Vygotsky (1991), pode viabilizar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A própria discussão de aspectos da NdC pode favorecer essa interação, uma vez que aborda diferentes questões sobre a construção do conhecimento e não o conceito propriamente dito, estimulando o interesse dos alunos.

Outra dificuldade apontada se relaciona com as estratégias a serem usadas em sala de aula. No ES4, quando discutimos o que motiva e desmotiva o uso de materiais variados, a professora Bertha comenta de um *anime* (desenho japonês) sobre célula que o seu filho assiste e o professor Mário comenta sobre a vantagem em usar vídeos em sala de aula, indicando que a leitura é um ponto de dificuldade para os estudantes:

Mário: Os alunos se interessam bem mais por vídeos ou imagem, ler não é o forte deles. (ES4)

Por isso o uso de estratégias variadas e que associam a leitura com imagens, como as História em Quadrinhos (HQ), os Mangás e o uso de TDC, que possuem uma linguagem mais atraente, podem ser formas de familiarizar os estudantes com a leitura e estimular que se interessem cada vez mais por ela. Silva e Almeida (2013) alertam para a urgência em se trabalhar nas escolas propostas que envolvam diferentes tipos de leituras, inclusive nas disciplinas de ciências naturais, uma vez que os estudantes têm se mostrado cada vez mais desinteressados e resistentes à essa prática.

4.6.3 Conhecimento das motivações e interesses

Saber quais são os interesses dos estudantes de seus estudantes é importante para o planejamento das aulas do professor, inclusive no sentido de realizar modificações ou adaptações em sua prática. Por exemplo: saber se os seus estudantes se interessam mais ou menos por uma atividade de leitura pode fazer com que o professor escolha estratégias mais adequadas para trabalhar determinado assunto.

As falas dos professores indicam que reconhecem os interesses e as motivações dos alunos para participação nas aulas, relacionando os aspectos da NdC como um fator pode contribuir para tal, de forma a estimular o diálogo e a argumentação na sala de aula como pode ser observado na fala do professor César em uma sequência de falas que aconteceu no ES5, quando discutimos sobre a argumentação dos estudantes no processo avaliativo:

César: [...] Acho que, eu percebo na argumentação deles, por exemplo: eles falam do terraplanismo, por que eles gostam de ver internet e tem uma onda falando muito, daí eu contra-argumento, olha tem uma experiência de Aristóteles, há também o problema do barco que some ao longo do horizonte e vou mostrando para eles toda essa argumentação. É isso. (ES5)

César: Eu percebo também que eles gostam de provocar o professor também. Eles provocam uma discussão. Eu fico pensando, eu acho que eles até pedem a NdC, eles gostam de parar a aula e quer conversar um pouco mais como surgiu isso, como que se deu a história disso né. (ES5)

Além disso, o professor atenta para o fato dos alunos trazerem para a sala de aula informações com que se deparam no dia a dia e que permitem o diálogo sobre a NdC de modo que reconheça ser possível, por meio da curiosidade e interesse, argumentar sobre tais questões. Isso só é possível quando o professor tem experiência na docência, tendo maior conhecimento dos alunos, das suas dificuldades e interesses (ABELL, 2007).

Tais conhecimentos são possíveis de serem obtidos por meio de situações de aprendizagem e de avaliação dos estudantes. O processo avaliativo fornece informações valiosas que podem orientar a prática pedagógica do professor. A seguir, apresentamos a categoria do conhecimento da avaliação e os fatores que a compõem.

4.7 Conhecimento da avaliação

O processo de avaliação é inerente ao processo de ensino e de aprendizagem, orientando as assimilações dos estudantes e guiando as escolhas dos professores, sendo parte essencial do PCK que é construído por meio da experiência do professor. As subcategorias que compõem as bases de conhecimento da avaliação identificados durante o curso de formação são: **(4.7.1) conhecimento das dimensões da aprendizagem a ser avaliada; (4.7.2) conhecimento dos métodos de avaliação; (4.7.3) reconhecimento da avaliação como orientadora da própria prática e (4.7.4) conhecimento das dificuldades atreladas à avaliação.**

4.7.1 Conhecimento das dimensões da aprendizagem a ser avaliada

Inicialmente conceituado por Magnusson *et al.* (1999), este fator se refere ao conhecimento dos professores sobre os aspectos da aprendizagem dos alunos a serem avaliados dentro de uma determinada unidade de estudo. De forma geral, a literatura da área de Ensino de Ciências aponta que um dos principais objetivos da educação é contribuir para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes (SASSERON, 2014). Já os documentos oficiais que regem o Ensino Médio e, conseqüentemente, influenciam no trabalho do professor, apontam que:

[...] as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC. (BRASIL, 2018a, p. 13)

Dessa forma, a avaliação é compreendida na BNCC e no cotidiano escolar como um processo que engloba conhecimentos, habilidades, valores e atitudes necessários para o desenvolvimento de uma competência.

A A5 proposta como fórum de discussão sobre avaliação no contexto da NdC proposto na EAS4 apresentou indícios sobre o conhecimento dos professores com relação às aprendizagens a serem avaliadas. O professor Oswaldo, por exemplo, apresenta em sua fala aspectos relacionados à ACT como importantes no processo avaliativo; enquanto a professora Elisa e o professor Carlos apontam que a avaliação deve considerar os objetivos de ensino e de aprendizagem:

Oswaldo: a) Avaliar por diferentes meios o pensamento científico, crítico e criativo, além de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas. (A5)

Elisa: a) Ao planejar uma avaliação, considero o que foi feito em sala de aula e objetivos a serem alcançados sobre o assunto e aplico em prova. (A5)

Carlos: b) [...] a gente consegue ver onde o aluno precisa de uma intervenção para um melhor entendimento e na prova final, conseguimos analisar se o objetivo foi atingindo. (A5)

A questão a perguntava o que os professores consideravam importante no momento da avaliação, enquanto a questão b pedia que descrevessem como avaliam seus alunos, as estratégias e ferramentas utilizadas. Com as respostas dessas mesmas perguntas, também pudemos verificar que cada professor tem uma visão sobre a avaliação que reflete sua própria formação, sua vivência e seus valores, porém há um ponto recorrente nas reflexões realizadas durante o curso: o aluno deve obter respostas corretas com base em algum saber pré-estabelecido e que possa ser quantificado, como exemplificado nos seguintes excertos:

Carlos: a) É importante considerar o desenvolvimento das respostas, lógico, em uma escala de pontuação, verificar o quanto a resposta do aluno está correta. (A5)

César: b) [...] Preciso saber em que "degrau da escada" o meu aluno se encontra. [...] A avaliação final há inclusão de "quantos degraus da escada" o aluno conseguiu subir. (A5)

O professor Carlos considera importante que o aluno atinja uma resposta correta, em que será possível verificar se ele atingiu o desempenho esperado e uma determinada pontuação. O professor César fala sobre o estudante “subir degraus” na avaliação, porém considera que ele está sendo comparado com ele mesmo, sendo uma quantificação de quanto ele aprimorou seus conhecimentos com relação ao que tinha anteriormente.

Em outros momentos também foi possível identificar a questão do chegar a uma resposta correta, como na descrição da atividade da caneta do astronauta, relatada pela professora Bertha, no ES3, quando discutíamos os aspectos da NdC a serem abordados em sala de aula e sua presença no Currículo:

Bertha: E essa atividade da caneta do astronauta é legal de trabalhar com eles, a gente vai pensando no como fazer ciência, né. E a resposta era super simples, era só levar um lápis. E para eles chegarem nessa situação de que era só eles levarem um lápis foi muito difícil, acho que dos 40 alunos que eu trabalhei essa questão 1 levou o lápis, outros inventaram canetas espetaculares, tivemos assim, a criatividade foi muito legal... pensando na criatividade, mas a resposta que eles teriam que chegar, que seria simples, né, depois eles xingaram... quando eu contei a resposta eles xingaram: ah, era só isso. (ES3)

O excerto evidencia que ela esperava que os estudantes chegassem a uma resposta correta e, mesmo reconhecendo a criatividade dos alunos, não considerou aqueles que criaram

canetas diferentes de forma lógica e coerente com o que era necessário para que ela funcionasse.

Ao longo do curso discutimos essa questão do “erro” e da necessidade de chegar a uma resposta “correta” relacionando com a forma como o conhecimento científico vem sendo construído e como isso influencia a avaliação dentro do contexto da NdC (conforme discutimos no Capítulo 1 que deu origem ao item “Como avaliar?”), de forma que os professores tivessem a oportunidade de refletir sobre essa visão e sobre como a avaliação pode ir além da “resposta correta”. O excerto abaixo exemplifica como foi a recepção da discussão sobre esse assunto com os professores:

Simone Maia: Diante dessa fala sua, eu fiquei pensando assim, como é importante o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e o trabalho, quando a gente lança um desafio pra ele, uma atividade pra ele, o trabalho de levantar as hipóteses, eles levantarem as hipóteses. O que vocês acham que a gente vai chegar? Como vocês acham que nós vamos chegar nisso? E também é trabalhar com o erro, porque às vezes o caminho que o aluno traça não chega no resultado correto ou o resultado esperado, e ele acha que aquilo tá errado, né. Então o trabalho com o erro e eu ainda acrescento é... eu tava pensando em mais coisas aqui, né... a criatividade do aluno em busca da solução. O aluno é muito criativo em alguns momentos pra buscar soluções, né, pra busca da solução do problema. (ES4)

Esse excerto foi extraído do ES4 em que discutimos as estratégias para abordar a NdC em sala de aula, no momento em que falávamos sobre a argumentação e o pensamento divergente do estudante, que, mesmo apresentando um raciocínio lógico e coerente, pode trazer uma "resposta" diferente do que o professor espera ou considera correto. A Simone Maia fez essa colocação dialogando sobre o levantamento das concepções dos estudantes e a importância de o professor trabalhar o erro e a criatividade do aluno no processo de resolução de problemas.

A própria professora Bertha conta um pouco, no ES5, sobre uma avaliação realizada com os estudantes em que o foco era o raciocínio do aluno na justificativa da resposta escolhida e não a resposta em si.

Bertha: [...] eu dei as questões mesmo, eu retirei as questões no centro de mídias e pedi, eram de múltipla escolha né, e pedi a justificativa, mas não a justificativa da teoria, mas a justificativa de por que que eles chegaram naquela resposta, né. Se era uma palavra que chamou a atenção, que era para eles explicarem o pensamento deles. Na verdade, a avaliação, eu falei pra eles, é muito mais para eu saber o que vocês aprenderam e como vocês aprenderam, né e eles acharam engraçado por que, eles falavam assim... Ah mas eu errei o X e acertei a justificativa. [...] aí fazendo a correção com eles ontem, eles foram chegando e a gente também percebe aonde que estão os erros conceituais né deles. Então foi uma forma bem legal de avaliar. (ES5)

Nesse encontro estávamos refletindo sobre a avaliação e a Simone Maia trouxe uma consideração sobre as ferramentas avaliativas orientadas no PPP da escola. Após essa

colocação, a professora Bertha comenta sobre adaptações que muitas vezes são necessárias dependendo do contexto e dos objetivos de ensino e de aprendizagem. Isso indica que um mesmo professor pode ter critérios de avaliação diferentes em determinados contextos ou dependendo do objetivo da avaliação.

Por fim, identificamos que os professores também consideram fatores como as avaliações externas e o objetivo educacional da escola como influenciador da dimensão da aprendizagem a ser avaliada. Se o foco da escola é a preparação para a carreira militar, por exemplo, esse será o foco do processo avaliativo do professor. O mesmo acontece com os professores/escolas que têm como objetivo que o estudante se prepare para o vestibular/ENEM.

Milton: [...] Acho que a avaliação né apesar de ser algo pontual muitas vezes, é de acordo com um conjunto de ferramentas né, não pode ser apenas um tipo como a Simone Maia já pontuou, são várias ferramentas, vários momentos né, a Bertha está colocando aí o momento específico, então, ela fugiu daquela prova específica, né Bertha, foi buscar uma maneira de completar os dados que ela teria na prova dos alunos. Acho que a gente da... o pessoal das exatas [...], a gente tem que dar prova escrita [...] vai chegar no final a gente sabe como ele vai ser cobrado, né. Vai chegar um momento aí das avaliações externas né, tem o ENEM [...] (ES5)

César: O tema "Avaliação" continua sendo a "estrela" da Educação. A Avaliação vai depende do tipo de Escola. Exemplo: temos Escola Militares cujas Avaliações são bem diferentes. (ES5)

Ambas as falas foram realizadas no ES5 quando revisamos as discussões sobre avaliação com base nas respostas dos professores ao fórum de discussão A5. A colocação do Milton veio logo após as falas da Simone Maia e da Bertha sobre as diferentes formas de avaliar, citadas anteriormente neste item. Sua fala inicia corroborando com o que as colegas haviam falado, mas ressalta que “o pessoal das exatas” precisa ter provas escritas formais, uma vez que os alunos serão cobrados por isso nas avaliações externas. Já o excerto do César foi realizado na forma de comentário no chat do encontro no momento da fala realizada pelo Milton.

Magnusson *et al.* (1999) indicam que os professores devem ter conhecimento dos objetivos de ensino para poder avaliar de modo eficaz, porém a avaliação também é guiada pelas orientações de ensino do professor. Abell (2007) aponta que as escolhas sobre o que e como avaliar são mediadas pelos valores e crenças do professor, de modo que pode haver contradições entre os objetivos de avaliação e as práticas avaliativas.

4.7.2 Conhecimento dos métodos de avaliação

Segundo Magnusson *et al.* (1991), é um fator que contribui para as bases de conhecimento sobre a avaliação que se refere ao conhecimento dos professores sobre as

formas que podem ser empregadas para avaliar aspectos específicos da aprendizagem do aluno. Existem várias ferramentas que contribuem para a avaliação, sendo que diferentes métodos são apropriados para avaliar diferentes aspectos da aprendizagem. Os professores demonstraram conhecer e utilizar essas diversas estratégias e ferramentas, por meio de suas respostas às questões a) O que você acha importante considerar no momento da avaliação? e b) Como você avalia seu aluno? Que tipo de estratégias e ferramentas utiliza? do fórum de discussão do EAS4, como exemplificado abaixo:

Oswaldo: a) Avaliar por diferentes meios o pensamento científico, crítico e criativo, além de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas. (A5)

César: b) Minha avaliação primeira é a diagnóstica. Preciso saber em que "degrau da escada" o meu aluno se encontra. A partir daí utilizo atividades dissertativas e/ou objetivas individuais, atividades discursivas em grupo (normalmente procuro tarefas que desenvolvam a habilidade leitora) e/ou atividades propostas pela SEDUC, tipo AAP's, frequência e auto avaliação. A avaliação final há inclusão de "quantos degraus da escada" o aluno conseguiu subir. (A5)

Bertha: b) Depende da finalidade da avaliação, para cada fim tem uma estratégia e ferramenta. (A5)

Observamos nos excertos acima alguns métodos de avaliação utilizados pelos professores: trabalhos, pesquisas, atividades em aulas, testes de múltipla escolha, debates, prova etc. Destacamos a resposta da professora Bertha, que indica que há uma estratégia e ferramenta específica de avaliação para cada objetivo que o professor deseja avaliar, o que demonstra reconhecimento das especificidades e complexidade do processo avaliativo. Além disso, a prova foi uma das ferramentas citadas pelos professores, conforme os exemplos a seguir também extraídos das respostas às questões a e b da A5:

José Leite: O conteúdo principal, o foco da matéria, avalio os alunos por várias maneiras como trabalhos, pesquisa, provas e atividades em sala. Através de trabalhos para apresentar porque facilitaria o entendimento de quem aprendeu ou não. E fazer o aluno entender a importância do saber, não a nota. (A5)

Elisa: b) Avalio não somente a prova mas principalmente o rendimento do aluno nas aulas, até os mais tímidos em sala de aula ao menos nas minhas turmas, se manifestam de alguma maneira. Utilizo plataformas como kahoot para jogos sendo essa, a avaliação mensal que dou aos alunos e os que estão em casa não são prejudicados porque também podem jogar. (A5)

Carlos: b) A avaliação começa no início do bimestre, pois é continua. Através de intervenções para que o aluno participe e responda as indagações sobre o assunto. Também ocorre trabalhos durante o bimestre, e no final uma prova. Com o trabalho, a gente consegue ver onde o aluno precisa de uma intervenção para um melhor entendimento e na prova final, conseguimos analisar se o objetivo foi atingindo. (A5)

Luckesi (2004) afirma que avaliar significa proporcionar a construção do melhor resultado possível pelo estudante e não simplesmente (a)provar alguma coisa. A avaliação por

meio de provas/exames engessa a aprendizagem, privilegiando os objetivos estipulados pelo professor e privando, muitas vezes, o aluno de explorar o saber de forma mais contextualizada e incorporada à sua vivência. De modo geral, os participantes do curso não a consideram a única forma de avaliar o estudante, inclusive, a PCNP Simone Maia faz uma fala sobre o regimento escolar incentivar o uso de diferentes instrumentos de avaliação no ES5, quando revisávamos os conceitos de avaliação vistos no EAS4 por meio das respostas ao fórum de discussão:

Simone Maia: Natália eu só queria, acrescentar é sobre o projeto político-pedagógico da escola, que lá é... nesse projeto político-pedagógico da escola sempre fala que o aluno deve ser avaliado por diferentes ferramentas, né de avaliação. Então não é só a prova. As vezes a escola até determina, fala assim: pelo menos 2 ferramentas diferenciadas para avaliar o aluno. [...] Então a gente tem que ter esse olhar diferenciado mesmo para a avaliação e principalmente ainda acrescento, nos registros dessas diferentes formas de avaliação, né, então eu tenho que registrar se o aluno foi avaliado por um debate, ele teve um bom desempenho nesse debate, eu registro como foi o desempenho dele e consigo colocar ele numa avaliação que vá servir mais tarde para a gente fechar essa avaliação do bimestre. (ES5)

Há uma dependência dos professores aos testes objetivos construídos para verificar a compreensão de conceitos (DANTAS *et al.*, 2017), mesmo quando há uso de estratégias variadas, o processo avaliativo, muitas vezes, acaba com uma prova final (SILVA, MORADILLO, 2002). Mesmo conhecendo diferentes procedimentos avaliativos, a importância que o professor dá a um método ou a outro, o modo como ele conduz as situações avaliativas e seus objetivos, acabam por refletir seus valores e crenças sobre avaliação – que vão sendo construídos desde sua formação acadêmica inicial, por meio da reprodução de formas de avaliação transmitidas por seus professores formadores (VIANNA, 2009).

4.7.3 Reconhecimento da avaliação como orientadora da própria prática

Silva e Moradillo (2002) indicam a avaliação como meio de direcionar o processo de ensino e de aprendizagem, atuando como orientadora da prática do professor em sala de aula. Portanto, consideramos que este reconhecimento por parte do professor faz parte das bases de seu conhecimento sobre a avaliação.

Foi possível observar durante o curso momentos em que os professores demonstram reconhecer a avaliação como orientadora da prática pedagógica, de modo a fornecer dados para o planejamento e replanejamento de suas ações em sala de aula. Isso pode ser visto nos exemplos transcritos das respostas ao item a do fórum de discussão do EAS4, que questionava sobre o que eles achavam importante no momento da avaliação:

Bertha: a) o Feedback dos alunos em relação aos conteúdos estudados. (A5)

César: a) [...] Mas, respondendo a pergunta, o ato de "avaliar a aprendizagem escolar" é um ato de investigar a qualidade do que foi exposto ao estudante, cujo resultado, a depender de nossas escolhas e decisões, pode orientar o nosso modo de agir na busca dos melhores resultados ao expor uma determinada ação ao estudante. (A5)

Segundo Hanuscin (2010), o conhecimento da avaliação como processo de “feedback” (p. 164) sobre a eficácia do ensino é essencial ao professor, pois é por meio desse retorno que ele irá realizar ajustes em sua prática pedagógica para atender as necessidades dos estudantes.

4.7.4 Conhecimento das dificuldades atreladas à avaliação

Outro fator que contribui para as bases de conhecimento da avaliação que identificamos na fala dos professores está relacionado às dificuldades inerentes ao processo avaliativo. Reconhecer a complexidade da avaliação e que existem pontos que geram desconforto para o professor e para os alunos, dificultando tal processo, é essencial para o planejamento das ações do docente.

A classificação dos alunos com base em um mesmo parâmetro de medição do conhecimento e os métodos considerados “antiquados” cobrados pelas escolas foram apontados como uma dificuldade encontrada pelos professores, que muitas vezes não sabem como mudar ou superar essas questões. As transcrições a seguir exemplificam esse fato e foram extraídas da resposta ao item d) Quais as dificuldades que você mais associa ao processo avaliativo? do fórum de discussão do EAS4:

César; d) A dificuldade que mais associo ao processo avaliativo é medi-los com uma "mesma régua". Há estudantes que precisam de um método avaliativo diferenciado. (A5)

Oswaldo: d) Penso que a avaliação é o calcanhar de Aquiles na educação. Mesmo com tantos avanços tecnológicos, a escola ainda utiliza métodos antiquados que não privilegiam as habilidades e competências dos alunos. (A5)

Muitos professores são resistentes a mudanças ou simplesmente não sabem outra forma de avaliar os estudantes, pois foram educados assim, repetindo em sua prática o que aconteceu com eles. Além disso, Luckesi (2004) evidencia que ainda há

[...] a razão histórica, decorrente da própria história da educação. Os exames escolares que praticamos hoje foram sistematizados no século XVI pelas pedagogias jesuítica e comeniana. Somos herdeiros desses modelos pedagógicos, quase que de forma linear. E, por último, vivemos num modelo de sociedade excludente e os exames expressam e reproduzem esse modelo de sociedade. Trabalhar com avaliação implica em ter um olhar incluyente, mas a sociedade é excludente. Daí uma das razões das dificuldades em mudar. (p. 02)

Porém, essa dificuldade em mudar ou diversificar as ferramentas de avaliação pode estar na incompatibilidade entre carga horária do professor e o que o Currículo coloca como

essencial para aprendizagem, como enfatizado no comentário feito pelo chat pelo professor Carlos no ES5 no momento em que a Simone Maia traz a relação da avaliação com o PP da escola, ou mesmo na concepção de avaliação do professor, conforme apontado pela Bertha:

Carlos: Tenho dificuldade em diversificar as avaliações, devido a carga horaria ser pequena e o conteúdo extenso. (ES5)

Bertha: O professor ele também não é ensinado a avaliar e receber avaliação, né. Você teve a oportunidade de acompanhar o ATPCA nosso na quinta, e a dificuldade dos professores é associar a questão do feedback da observação da sala de aula. Eles fizeram um plano, mas estão com super dificuldade de enfrentar essa avaliação. Ontem eles ainda chegaram a falarem assim, mas eu não tenho tempo para fazer isso, o plano, eu falei assim: gente, mas o plano da semana está pronto, vocês só têm que adaptar para uma aula. Então, essa questão da avaliação é que a gente também não está preparada para ser avaliada e a gente também não enxerga a avaliação como um processo construtivo. Eu acho, assim, a gente espelha nos nossos alunos essa questão de não ser avaliado, não sei por que passei por várias avaliações na PEI, então para mim isso já está em processo enraizado na minha formação, mas a gente vê que os professores também não estão preparados para serem avaliados. A gente não tem essa formação mesmo, acadêmica, que preparar uma aula pensando na avaliação, é difícil a gente trabalhar com os nossos professores isso né. (ES5)

A fala da professora Bertha – que também é coordenadora da área de Ciências da Natureza em sua escola e tem como uma de suas funções acompanhar os professores – foi realizada no ES5 quando refletimos a relação entre a avaliação e o processo de ensino e aprendizagem. Nela, a professora evidencia a dificuldade dos professores em serem avaliados, em enxergar os pontos positivos e aqueles que merecem maior atenção que são colocados pelos coordenadores por meio observação das aulas e do feedback dado. Luckesi (2004) afirma que ainda é necessária uma compreensão do que é avaliar e de modo a realmente praticar essa compreensão no cotidiano escolar, o que exige mudanças internas do educador e do sistema de ensino, além de tempo e dedicação.

Se o próprio professor se incomoda em ser avaliado, os alunos também sentem dificuldade nesse processo, até mesmo enxergando a avaliação como um processo punitivo, como exemplificado pela resposta da professora Bertha ao item d (sobre as dificuldades associadas ao processo avaliativo) do fórum de discussão, do EAS4, e pela colocação da Simone Maia no ES5, quando discutimos a importância de diversificar os métodos avaliativos:

Bertha: d) Os alunos sentirem que avaliação é um processo punitivo. (A5)

Simone Maia: [...] Que as vezes também o aluno fazendo a avaliação, fazendo a prova, ele não demonstra todo seu conhecimento ali, né, mas como você falou, por meio de um debate, ele pode demonstrar muito mais conhecimento do que num momento dele estar escrevendo, que ele pode passar por um momento de nervosismo na hora da prova, e não expor tudo aquilo que ele sabe. (ES5)

Segundo Perrenoud (1999, p. 156), “a avaliação tradicional é uma fonte de angústia para os alunos com dificuldades e até para os demais que não têm grande coisa a temer, mas não os sabem... Também é uma fonte de estresse e de desconforto para uma parte dos professores, que não gostam de dar notas”. A avaliação não precisa ser um ato isolado, mas um processo em que o aluno se sinta confortável e seguro para demonstrar seus conhecimentos, devendo estar a favor do aluno e de suas necessidades.

Com base na análise realizada, apresentamos uma síntese dos conhecimentos que compõem o PCK sobre a NdC do grupo de professores ao longo das reflexões promovidas no curso de formação de professores.

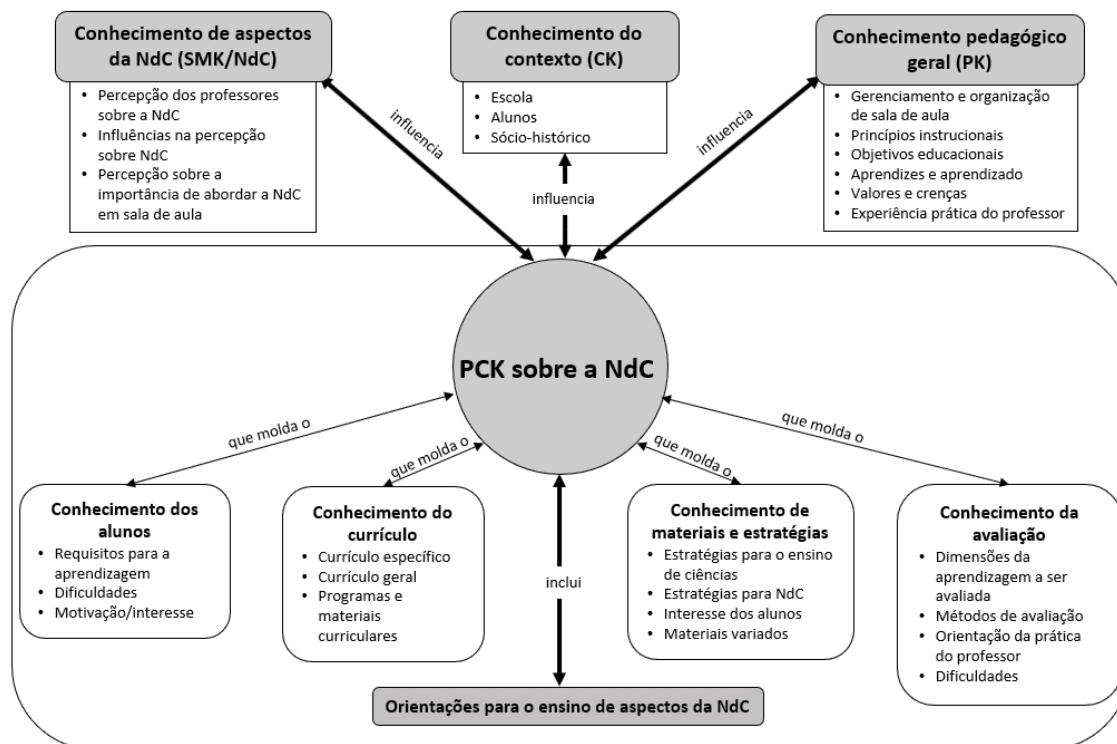
4.8 Sistematização do PCK sobre a NdC

A análise das discussões promovidas durante o processo de formação, nos encontros síncronos e no fórum de discussão do AVA, evidencia os fatores (subcategorias) que constituem as bases de conhecimentos (categorias) dos participantes. Como o PCK sofre influência do SMK, do CK e do PK, que são conhecimentos que dependem do indivíduo, do meio ao qual ele está inserido e de suas vivências, destacamos que os fatores identificados na troca entre os participantes do curso fazem parte dos conhecimentos deste grupo de professores específico. Portanto, a sistematização do PCK sobre a NdC é importante para identificar os fatores que constituem as bases de conhecimentos dos participantes para a análise de suas produções individuais durante o curso.

A Figura 7 relaciona os fatores que compõem as bases de conhecimento que formam o PCK sobre a NdC dos participantes do curso de formação, já detalhados individualmente neste Capítulo. Representamos as três bases de conhecimentos do professor que influenciam no seu PCK sobre a NdC, bem como os componentes de interação que o molda. Os conhecimentos provenientes do SMK/NdC, do CK e do PK estão presentes em cada um dos componentes, afinal, são eles que dão origem aos demais conhecimentos.

Como estamos falando especificamente da sistematização do PCK sobre a NdC, observamos na análise que existem relações entre os componentes que moldam o PCK e que irão impactar diretamente a prática pedagógica do professor e merecem explicitação, corroborando com trabalhos como os de Park e Chen (2012) e Hanuscin (2010), que verificaram a interação entre os diferentes conhecimentos que se integram para a formação do PCK.

Figura 7 - Síntese dos fatores que constituem as bases de conhecimentos do PCK sobre a NdC dos professores participantes.



Fonte: Autoria própria.

O conhecimento dos alunos se relaciona diretamente com o conhecimento de estratégias instrucionais e com o conhecimento da avaliação. Só é possível a definição de estratégias de ensino se o professor conhece os requisitos de aprendizagem dos estudantes, suas dificuldades e aquilo que os motiva em sala de aula. A avaliação também é impactada por ele, pois as particularidades do estudante irão influenciar o processo avaliativo.

A avaliação não é impactada apenas pelo conhecimento dos alunos, mas também pelo conhecimento do currículo e pelo conhecimento das estratégias. O currículo orienta os objetivos da aprendizagem, as competências e as habilidades a serem trabalhadas, além de considerar as particularidades de cada escola, por meio do seu Projeto Político Pedagógico. Enquanto o conhecimento das estratégias se relaciona com a avaliação, por meio da relação entre os objetivos educacionais e de como alcançá-los, uma vez que os professores devem proporcionar momentos em sala de aula que possibilitem o acompanhamento da aprendizagem, de atividades que servirão como avaliação ou de materiais que irão compor seus instrumentos avaliativos.

O conhecimento do currículo, por sua vez, além de se relacionar com o conhecimento da avaliação, também se relaciona com o conhecimento das estratégias, pois elas

proporcionam que o professor planeje abordagens para trabalhar determinadas habilidades e para alcançar os objetivos educacionais previstos no currículo.

Essas relações entre os componentes que moldam o PCK podem parecer genéricos quando deixamos de fora o conhecimento do conteúdo específico. Por isso, a influência do SMK é direta. O SMK/NdC é que irá definir as melhores estratégias e materiais para abordar aspectos da NdC com os estudantes; irá auxiliar o professor a identificar a presença da NdC no currículo e a importância de abordá-la em sala de aula; irá auxiliar na identificação dos conhecimentos das concepções dos alunos e no que é importante que eles conheçam; e, por fim, no que é importante considerar no momento da avaliação.

Portanto, não basta que o professor tenha conhecimento do contexto e conhecimento pedagógico, sem o conhecimento sobre a NdC não há como realizar essas relações na sua prática pedagógica. E mesmo o SMK/NdC sendo de extrema relevância para o PCK, não é suficiente para realizar sua efetiva implementação em sala de aula, uma vez que o conhecimento acentuado em apenas uma base de conhecimento pode resultar em práticas pedagógicas inférteis e desinteressantes para os alunos (MAGNUSSON *et al.*, 1999).

Por fim, o PCK inclui as orientações para o ensino de conteúdos específicos. Desse modo, o PCK sobre a NdC inclui orientações para o ensino de aspectos da NdC. Segundo Magnusson *et al.* (1999) esse componente do conhecimento pedagógico do conteúdo se refere ao conhecimento e às crenças dos professores sobre os propósitos e objetivos do que é necessário para ensinar determinado saber em um nível de ensino. Segundo os autores, “[...] esses conhecimentos e crenças servem como um “mapa conceitual” que orienta as decisões instrucionais sobre questões como objetivos diários, o conteúdo das tarefas dos alunos, o uso de livros didáticos e outros materiais curriculares e a avaliação do aprendizado do aluno” (p. 97).

Consideramos que as orientações para o ensino de aspectos da NdC, sendo parte do PCK sobre a NdC do professor, é particular de cada indivíduo e inclui os conhecimentos, os valores e as práticas que irão influenciar a prática pedagógica. A partir dessa afirmação, analisamos as produções realizadas pelos professores durante o curso de formação de modo a identificar os fatores que contribuem para seu PCK sobre a NdC e podem orientar o ensino sobre a NdC em sua prática pedagógica.

4.9 As produções dos professores segundo o PCK sobre a NdC

Após identificar as categorias que compõem as bases de conhecimentos do PCK sobre a NdC, lançamos nosso olhar para compreender a construção das práticas pedagógicas incentivadas durante o curso de formação (A4 e A6), pois elas podem sinalizar elementos que nos ajudam a compreender o desenvolvimento do PCK sobre a NdC dos professores.

Neste tópico apresentamos a análise descritiva das produções dos professores, de modo a identificar os conhecimentos mobilizados por eles nessas propostas. Tais conhecimentos (categorias) e os fatores que os compõem (subcategorias) foram destacados no texto em *itálico*, de modo a facilitar sua identificação. Posteriormente, no item 4.11, eles serão sintetizados de modo a sistematizar os conhecimentos mobilizados que constituem o PCK sobre a NdC dos professores de modo individual.

Na A4, os professores escolheram um material disponível no repositório do curso, identificaram os aspectos da NdC presentes no material e como o utilizariam em sala de aula. Nossa análise se pautou nas três questões solicitadas na atividade, sendo elas:

- 1) Por que a escolha do material?
- 2) Como você acha que o material escolhido pode contribuir para a abordagem da NdC em sala de aula?
- 3) Como você utilizaria este material em uma aula?

No Quadro 15, apresentamos um resumo das respostas dos professores indicando o tipo de material escolhido pelo professor, o assunto abordado pelo material, a motivação na escolha, as contribuições para abordar a NdC por meio dele e como o professor utilizaria o material em sala de aula.

Quadro 15 - Resumo das respostas à A4: análise de materiais.

Professor	Material	Assunto abordado	1) Motivo da escolha	2) Contribuição para abordar a NdC	3) Utilização do material
Bertha	TDC	Surgimento de novos patógenos e ausência de vacina.	Interesse pessoal; Linguagem acessível.	Contextualização de conceitos; Identificação de informações implícitas.	Leitura compartilhada; Roda de conversa; Construção de questões com base no texto (avaliação)
Carlos	TDC	Aumento do consumo de eletrônicos e contaminação pelo descarte inadequado.	Atualidade do tema; Pouca visibilidade do tema.	Levantamento de hipóteses e soluções; Repensar o consumo.	Uso de vídeo introdutório; Pesquisa preliminar; Leitura e discussão do texto.
César	Texto	Artigo científico sobre a história de Galileu e o princípio do processo de sua condenação.	Abordagem explícita; Texto curto.	Não descreve.	Leitura compartilhada.

Professor	Material	Assunto abordado	1) Motivo da escolha	2) Contribuição para abordar a NdC	3) Utilização do material
Mário	Vídeo	Documentário sobre a história do carbono e sua importância para a sociedade.	Praticidade.	Fixação de conteúdo.	Não descreve.
Oswaldo	TDC	História do fóton em homenagem ao ano internacional da Luz.	Interesse pessoal.	Interdisciplinaridade; Relação com a tecnologia e sociedade.	Pesquisa e trabalho em grupo.
Elisa	HQ	Aspectos teóricos e bastidores da teoria desenvolvida por Mendel.	Atrativo; Conteúdo; Interesse pessoal.	Coletividade na ciência; Incerteza e tentatividade; Crédito sobre as investigações.	Leitura e discussão; Pesquisa; Despertar curiosidades.

Fonte: Autoria própria.

A professora Bertha indicou o interesse pessoal e a linguagem acessível do TDC na seleção do material, demonstrando que os *valores* e as *crenças* pessoais presentes no seu *PK* e o *conhecimento dos alunos* influenciou na escolha do material. Dentre as contribuições para a abordagem da NdC, a professora indica que:

Bertha: Muitos conceitos ensinados de formas descontextualizadas são necessários para o entendimento do texto pelos alunos. Acrescenta-se ainda, a identificação das informações implícitas. (A4)

Isso demonstra que ela articula os conceitos curriculares das Ciências Biológicas com a compreensão do TDC, indicando que a aprendizagem de conceitos é relevante quando se discute aspectos NdC. Para isso, é necessário o *conhecimento do currículo* de modo a identificar as relações do conteúdo com o que é apresentado no TDC. Quanto à utilização do material, Bertha descreve o uso de estratégias de leitura, discussão em grupo e criação de questões com base no TDC, articulando o *conhecimento de estratégias* e o *conhecimento da avaliação*.

O professor Carlos levou em consideração, na sua escolha, a atualidade e a pouca visibilidade do tema abordado no TDC, aspectos que se relacionam à sua *experiência prática* presente no seu *PK* e ao *conhecimento do currículo*. Ao expressar a contribuição do material para abordar a NdC em sala de aula, o professor se refere à capacidade dos alunos de levantarem hipóteses e solucionarem problemas, bem como de repensarem o consumo de equipamentos eletrônicos, que evidenciam o que considera importante na abordagem de aspectos da NdC, parte do seu *SMK/NdC*. O levantamento de hipóteses e a solução de problemas poderiam se relacionar com o uso das estratégias, porém, quando observamos a descrição da utilização do material, o professor não detalha como isso seria realizado. Ele descreve outras estratégias como o uso de vídeo, de pesquisa e a leitura e discussão do TDC,

mas não articula como os aspectos da NdC se relacionam com a proposta, como pode ser observado no excerto:

Carlos: Iniciaria com um vídeo sobre o consumismo e o crescimento da população. (A História das Coisas - O Ciclo do Produto, Consumo e Lixo - (versão brasileira) - YouTube). Pediria uma pesquisa de equipamentos antigos e obsoletos que os alunos possuem em casa. Perguntaria o que fazer com eles? Faria o aluno ler esse texto, leitura compartilhada, e entrar em uma conversa sobre o tema. (A4)

Na escolha do material, o professor César coloca a abordagem explícita de aspectos da NdC e o “texto relativamente pequeno para ser desenvolvido em sala de aula numa leitura compartilhada” (César, A4), como justificativa para a sua escolha, relacionando seu *SMK/NdC* a aspectos do *gerenciamento e organização* presentes no seu *PK*. Apesar de elencar de forma detalhada os aspectos da NdC que identificou no texto, ele não descreve como o material selecionado contribui para sua abordagem em sala de aula. Apresenta a estratégia a ser utilizada, porém não realiza um detalhamento de como a leitura compartilhada permite a discussão explícita dos aspectos identificados.

A escolha do vídeo documentário pelo professor Mário foi influenciada pela praticidade do uso em sala de aula, aspecto que se relaciona com o *gerenciamento e organização* e com sua *experiência prática*, parte do seu *PK*. Quanto à contribuição do material para abordagem da NdC, ele indica a fixação do conteúdo por meio do vídeo da seguinte forma:

Mário: Por meio de vídeo facilita a fixação dos conteúdos. Temos memória visual. Lembramos muito mais do que vemos e vivenciamos em relação ao que lemos e ouvimos.

Apesar de detalhar na atividade os aspectos da NdC presentes no vídeo, o professor demonstra, por meio de sua resposta à questão 2, que não consegue articular a contribuição da discussão de tais aspectos para os alunos, restringindo o uso do vídeo para a aprendizagem mecânica de conceitos.

A escolha do TDC pelo professor Oswaldo se resumiu ao seu interesse pessoal no assunto, que relacionamos como influência dos *valores e crenças* do seu *PK*. Ele aponta que o material contribui para a interdisciplinaridade e relaciona a contribuição da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento da sociedade, influência do seu *SMK/NdC*. O professor não apresenta detalhes sobre como utilizaria o material, aponta apenas que seria por etapas e descreve as estratégias de pesquisa e trabalho em grupo.

A professora Elisa indica que a escolha da HQ se deu por se interessar pelo tema, sendo influenciada pelos *valores e crenças* do seu *PK*, por ser atrativa para os alunos e por

abordar um conteúdo que eles geralmente têm dificuldade, mobilizando seus conhecimentos do *aluno*, das *estratégias* e do *currículo*. Ao apontar as contribuições do material para abordar a NdC, a professora destaca aspectos relacionados à coletividade na ciência, à incerteza e tentatividade do conhecimento científico e aos créditos sobre as investigações, demonstrando a mobilização do seu *SMK/NdC*, como pode ser observado no excerto:

Elisa: O quadrinho aborda muitos questionamentos tanto sobre a classificação adotada ao Mendel como “o pai da genética” sendo que, ele conseguiu chegar ao seu propósito graças a contribuição de outros cientistas, além de que, no último quadrinho, nos faz indagar sobre o que nós interpretamos hoje de “fatores”, ao que Mendel falou e o que sabemos realmente o que seriam esses fatores. Será que ele estava querendo dizer mesmo o que sabemos que é, ou interpretamos que ele quis dizer isso? Utilizaria como uma forma de discussão não só sobre esse assunto específico, mas também poderíamos colocar outras descobertas a serem discutidas como uma forma de investigação de créditos a serem atribuídos corretamente. Isso poderia despertar uma curiosidade maior aos alunos, além de que, ficarem surpresos sobre o que poderiam descobrir. (A4).

Quanto à utilização em sala de aula, a professora mobiliza o *conhecimento de estratégias*, como a leitura, o debate e a pesquisa, e também demonstra que o *conhecimento dos alunos* molda sua proposta ao proporcionar estratégias que despertam a curiosidade do estudante.

O professor José Leite não entregou a atividade no AVA, mesmo com a extensão do prazo de entrega. Ao final do curso, todos os participantes que não entregaram as atividades obrigatórias não receberiam a certificação final, portanto entramos em contato com ele novamente por e-mail e, somente assim ele enviou o arquivo no local da atividade. Porém, o arquivo era uma atividade que ele fez com os estudantes em sala, não foi realizada no molde solicitado e não apresenta as reflexões sobre a NdC, por isso não foi analisada, sendo desconsiderada. O mesmo ocorreu com a atividade A6. Em ambas as atividades ele enviou nos comentários do AVA:

José Leite: Natália boa tarde, esses são os padrões de proposta didática que envio aos alunos semanalmente aos alunos que não estão presenciais. A parte prática agora que está sendo realizada nos Laboratórios, por isso não enviei. A minha matéria é de Química. (Comentário enviado na A4).

José Leite: Natália Boa tarde, enviei uma proposta didática referente as aulas que tenho de enviar pela Escola semanalmente aos alunos que estão em casa, e não possuem computador. É sempre nesse mesmo padrão. Obrigado. (Comentário enviado na A6).

Na A6, os professores deveriam criar uma PD com o objetivo de abordar aspectos NdC, com base no andamento da disciplina que lecionam e no que está sendo ou ainda será trabalhado no ano letivo. Para isso, eles deveriam contemplar as competências, as habilidades e os objetos de conhecimento dispostos no organizador curricular da área de Ciências da

Natureza e suas Tecnologias (p. 154-166) do Currículo Paulista, uma vez que é importante que o professor enxergue como a NdC está presente no Currículo e como ele permite trabalhá-la em sala de aula de forma atrelada ao conteúdo e ao que naturalmente já é feito pelo professor.

No Quadro 16, está um resumo da PD criada pelos professores evidenciando a disciplina a ser trabalhada, a unidade temática, as competências, as habilidades e os objetos de conhecimento (saberes) do Currículo Paulista, o resumo para contextualizar a proposta, a descrição dos materiais e das estratégias utilizados e de como foi pensada a avaliação.

Além da criação da proposta didática, os professores deveriam responder a três perguntas de modo a refletir sobre os aspectos da NdC nela presentes, sendo essas:

- 1) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?
- 2) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?
- 3) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

Com base nessas questões, nos excertos das PD elaboradas pelos professores e no questionário de análise e reflexão do processo de criação da proposta didática (A7), analisamos:

- a) Aspectos priorizados na proposta;
- b) Motivação para a elaboração da proposta;
- c) Contribuição da proposta;
- d) Dificuldades.

Acreditamos que os pontos destacados permitem identificar os elementos do PCK sobre a NdC mobilizados pelos professores na criação das propostas didáticas.

Quadro 16 - Resumo das respostas à A6: criação de uma proposta didática que articule a NdC ao Currículo Paulista.

Professor	Disciplina	Unidade Temática	Competência da área	Habilidade	Objeto de conhecimento	Resumo	Estratégia / Material	Avaliação
Bertha	Biologia	Tecnologia e Linguagem Científica.	3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	• Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	• Investigação científica (definição de situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão de literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão de medidas, elaboração de gráficos e tabela, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).	Situação em que os estudantes deverão resolver o problema da caneta do astronauta que não funciona na expedição ao espaço, pois é um ambiente com falta de gravidade.	PBL / Retirado do material de apoio do Estado.	Oral e escrita; Foco em uma solução viável.
Carlos	Química	Metais, Oxidação, Pilhas e aplicações	• Reconhecer as evidências das transformações químicas que ocorrem entre metais e ácidos e entre metais e íons metálicos • Identificar transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica • Relacionar a energia elétrica produzida e consumida na transformação química com os processos de oxidação e de redução • Estabelecer uma ordem de reatividade dos metais em reações com ácidos e íons metálicos • Descrever o funcionamento de uma pilha galvânica	• Identificar as principais formas de poluição geradas na extração e na metalurgia de minérios de ferro e de cobre. • Identificar transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica • Descrever o funcionamento de uma pilha galvânica - Interpretar os processos de oxidação e de redução a partir de ideias sobre a estrutura da matéria • Avaliar as implicações sociais e ambientais das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica	• Número de oxidação; • Conversa sobre a importância da eletricidade; • Pilhas; • Reatividade dos metais; • Eletrolise.	Experimento demonstrativo com palha de aço mergulhada em solução de sulfato de cobre. Divisão das turmas em duplas para a montagem de uma pilha utilizando batatas ou limões para acender uma lâmpada de LED. Experimento demonstrativo de reatividade de metais utilizando solução de ácido clorídrico. Todas as propostas serão discutidas com os alunos que deverão realizar registros no	Experimentação / Vídeo sobre história da eletricidade.	Participação e registros.

Professor	Disciplina	Unidade Temática	Competência da área	Habilidade	Objeto de conhecimento	Resumo	Estratégia / Material	Avaliação
			• Interpretar os processos de oxidação e de redução a partir de ideias sobre a estrutura da matéria • Avaliar as implicações sociais e ambientais das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica • Avaliar os impactos ambientais causados pelo descarte de pilhas galvânicas e baterias			caderno.		
César	Física	Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica	1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. 3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e	• Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente. • Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	• Transformações de Galileu Galilei; • Relatividade Geral; • Modelo Padrão de Partículas; • Modelo de Vácuo Quântico ou Modelo do Quinto Elemento.	Os alunos serão divididos em grupo de 2 e/ou 3 integrantes pelo professor, cada grupo receberá a cópia do artigo sobre a história do éter e deverão escolher um dos vídeos previamente selecionados pelo professor que complementa o material. Os grupos deverão responder a questões norteadoras do professor que deverão ser entregues em folha à parte e, posteriormente, as respostas serão socializadas entre todos da turma por meio da mediação do professor, de forma que sejam destacadas as características da construção do	Leitura de texto, visualização de vídeo e discussão por meio de perguntas norteadoras / Artigos e vídeos.	Oral e escrita; Foco no desenvolvimento da habilidade; Autoavaliação.

Professor	Disciplina	Unidade Temática	Competência da área	Habilidade	Objeto de conhecimento	Resumo	Estratégia / Material	Avaliação
			tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).			conhecimento científico abordadas no texto.		
Mário	Química / Física	Matéria e energia	1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	• Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	<i>Física</i> • Conservação da energia • Conservação da quantidade de movimento. • Impulso. • Choques mecânicos • Força (peso; tração; normal). • Grandezas escalares e vetoriais. <i>Química</i> • Transformações químicas • Conservação de massa • Constituição da matéria • Conservação de energia • Métodos sustentáveis de extração, processos produtivos, uso e consumo de: combustíveis alternativos e recursos minerais, fósseis, vegetais e animais.	Verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Apresentação das definições dos conceitos. Realização de experimento de demonstração com uso de bolas, molas e metais com diferentes densidades. Discussão do triângulo do fogo e de normas de combate a incêndios com manuseio de extintores.	Experimentação / Livro didático, vídeos sobre o tema e normas técnicas.	Oral, escrita e prova.
Oswaldo	Física	Vida, Terra e Cosmos	1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local,	• Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	• Cinemática (espaço; tempo; distância; velocidade; aceleração; equação horária; gráficos; tabelas) Dinâmica (Leis de Newton; força de atrito, plano inclinado, força centrípeta)	Exposição dialogada a partir de leitura pré selecionada. Atividade prática sobre os efeitos do equilíbrio nos corpos em que os alunos realizarão algumas ações e anotarão suas observações.	Atividade prática e leitura / Não descreve o material de leitura.	Relatório e debate.

Professor	Disciplina	Unidade Temática	Competência da área	Habilidade	Objeto de conhecimento	Resumo	Estratégia / Material	Avaliação
			regional e global. 3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).					
Elisa	Biologia	Tecnologia e Linguagem Científica.	3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.	- Genética (darwinismo, genótipo, fenótipo); - Darwinismo social (eugenia e discriminação); - Variabilidade genética (manutenção da biodiversidade).	Os alunos serão organizados em um círculo para assistir ao vídeo proposto. Será realizada uma discussão sobre como os alunos lidam com a diversidade dos seres humanos. Ao final, os alunos deverão preencher uma ficha de acompanhamento da atividade com questões norteadoras.	Discussão de vídeo / Vídeo que mostra a existência de “zoológicos” humanos; Folha de registro para escrita do texto que representa o que pensa a turma sobre o assunto tratado.	Registro preenchido pelos alunos.

Fonte: Autoria própria.

a) Aspectos priorizados na proposta

Verificamos que os professores priorizaram nas propostas: a abordagem de aspectos da NdC, a abordagem de conteúdo e a relação com o currículo.

Dos seis professores analisados, Bertha, César e Elisa priorizam a abordagem da NdC em suas propostas, descrevendo os aspectos a serem trabalhados e articulando claramente com as competências, as habilidades e os objetos de aprendizagem do Currículo, mobilizando seu *SMK/NdC*, o *conhecimento das estratégias* e do o *conhecimento do currículo*.

Bertha: Com essa proposta podemos discutir como acontece a ciência, de onde surgem as ideias inovadoras e que muitas vezes algo simples pode ser revolucionário naquele momento (uso de lápis) e te coloca a frente das grandes descobertas (disputa EUA e URSS). [...] podemos abordar a Filosofia da Ciência (como resolver o problema das anotações na disputa da exploração espacial), a Sociologia Externa da Ciência (quais as vantagens para os “seres humanos comuns” essa disputa trouxe), a Sociologia Interna da Ciência (como os cientistas buscam solucionar esse problema). (A6)

Elisa: Reflexão de um dos problemas que impactam a sociedade e algumas das situações que são retratadas nos momentos do vídeo possibilitam discussão de maneira contextualizada.

- Contribuição para decisões sociais para a sociedade.
- Criação de problemas sociais.
- Resolução de problemas sociais e práticos.
- Contribuição para o pensamento social.

Elas foram escolhidas pois através da genética podemos explicar essa diversidade humana e ajudar a terem um pensamento mais crítico sobre as discriminações que infelizmente vemos nos dias. (A6)

É possível observar, nos excertos acima, que a professora Bertha opta por trabalhar com a resolução de um problema prático que possibilita discutir com seus estudantes o processo de elaboração de hipóteses, a ciência como modo de resolução de problemas sociais e práticos e a abordagem científica das investigações; enquanto a professora Elisa utiliza a discussão de questões sociocientíficas como meio para abordar aspectos mais voltados para a sociologia externa da ciência. Além disso, na A7, aponta que partiu do Currículo como base para reelaborar uma atividade já realizada em sala, o que demonstra a influência do seu *PK*:

Elisa: A princípio analisei as propostas no currículo que tinha relação com o conteúdo que leciono e reescrevi uma atividade que fiz em sala de aula que teve impacto positivo. (A7)

O professor César não deixa explícito quais os aspectos da NdC seriam abordados na PD, como feito pelas outras professoras, mas o modo como descreveu as ações a serem realizadas nos permitiu verificar que utiliza a HC para discutir aspectos voltados à epistemologia da ciência (hipóteses, leis e teorias; tentatividade do conhecimento científico; precisão e incerteza; natureza dos modelos científicos) e à sociologia interna da ciência

(construção social do conhecimento; motivação pessoal; padrões/valores que orientam os cientistas).

O professor Oswaldo prioriza a relação com o currículo na sua PD, demonstrando o *conhecimento do currículo*. Assim como os professores Carlos e Mário, ele também priorizou a abordagem de conceitos científicos por meio da experimentação, como exemplificado no excerto:

Oswaldo: - Escolha do conteúdo de acordo com a BNCC.
- Proposta que trabalhava conceitos científicos aplicáveis em sala de aula. (A7)

Apesar de descreverem os aspectos da NdC possíveis de serem abordados na PD, Carlos e Oswaldo não deixam claro no detalhamento da proposta como tais aspectos seriam trabalhados. Além disso, o professor Carlos usa o Currículo Paulista antigo, que não foi empregado durante o curso de formação e não foi disponibilizado como material curricular de base para a criação da PD, descrevendo competências e habilidades que não estão vigentes e que se relacionam apenas com os saberes conceituais relacionados ao tema de oxirredução e não com os aspectos da NdC descritos por ele. Já o professor Mário demonstra não ter compreendido o que significa o termo NdC ou o que é uma abordagem pautada na discussão de aspectos da NdC, uma vez que na descrição dos aspectos da NdC possíveis de serem abordados na PD apresenta a seguinte colocação:

Mário: Há uma relação direta com os temas abordados com o cotidiano. O ponto de partida sempre se norteia pela natureza, os fenômenos naturais.
Partindo destes conceitos que são básicos, nos ampliamos e transformamos em processos que são replicados no dia a dia.
Objetivo é ampliar, multiplicar nossos conhecimentos aplicando assim para diversificar no setor produtivo e assim mais pessoas ter acesso aos bens por nos produzidos. (A6)

Trazer a discussão de temas do cotidiano dos estudantes é uma forma de abordar o conhecimento e, dependendo do modo como é realizada, possibilita a discussão de aspectos da NdC. Porém, a relação do conhecimento com o cotidiano não é sinônimo de trabalhar aspectos da NdC. Além disso, no detalhamento da PD, não deixa claro como seria a relação dos conceitos com o cotidiano e/ou com a NdC por meio dos experimentos de demonstração planejados.

Apesar de demonstrar o *conhecimento das estratégias* de ensino, o fato de não demonstrarem de modo explícito como trabalhariam os aspectos da NdC na PD indica que os professores Carlos, Oswaldo e Mário não mobilizaram seu SMK/NdC e/ou que não conseguiram adquirir uma base mínima de conhecimentos sobre a NdC durante o curso para poderem articular sua inserção em sala de aula.

b) Motivação para elaboração da proposta

Os professores indicaram como motivação para a elaboração da PD: a praticidade da proposta, a ausência de informação sobre o tema, a interdisciplinaridade, a possibilidade de abordar aspectos da NdC.

A professora Bertha mobiliza seu *PK* e o *conhecimento de materiais e estratégias* para a criação de uma PD que proporciona o raciocínio complexo dos alunos, mas não demanda de uma grande estruturação da sala de aula e de recursos que dificultariam o processo, conforme o excerto:

Bertha: A simplicidade da atividade e a complexidade de pensamento que envolve. (A7)

A professora Elisa demonstra a mobilização do *conhecimento de materiais e estratégias* e do *PK*, ao destacar que sua motivação vem da possibilidade em discutir problemas sociais, uma vez que precisa da compreensão do material, da sua experiência prática e dos valores e crenças do que é importante abordar em sala de aula. Além disso, ela cita a contextualização como perspectiva para discussão do problema, o que mobiliza o *conhecimento do currículo*, uma vez que atualmente ele preza por tal contextualização, assim como pela interdisciplinaridade. O professor Oswaldo apresenta ideias consonantes a ela, conforme destacamos a seguir:

Elisa: Reflexão de um dos problemas que impactam a sociedade e algumas das situações que são retratadas nos momentos do vídeo possibilitam discussão de maneira contextualizada. (A7)

Oswaldo: A atividade escolhida teve como principais aspectos de escolha:
- Interdisciplinaridade.
- Ter base de incentivo de conhecimento e estudo da NdC. (A7)

Os professores Carlos, Mário, Oswaldo e César, apontaram como fator motivador a possibilidade de abordar a NdC por meio da PD, o que indica a mobilização do seu *SMK/NdC*, como pode ser observado nos excertos:

Carlos: Definição de tecnologia; Interdependência entre ciência e tecnologia e Habilidades necessárias para fazer ciência. (A7)

Mário: A ciência tem um papel importante no desenvolvimento social e econômico na sociedade mundial. Ela se fundamenta em soluções aos nossos mais profundos anseios. Tem todo um procedimento para constatação dos fatos e uma equalização baseado em pesquisas a partir de teses pré existente e aprofundamento em novas descobertas. (A7)

César: O principal aspecto considerado foi a ausência de fontes e textos de divulgação científica nos LD (Livros Didáticos) sobre o assunto. Outro aspecto, foi a necessidade de comentar o retorno de uma Teoria que estava extinta. (A7)

Porém, vimos no item anterior que o professor Mário não apresentou uma construção sólida do conhecimento sobre a NdC, assim como o Carlos e o Oswaldo, que não indicaram na proposta uma articulação clara de como os aspectos da NdC seriam abordados. Consideramos que há um descompasso entre conhecer sobre a NdC e sua importância, construtos de seu *SMK/NdC*, e abordar de modo efetivo tais aspectos em sala de aula priorizando a discussão explícita sobre a NdC. Ter como motivação discutir sobre a NdC não implica fazê-lo de modo efetivo (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 1998).

O professor César também cita a ausência de informação nos materiais curriculares sobre o éter, demonstrando *conhecimento de materiais e estratégias* e o *conhecimento do currículo*, essenciais para que sejam levados para a sala de aula temas e situações que vão além do que o material base propõe. Além disso, o professor indica como ponto de partida para a criação da PD a sua curiosidade e interesse pessoal na HC, característica do seu *PK*, como pode ser visto no excerto:

César: O primeiro passo para o planejamento foi a curiosidade em conectar a ciência de séculos anteriores com a do século XX. (A7)

Apesar da dificuldade em encontrar material adequado para levar a discussão desejada para a sala de aula, seu interesse superou os obstáculos e fez com que ele se debruçasse na busca de tais materiais. Nem sempre haverá tempo hábil e disposição para realização desse tipo de busca, mas aos poucos os professores podem ir criando banco de dados que facilitem esse processo. O próprio curso de formação, por exemplo, disponibilizou uma série de materiais que poderiam ter sido usados pelos professores.

c) Contribuição da proposta:

Ao verificar o que os professores indicam como contribuição da PD criada encontramos que consideraram a aprendizagem de conceitos, a resolução/reflexão de problemas, o interesse e a motivação dos alunos, bem como a possibilidade de discutir aspectos da NdC.

A aprendizagem de conceitos pelos alunos foi citada pelos professores Carlos e Mário como uma contribuição da PD, em que consideramos que os *valores e crenças* de um ensino pautado no conteúdo faz parte das escolhas de tais professores, parte do seu *PK*.

Carlos: Os alunos terão a oportunidade de vincular o que foi aprendido e com os resultados. Promover um estímulo à análise dos fatos. (A6)

Mário: Nosso objetivo é aplicar os conhecimentos adquiridos em benefício da sociedade contemporânea trazendo assim maior conforto e praticidade e contribuindo de alguma forma para o bem estar de toda a sociedade. Buscando desta forma o bem comum. (A6)

As professoras Bertha e Elisa indicam como contribuição das propostas a resolução/reflexão de problemas sociais e práticos, o que demonstra que seu *SMK/NdC* os inclui como relevantes na abordagem de aspectos da NdC, como ilustram os excertos:

Bertha: Para desenvolver seu senso crítico diante os problemas da vida e capacidade de solucionar problemas na vida escolar. (A6)

Elisa: Refletir sobre problemas e acontecimentos cotidianos; [...] (A6)

Tanto a resolução de problemas quanto a aprendizagem de conteúdos fazem parte das demandas curriculares a serem cumpridas pelos professores, com base nas competências e habilidades propostas na BNCC, demonstrando também o *conhecimento do currículo*, porém a priorização de um ou de outro vem da escolha do professor.

Ao apontar a falta de participação dos alunos nas aulas, o professor César aponta como contribuição da sua proposta a possibilidade da discussão histórica interessar os alunos, o que demonstra a mobilização do *conhecimento dos alunos* e do *CK*.

César: Hoje temos alunos que não perguntam mais, não se indagam sobre o porquê das coisas, o contexto histórico envolvido no desenvolvimento do conhecimento pode mudar isso. (A6)

César: O conceito é desenvolver ciência. Mostrar que podemos praticá-la. Acredito que traz muito interesse ao aluno. Ajuda a desenvolver suas competências e habilidades no processo de educação. Traz um enfoque de que os cientistas são pessoas normais como nós. (A7)

No excerto extraído da A7, ele também aponta indícios que a proposta pode contribuir para a desmitificação do trabalho científico e para a possibilidade de discutir aspectos da NdC, o que demonstra a mobilização do seu *SMK/NdC*. Tal contribuição também foi citada pelos professores Elisa e Oswaldo, tanto no sentido de acessar as concepções dos estudantes quanto de proporcionar a percepção mais humanizada e menos estereotipada da Ciência.

d) Dificuldades

Dentre as dificuldades expressas pelos professores no processo de criação da PD estão: associar os aspectos da NdC ao currículo, encontrar informação, avaliação, tempo de aula e defasagem do aluno.

Mesmo com a discussão sobre o modo como a NdC está presente no Currículo, e com os exemplos de atividades e propostas que relacionam as competências e as habilidades propostas no Currículo com os aspectos da NdC, o professor Carlos demonstrou dificuldade em realizar essa associação devido ao que aponta como excesso de informações, como ilustra o excerto:

Carlos: Tive um pouco de dificuldade [em associar o currículo com os aspectos da NdC], devido muitas informações. (A7)

Não fica claro, em sua resposta, se o excesso de informação está relacionado ao que foi visto no curso ou ao que o Currículo apresenta. No entanto, sua proposta vem demonstrando que não conseguiu realizar essa articulação entre o *SMK/NdC* e o *conhecimento do currículo*. Essa dificuldade não foi manifestada por outros professores, como exemplificado pelos excertos:

César: Associar o currículo com os aspectos da NdC vistos durante o curso foi muito interessante. Mostrar alguns aspectos da NdC (Natureza da Ciência: Filosóficos, Sociológicos e Epistemológicos) torna a abordagem muito mais humana e interessante. (A7)

Bertha: Foi relativamente tranquilo, pois o currículo é puro NdC. (A7)

O professor César realizou uma extensa pesquisa histórica para criar sua PD e apontou a dificuldade em encontrar informação nos materiais didáticos como um ponto que tornou a “coleta de dados” cansativa, pois precisou buscar outras fontes de informação, demonstrando que mobilizou o *conhecimento de materiais e estratégias*:

César: A coleta de dados foi cansativa, mas muito curiosa. Não encontramos estas informações nos lugares mais comuns. Houve momentos, na pesquisa, de entrevistas com personalidades do passado, que estavam em revistas do dia a dia. (A7)

O processo de avaliação foi citado pelos professores César e Oswaldo como ponto que pode gerar dificuldade, conforme excertos:

César: Tenho dificuldade em ajustar a escala de minha “régua”. Os estudantes são diferentes em seus interesses. Apesar de trazer momentos ricos em informações e reflexões eles são um tanto imaturos para formular dúvidas. (A7)

Oswaldo: Talvez por ser uma avaliação dissertativa e discutida, eu tenha que ter mais um olhar amplo e ao mesmo tempo mais criterioso para avaliar. (A7)

Ao apontar que os estudantes são diferentes uns dos outros, César mobiliza o *conhecimento dos alunos* e do *CK* para pensar no processo de avaliação e ao próprio *conhecimento da avaliação*, ao pensar no olhar individualizado a essas diferenças e no “ajuste” necessário no processo. O professor Oswaldo também demonstra o *conhecimento da avaliação*, por meio dos métodos de avaliação citados, e do seu *PK* com relação ao gerenciamento do processo avaliativo com base em sua experiência prática.

A defasagem do aluno com relação a conceitos necessários para o andamento da aula foi apontada pelos professores Mário, Carlos e Oswaldo como dificuldade na possível aplicação da PD, conforme os excertos:

Mário: As maiores dificuldades que normalmente eu encontro se refere a habilidades não consolidadas em séries anteriores ligado principalmente a matemática e interpretação de texto. Eles conseguem ler, porém não consegue o que o texto está relacionando. (A7)

Carlos: Calcular a quantidade de massa produzida na eletrolise. (A7)

Oswaldo: Talvez devido a defasagem de aprendizagem que alguns alunos trazem, tenho a percepção que o tempo de aula será insuficiente para que os alunos aprendam em sua totalidade. (A7)

Esses foram os mesmos professores que priorizaram a abordagem de conceitos na PD, o que traz uma correlação importante entre o conceito científico, os requisitos básicos para sua aprendizagem e os valores e crenças dos professores sobre o que é necessário abordar em sala de aula. Ao citar as “habilidades não consolidadas em séries anteriores”, o professor Mário mobiliza o *conhecimento do currículo*, o *conhecimento dos alunos* e sua *experiência prática* para expressar a dificuldade que encontra em seus estudantes. O professor Carlos demonstra que seus *valores e crenças* somados à sua *experiência prática* e ao *conhecimento do aluno* influencia a pré-concepção de que os estudantes terão dificuldades com o referido cálculo. Por fim, o professor Oswaldo, além de demonstrar o *conhecimento do aluno* quando cita a dificuldade que muitos trazem de anos anteriores, também aponta o impacto que a defasagem do conhecimento pode ter no tempo da aula, influência de sua *experiência prática*.

4.10 Análise da prática pedagógica

Apresentamos a seguir a análise das aulas dos professores Carlos e Bertha de modo a identificar os fatores que orientam sua prática pedagógica dos professores, por meio dos conhecimentos, dos valores e das práticas envolvidas nas aulas que acompanhamos.

4.10.1 Professor Carlos

Conforme a caracterização dos sujeitos da pesquisa, descrita no item 5.1, o professor Carlos possui 49 anos de idade, é bacharel em Engenharia Industrial Química e licenciado em Química. Leciona há 20 anos e ministra a disciplina de Química, atuando no momento em uma Escola de Tempo Integral.

Observamos quatro aulas de 45 minutos do professor junto de uma turma do primeiro ano, sendo estas descritas no Quadro 17:

Quadro 17 - Descrição das aulas do professor Carlos que foram observadas.

Data	Código	Tema	Descrição
20/09/2021	Aula 1	Tabela Periódica	Aula expositiva sobre a contextualização histórica sobre a tabela periódica e as mudanças na sua organização através do tempo.

Data	Código	Tema	Descrição
27/09/2021	Aula 2	Tabela Periódica	Aula expositiva com a apresentação de música para decorar a ordem das famílias e frases para guardar a ordem dos elementos químicos nas famílias. Vídeo “festa dos elementos químicos” para discutir rapidamente as propriedades dos elementos.
04/10/2021	Aula 3	Tabela Periódica e distribuição eletrônica	Lista com exercícios de múltipla escolha de vestibular sobre o conteúdo. Resolução comentada dos exercícios.
18/10/2021	Aula 4	Ligação Química	Aula expositiva sobre ligação química com foco em ligação iônica e definição sobre a regra do octeto.
25/10/2021	Professor tirou licença, foi substituído pela professora Bertha.		

Fonte: Autoria própria.

Quanto aos **conhecimentos priorizados** pelo professor Carlos estão os conceitos científicos, apresentados aos estudantes com **práticas** que envolvem definições, exemplos, esquemas e artifícios para que os alunos memorizem tais informações, como exemplificado nos excertos retirado das aulas:

[00:28:51.08] Carlos: A gente vai aprender a usar a tabela mesmo sem ter tabela, olha que maluco. Sabe por que, porque nós vamos guardar uns macetinhos, uns esqueminhas, que **vocês vão guardar principalmente esses elementos aqui ó**, que são os mais usados, tá. (Aula 1)

[00:15:28.12] Carlos: Lógico que isso é apenas para ajudar. Meu filho, por exemplo, dei aula pra ele ano passado, ele não gostava, assim, não é só ele, ele preferia guardar decorando mesmo, cada um tem sua maneira. Mas, se **cantar musiquinha ajuda um pouco**. (Aula 2)

[00:17:23.04] Carlos: Agora **eu vou colocar as frases pra gente guardar cada átomo presente nessas famílias, tá.** (Aula 2)

[00:08:12.08] Carlos: Então, o lance é o seguinte, **regra do octeto, o átomo quando tiver na sua última camada oito elétrons vai ficar estável, com exceção do hidrogênio, que fica estável com dois elétrons.** (Aula 4)

Os conhecimentos científicos são parte do que o professor precisa desenvolver com os estudantes, porém o Currículo atual preza pelo desenvolvimento de competências e habilidades que vão além do ensino de conceitos. Ao ter acesso ao plano de aula do professor Carlos, foi possível verificar que ele realizou seu planejamento ainda com base no Currículo Paulista antigo, que não está mais vigente para os estudantes do 1º ano do EM. Isso demonstra que o conhecimento do currículo atual não faz parte e/ou tem baixa influência sobre o processo de escolha dos conhecimentos que serão priorizados em sua prática pedagógica, uma vez que um professor não utiliza materiais curriculares que contradigam seus valores quanto ao que e como um conteúdo deve ser ensinado (GESS-NEWSOME, 1999).

Os excertos também demonstram que as estratégias para o ensino se limitam a apresentar o conteúdo de modo que os alunos aprendam mecanicamente as informações

dispostas. Porém, pela fala do professor em momentos da aula e em conversas informais fora de sala de aula, foi possível verificar que ele usa a experimentação como estratégia para trabalhar os conceitos com os estudantes. Outras estratégias, como o uso de vídeos e de simuladores, em outras aulas também foram identificadas, como exemplifica os excertos:

[00:08:58.02] Carlos: E aí em seguida, o Chancourtois ele fez o nosso, esse elemento, na nossa aula prática nós vamos construir esse aqui: a tabela periódica chamada parafuso telúrico. (Aula 1)

[00:03:48.05] Carlos: Pessoal, então aula passada a gente... sexta-feira eu passei pra vocês um pouquinho da matéria, vocês fizeram a prática experimental do teste da chama. (Aula 2)

[00:08:12.08] Carlos: [...] Vocês lembram uma vez que eu pus assim o simulador que o núcleo do átomo começava a tremer, assim, a balançar, balançar, eu igualava os elétrons e ele parava? (Aula 4)

[00:35:59.02] Carlos: [...] Esse vídeo, se eu passar pra uma sala que não viu essa matéria: a que ridículo, ridículo no bom sentido, engraçado, o hidrogênio fazendo a ligação pra caramba, cabou. Mas, quando você entende do assunto, você a!! Porque que teve aquela briga? (Aula 2)

A primeira aula que o acompanhei foi a única em que o professor apresentou a contextualização histórica relacionada à Tabela Periódica, de modo que os alunos puderam ter certo contato com as características da NdC. No entanto, sua fala no início da aula indica que essa estratégia foi planejada para acontecer com a minha presença em sala:

[00:02:16.10] Carlos: Hoje vai ser química, porque eu tava esperando a Natália vir pra cá pra gente começar um assunto novo. Lembra que eu tava falando pra vocês a vamos encerrar... na aula passada foi robótica e eu queria começar um assunto novo com ela aqui, porque, como ela vai ficar um mês com a gente então ela vai acompanhar. (Aula 1)

A ideia da observação das aulas era acompanhar a rotina dos professores e perceber como eles realizam sua prática pedagógica e se o curso de formação impactou, de alguma forma, na sua atuação na sala de aula. Não foi sugerido que os professores criassem práticas que trabalhassem aspectos da NdC enquanto eu estivesse realizando a observação, embora tenha ficado evidente que o professor quis demonstrar que estava colocando em prática o que viu no curso.

No caso desta aula do professor Carlos, é notável que buscou realizar a contextualização histórica no momento em que eu estivesse em sala, porém o enfoque não foi para a discussão explícita de aspectos da NdC, mas para a apresentação de informações sucessivas de como os cientistas organizaram os elementos químicos de acordo com a semelhança de suas propriedades. A exposição do contexto de como a Tabela Periódica chegou aos moldes que conhecemos atualmente totalizou 8 minutos e 3 segundos (do tempo

00:06:57.15 a 00:15:57.12 da gravação da aula). Os excertos abaixo ilustram o modo como as informações foram levadas aos estudantes:

[00:06:54.15] Carlos: Lá no passado, os cientistas, conhecendo alguns tipos de elementos da natureza, eles começaram a separá-los de acordo com suas propriedades, de acordo com as suas características, igual a gente tava fazendo aqui: ah, esse tem um tamanho assim... mas eles escolheram algumas características pra isso. (Aula 1)

[00:10:45.27] Carlos: Ai veio Newlands. Newlands pensou o seguinte: se a gente é... escrever os... colocar os átomos em ordem, vai chegar uma hora que essas propriedades vão ficar parecidas. Então ele fez assim, de sete em sete, as propriedades se repetiam. Como as propriedades se repetem de sete em sete, ou seja, na oitava, na oitava, o átomo volta a ter a mesma propriedade do primeiro, então ele compara com as notas musicais. [...] Realmente, começou a bater... só que começou a bater até certo tempo. Começou a aumentar o número de elementos químicos e começou a falhar, tá. Das três, essa aqui foi a menos aceita, foi até ridicularizada por alguns cientistas, tá, Newlands. (Aula 1)

[00:12:12.27] Carlos: Bem, aí chegou aqui, Mendeleev. Mendeleev, ele tinha mania de colocar as propriedades dos elementos químicos, as características deles, em cartões. Então, um dia resolve o quê, pos na mesa e começou a arrumar os cartões, como se fosse carta de supertrunfo. [...] Ele começou a separar e começou a ver que tinha uma variação periódica, ou seja, as propriedades sempre voltavam ao que era antes. [...] Ele separou, a primeira vez que separaram, na primeira tabela periódica, eles colocaram em ordem crescente de massa atômica. [...] (Aula 1)

Destacamos nos excertos colocações que insinuam que o conhecimento foi sendo construído ao acaso. Os cientistas escolhem algumas características – mas com base em que? Que características são essas? Newlands pensou em colocar os átomos em ordem e de sete em sete as propriedades se repetiam – a ordenação veio antes da “coincidência” das propriedades? Qual foi o princípio dessa organização? Mendeleev resolveu colocar as propriedades em cartas e organizá-las – Isso aconteceu de um dia para o outro ou levou tempo? A exposição considera o conhecimento de partes dos acontecimentos suficientes para a compreensão do todo, simplificando, reduzindo e até mesmo esquecendo processos de unificação fundamentais para a compreensão dos modos de produção do conhecimento científico, característica compatível com a percepção exclusivamente analítica e reducionista da Ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Além disso, foi colocado pelo professor que as ideias dos cientistas não foram aceitas porque falharam, mas não se explicou que tipo de falha foi essa, por quanto tempo aquela ideia perdurou na comunidade científica, o quanto ela contribuiu (ou não) para o desenvolvimento científico e tecnológico. Essa colocação da “falha” foi sendo apontada em diversos momentos e foram destacadas em outros excertos, a seguir:

[00:07:48.09] Carlos: Então, o primeiro que pensou nisso foi o Döbereiner aqui ó, ele resolveu separar os elementos químicos da seguinte maneira: ele começou a observar a massa dos elementos químicos e separar de três em três, e percebeu que a

média dos dois da ponta, ó, a média da massa dos dois da ponta é parecido com a média [...] por isso que é tríade, tá, e com isso ele falou, ó, essas substâncias aqui tem propriedades em comum. Só que, essa tríade, esse cálculo, começou a falhar, daí não foi tão aceito assim, porque começou a falhar. (Aula 1)

[00:08:58.02] Carlos: E aí em seguida, o Chancourtois [...] Ele pegou o cilindro e ele foi colocando os dados de acordo com suas características: a esse aqui parece com esse aqui, esse aqui com esse. Então, ele montou esse cilindro onde você girava ele e de acordo com você tava girando, você começava a ver que as propriedades de alguns átomos, elas faziam o que, coincidiam. [...] Só que também não foi aceito, isso começou a falhar e teve que parar de usar essa ideia. (Aula 1)

É necessário levar em consideração que em pouco tempo de aula não é possível trazer todo o contexto histórico por trás da construção da Tabela Periódica, porém é importante o cuidado para que não se passe a ideia de uma ciência que vem evoluindo e acumulando conceitos de modo linear, tendência apontada por Gil-Pérez *et al.* (2001), como fomentadora de uma percepção deformada da ciência. Esse olhar anacrônico para a história faz com que as ideias sejam passadas de modo que se evidenciam a evolução das teorias e dos conceitos considerados corretos, criando ainda “*uma interminável linhagem de ‘precursores’ ou ‘pais’ da ciência*” (ALFONSO-GOLDFARB *et al.*, 2004, p. 50-51):

[00:07:48.09] Carlos: Então, o primeiro que pensou nisso foi o Döbereiner aqui ó... (Aula 1)

[00:15:13.24] Carlos: Bem, Mendeleiev, ele foi considerado o pai da tabela periódica, por que a ideia dele foi mais aceita no mundo científico, tá. Depois, foi reorganizada a tabela periódica e, ao invés de colocar em ordem do número de massa, foi colocado em ordem do número de prótons, tá. Pra quem não lembra, número de próton é o número atômico. Hoje nossa tabela tá assim ó: número atômico, a tabela é colocada em ordem crescente de número atômico: 1, 2, 3, 4... A nossa tabela atual é colocada em número atômico. (Aula 1)

O modo como as informações foram apresentadas pelo professor são compatíveis com a percepção de ciência acumulativa, de crescimento linear, analítica e reducionista apontadas como deformadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), que vão ao encontro do que verificamos como sua percepção de Ciência, apresentada durante o curso de formação, em que demonstrou indícios de que considera o conhecimento científico como livre de falhas, sempre apresentando dados e conceitos verdadeiros que são acumulados ao longo do tempo. Observamos que sua percepção se sobressai em sua fala, sendo um fator que influencia a sua prática pedagógica e a própria percepção de Ciência dos estudantes (SOUZA; CHAPANI, 2015).

Além disso, o modo como foi conduzida a exposição durante a aula é compatível com a abordagem implícita da NdC, em que não é realizada uma discussão intencional que permite o debate sobre os modos de produção do conhecimento (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2014).

García-Carmona *et al.* (2012) sugerem que a compreensão da NdC pode ser aprimorada introduzindo sua discussão de modo explícito, abordagem priorizada no curso de formação.

Ressaltamos que a aula ministrada pelo professor aconteceu no momento em que estávamos iniciando o Módulo 2 do curso sobre a inserção da NdC na sala de aula, quando ainda não se tinha abordado questões acerca de como discutir aspectos da NdC com os estudantes. Contudo, nas aulas seguintes, o professor priorizou a exposição de conceitos, o que identificamos como sendo a influência de seus valores quanto ao que considera importante no processo de transposição didática.

Observamos em momentos de aula e de conversa com o professor que ele preza pela preparação dos alunos para as avaliações externas, como o ENEM e o vestibular, como destacado nos excertos:

[00:28:51.08] Carlos: [...] Então, eu falei, não é pra guardar a tabela, mas nós vamos aprender a guardar isso aqui, porque vocês ver assim, sem ter a tabela cês vão conseguir montar uma tabela pra resolver o exercício. Pô, se tiver a tabela, beleza. Como eu falei, tem vestibulares que põem a tabela e tem vestibular que põem a tabela incompleta, por isso que é importante saber essas coisas, tá. (Aula 1)

[00:38:40.07] Carlos: Como eu falei, a nossa aula é curta, o tempo é curto, então, eu quero que vocês saibam desenvolver exercício, por que o foco nosso é ENEM, tá. (Aula 1)

00:17:23.04] Carlos: Agora eu vou colocar as frases pra gente guardar cada átomo presente nessas famílias, tá. Porque é o seguinte, numa prova de vestibular eles dão a tabela, porém, eles podem dar a tabela faltando alguns dados. Então é interessante você, o que, saber quais são os átomos pertencentes a essa família. Volto a dizer, o ENEM gosta de dar dica, vão falar assim, para ser uma base forte tem que ser da família IIA, exceto magnésio. Pronto, acabou, tá você sabe o magnésio, e o resto? Pra isso, a gente vai guardar as frases, tá, de cada um. Depois a gente vai trabalhar exercício disso. (Aula 2)

[00:19:08.23] Carlos: Enquanto o vestibular é conteudista, ele cobra decoreba, a gente tem que usar, certo. Há uma mudança, mas uma mudança, eu só quero ver depois quando no vestibular e no ENEM tiver ó, realmente agora a gente vai para de decorar. Eu falo isso porque, eles falam assim, a não pode ficar decorando, mas todo processo seletivo é decoreba. E eu quero que vocês passem naquilo que vocês queiram. Eu quero mesmo. Então a gente vai trabalhar assim enquanto eles tiverem cobrando, ainda. (Aula 2)

Como fiquei todo o período da noite com os professores, eles me convidaram para jantar e, nesse momento, conversamos sobre vários assuntos. Em um desses momentos, logo na primeira semana, o professor Carlos comentou que quer dar chance aos alunos de passarem no vestibular, afirmando que: se tiver um único aluno interessado, ele vai ensiná-lo, mesmo que os demais não se importem; que se suas aulas se limitassem ao que o Currículo pede “os alunos não teriam chance” e que, por isso, ele busca ir além. Isso fica evidente em um dos momentos ao final da aula 3, que ele vem conversar comigo e apresenta essa mesma fala:

[00:42:25.25] Carlos: Eu realmente fico focando no vestibular mesmo, sei que não é a tendência, mas cê viu que eles são participativos, são bons e, por enquanto, é a única maneira deles irem se dando bem, a não ser que ninguém queira. Não que não queira trabalhar a linha Natureza da Ciência, mas eu fico na dúvida ainda, ainda tô com esperança do ano que vem mudar, por causa do itinerário [formativo BNCC] mudar tudo né, mas eu quero ver o vestibular desse ano como que vai ser. Eu tenho medo desse ano, assim, a não, vou mudar e, ainda esse ano que acho que vai ser conteudista, acho que só o ano que vem. [...] porque eu acho interessante e realmente eu não trabalho muito isso não, eu te falo: eu vou meio assim, eu pego o vestibular e vou fazer assim, mas eu acho interessante começar a trabalhar isso. [...] Então eu tenho medo ainda, a não ser que provem pra mim, não, mudou tudo. Eu acho que vai mudar, porque a particular também está mudando. Porque até então era assim: a particular era conteudista e as demais saiam um pouco do conteúdo, só que o vestibular era conteudista, ou seja... né. Porque tem muita gente boa aqui, é lógico, tá longe do ideal, mas se pudesse trabalhar mais, se a carga horária fosse maior, daria. [...] Mas eu fico, assim, quando começar a mudar eu posso cobrar realmente. Eu lembro quando você falou lá na parte de, não foi com essas palavras, mas ir mais pra parte de história assim, que ajuda a entender, realmente. Só que a carga horária, eu até coloquei lá no chat, a carga horária pra nós é pequena pra isso, penso eu [...]. (Aula 3)

O excerto apresenta a mesma justificativa das avaliações externas para explicar porque ele segue a linha conteudista e o motivo pelo qual não tem trabalhado aspectos da NdC com os estudantes, o que demonstra os **valores que guiam a prática pedagógica**. Mesmo considerando interessante outras abordagens, ele usa como guia de suas aulas os vestibulares. Rodriguez (1993) aponta que professores experientes e que apresentam orientações para o ensino já consolidadas recorrem à justificativa das avaliações externas para manter sua crença original sobre os conteúdos e estratégias a serem utilizados, quando confrontados com uma orientação diferente da sua.

Além disso, o professor aponta a carga horária como fator que auxiliaria no modo como aborda os conceitos em sala de aula, uma vez que considera que possui pouco tempo com os estudantes. Essa questão do tempo aparece como justificativa das escolhas pedagógicas do professor em outras aulas como exemplificado na fala:

[00:38:40.07] Carlos: Como eu falei, a nossa aula é curta, o tempo é curto, então, eu quero que vocês saibam desenvolver exercício, por que o foco nosso é ENEM, tá. (Aula 1)

[00:12:32.17] Carlos: A gente vai estudar três tipos de ligações. Como esse ano é um ano pandêmico, eu vou trabalhar no resumo de novo. Porque eu preciso por vocês no caminho certo pra gente tocar os demais anos. Dai depois a gente vai voltando, retomando algumas coisas. A primeira ligação que a gente vai conhecer é a ligação iônica. A ligação iônica acontece assim ó, copia aqui que já vou explicar pra vocês. (Aula 4)

[00:19:13.16] Carlos: Então vamo trabalhar na prática isso. Olha só... eu to pensando se eu vou fazer o mecanismo ou não, ainda não decidi. Mas eu vou mostrar assim primeiro, vou inverter a ordem hoje, vou do jeito rápido e se a gente tiver tempo eu vou fazer o mecanismo. Eu vou trabalhar o que é mais cobrado, tá. (Aula 4)

Gess-Newsome (1999) aponta a falta de tempo como um dos motivos que impede que um professor adote materiais e estratégias diferenciados – somando à ele o conhecimento do conteúdo, suas orientações e as determinações curriculares. Desse modo, professores experientes adotam (mesmo que de modo inconsciente) estratégias que “funcionaram bem para eles no passado” (GESS-NEWSOME, 1999, p. 81) e que se mostraram pedagogicamente eficientes e de fácil aplicação.

Quando analisamos o conjunto: observações das aulas e PD criada no curso de formação, podemos inferir que o professor Carlos busca apresentar o conteúdo aos estudantes e, mesmo tendo conhecimento sobre aspectos da NdC e os modos como apresentá-lo, vistos no curso, ainda demonstra dificuldade e/ou resistência em colocá-los em prática. A resistência pode vir no sentido de que ele prioriza o ensino de conceitos para as avaliações externas, de modo que não segue o que o Currículo atual vem propondo, com relação ao desenvolvimento de competências e habilidades. A dificuldade caminha no sentido de que a carga horária pode ser pequena e escolhas precisam ser tomadas, mas vai além, pois o próprio professor demonstrou ter dificuldade em acompanhar o curso, faltando em dois sábados consecutivos (ES2 e ES3) e realizando os estudos e as atividades propostas nos encontros assíncronos após os prazos estabelecidos. Ele mesmo expressou sua dificuldade na sua fala:

[00:40:20.08] Carlos: Eu ia fazer, sábado eu ia acordar cedo e ia fazer a atividade, mas confesso que eu não tava aguentando mesmo. Ah, eu vou fazer tudo e pôr em dia pra começar já, mas é... é que tá difícil, nossa tá muito cansativo, não o... o geral mesmo. Eu to até preocupado, por que... mas tá na chuva né, entrou... eu não desisto não. Eu chego aqui e... aula mesmo é pouco, mas cansa, faz uma coisa, faz outra... eu chego em casa, tomo banho e durmo, eu nunca fiz isso... eu sempre acordei cedo, mas eu dormia 1 hora, 2 horas da manhã, agora 10h30 eu to dormindo, pessoal de casa tá até assustado comigo, nossa, mas assim, foi uma opção minha. (Aula 3)

Magnusson *et al.* (1999) apontam que os conhecimento e valores orientam a prática pedagógica de um professor, de modo que ter conhecimento sobre a NdC, sobre estratégias para abordá-la, sobre sua relação com o Currículo e sobre a importância de discuti-la – assuntos refletidos no curso de formação – não são suficientes para abordar a NdC em sala de aula. É necessário que o professor se incomode com seus valores iniciais (SMITH; NEALE, 1991), reconhecendo a inserção de aspectos da NdC em suas aulas como algo que pode contribuir para a formação do estudante.

De acordo com o exposto, podemos inferir que a prática pedagógica do professor Carlos se orienta por:

- Apresentar aos estudantes o conhecimento do conteúdo específico, apoiado no que os vestibulares e avaliações externas exigem; têm baixa influência do SMK sobre a NdC e a importância de abordá-la; sofre pouca influência das demandas do Currículo atual.
- Utilizar práticas que se baseiam no seu conhecimento de estratégias para o ensino de Ciência, porém com a predominância de aulas expositivas, com a justificativa do tempo insuficiente das aulas; quanto à abordagem de aspectos da NdC, usa da abordagem implícita para contextualizar episódios históricos da construção do conhecimento.
- Valores relacionados às demandas das avaliações externas, que influenciam diretamente nos conceitos a serem abordados e no modo como serão abordados em suas aulas.

4.10.2 Professora Bertha

A professora Bertha possui 42 anos e é licenciada e bacharela em Ciências, com habilitação em Biologia, leciona há 22 anos e ministra a disciplina Biologia, que tivemos a oportunidade de acompanhar na Escola de Tempo Integral.

Observamos oito aulas de 45 minutos da professora em diferentes turmas, conforme descrito no Quadro 18:

Quadro 18 - Descrição das aulas da professora Bertha que foram observadas.

Data	Turma	Código	Tema	Descrição
20/09/2021	3º ano	Aula 1	Teoria da Evolução	Discussão do texto lido na aula anterior (prefácio intitulado “Notícia Histórica” do livro <i>A Origem da Espécies</i> , de Charles Darwin) que foi deixado como tarefa a construção de um mapa mental.
	2º ano	Não houve aula: tempo de estudo para a prova de gramática e literatura (PGL).		
27/09/2021	Não houve aula: aplicação da PGL.			
04/10/2021	3º ano	Aula 2	1º lei de Mendel	Semana de estudos intensivos ¹⁸ : revisão expositiva dialogada de conteúdo do 2º ano sobre a 1ª lei de Mendel com a disponibilização de lista de exercícios.
	2º ano	Aula 3	Mitose e Meiose	Foi planejado a construção de modelo da mitose e meiose por meio do uso de biscuit. Houve um problema durante a aula de educação física que atrasou a avaliação que eles estavam fazendo e o professor pediu para que eles terminassem durante a aula dela. Como eles estavam na sala de informática, conforme os alunos terminavam a professora pedia que pesquisassem sobre o conteúdo para que fizessem a maquete na próxima aula.
18/10/2021	3º ano	Aula 4	Teoria da Evolução	Estudo e discussão do jogo <i>Célula à Singularidade</i> (jogo por meio de app no Android), que foi deixado

¹⁸ Devido à pandemia, os professores escolhem conteúdos e/ou habilidades do ano anterior que julgam ser importante de retomar com os estudantes durante aquela semana.

Data	Turma	Código	Tema	Descrição
				como tarefa para os estudantes jogarem.
	2º ano	Aula 5	Biotecnologia	Relembra o que estava sendo visto até o momento. Discussão inicial sobre o que é Biotecnologia.
25/10/2021	1º ano	Aula 6	Origem da vida	Relembra o que estava sendo estudado. Propõem a realização do exercício 1.1 disponível no caderno do aluno (Currículo em Ação, 1ª série EM, v.3, p.175) pelos alunos e realiza discussão das respostas.
	3º ano	Aula 7	Isolamento geográfico e deriva genética	Atraso de 15 minutos do início da aula devido à reunião com direção sobre a possibilidade do fechamento da PEI no período da tarde/noite. Realiza a discussão da imagem do caderno do aluno (Aprender sempre, 3ª série EM, v.2, p.10) que exemplifica uma situação fictícia sobre isolamento geográfico. Interpreta e propõem a realização do exercício 3 da p. 11 do caderno do aluno.
	2º ano	Aula 8	Biotecnologia	Propõem a discussão do exercício 1, 2, 3 e 4 da p. 111 do caderno do aluno (São Paulo faz Escola, 2º ano, v. 2) que propõem a análise de cinco pequenas notícias sobre tecnologias de manipulação do DNA elaboradas para o material.

Fonte: Autoria própria.

Quanto aos **conhecimentos trabalhados em aula**, a professora Bertha tem como base o ensino do conteúdo previsto no Currículo Paulista, usando como caminho para o desenvolvimento das aulas o material didático enviado pelo Estado de São Paulo para os estudantes. Além do conteúdo científico, ela também aborda aspectos da NdC, a discussão de temas atuais que estão na mídia e de *Fake News*.

Quanto aos aspectos da NdC, observamos que a professora usou tanto da abordagem explícita quanto a abordagem implícita ao realizar discussões em sala de aula. Foi possível observar que as aulas 1 e 6 foram planejadas para abordar aspectos da NdC junto dos estudantes, sendo usada a abordagem explícita. Enquanto as demais aulas tinham como foco o ensino de conceitos ou a discussão de notícias em que apareceram falas da professora que transmitem informações sobre a NdC de modo implícito, como na semana de estudos intensivos. Nesta semana, a professora fez a revisão da lei de Mendel. Segundo ela:

[00:08:04.25] Bertha: A gente vai parar tudo que a gente tava fazendo e nós vamos voltar na semana de estudos intensivos. Um conteúdo que sempre cai no vestibular e, por conta da pandemia, eu acho que não foi muito legal foi a Lei de Mendel. Essas atividades [folha entregue no início da aula] são sobre a lei de Mendel, certo. Eu trouxe 50 exercícios para vocês fazerem. Vocês podem fazer com o coleguinha, mas primeiro a gente vai lembrar: o que seria a Lei de Mendel? (Aula 2)

A escolha desse conteúdo se deu por causa do vestibular, o que indica um valor que influencia na TD da professora. De modo geral, a aula tinha o objetivo de revisar o conteúdo sobre a Lei de Mendel por meio de uma lista exercícios, porém os estudantes demonstraram

não se lembrar dela, uma vez que foi estudado no ano anterior por meio das aulas *online* – eles alegaram que não assistiam às aulas, só faziam as atividades, inclusive uma aluna fez o seguinte comentário: “*Sora, vou explicar pra você como foi o segundo ano: você vinha na escola pegava o pacote, chegava no WhatsApp tinha todas as respostas lá, a gente só assinalava x, nem lia*” –. Assim, a professora Bertha precisou rever todo o conceito em poucos minutos e usou algumas justificativas relativas a como Mendel elaborou a lei conhecida como Lei de Mendel, conforme destacado abaixo:

[00:10:32.02] Bertha: Então Mendel, quando a gente fala de Lei de Mendel, a gente vai lembrar sempre da experiência da ervilha. Quem era Mendel? Mendel era um monge, certo. Mendel não era biólogo, ele era matemático. Mas se ele era monge, ele gostava de cultivar e ele era curioso. Então, ele começou a ver que as características eram passadas de uma geração para outra. Como ele era muito bom de matemática, ele fez a Lei, ele elaborou a Lei que a gente conhece com a Lei de Mendel. (Aula 2)

[00:15:52.29] Bertha: Bem assim, ele devia tá entediado lá no mosteiro e resolveu plantar ervilha pra saber o que acontecia, certo. (Aula 2)

[00:15:35.09] Bertha: Não, tipo, ele ficou curioso pra saber como as características eram passadas. [aluna faz o comentário “deu a louca nele”] É, ele deve ter ficado entediado de tanto rezar, né. (Aula 2)

O modo como a professora trouxe as informações pode fazer com que os estudantes reforcem o estereótipo de uma Ciência individualista e elitista (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001), em que o conhecimento científico é percebido como obra de gênios que trabalham isolados, não sendo reconhecido o trabalho coletivo ou dos precursores daquele estudo, como foi visto novamente na aula 8:

[00:33:58.24] Bertha: E na última para a gente encerrar essa segunda-feira: "Se essas manchetes aparecessem em jornais na década de 1940, por exemplo, as pessoas entenderiam essas notícias ou achariam que se tratava de ficção científica?" [aluna diz que ficção científica] Por quê? [comentários dos alunos de que não havia como as pessoas saberem disso] Na verdade ele tá falando de manipulação de DNA, a estrutura do DNA foi descoberta em 1950. Eles não conheciam o DNA, nem que eles poderiam manipulá-lo, então, eles achariam que era ficção científica. Relembrando... lembra lá do Mendel, que não era biólogo era matemático. Da ervilha... [aluno comenta que Mendel tinha problema, professora concorda comentando em seguida]... ele não tinha o que fazer, né. Ele não era biólogo, ele descobriu a lei de transmissão de características através de regras de matemática. Tipo, eu acho que ele estava entediado de rezar e foi estudar matemática. Então, ele descobriu toda a segregação que era em par por lei matemática, isso tudo em 1860. A estrutura do DNA foi descoberta em 1950, então até então eles não conheciam a estrutura. (Aula 8)

Apesar disso, ela traz a visão de que a Ciência não é feita apenas por químicos, físicos e biólogos, mas por pessoas de outras áreas que utilizam conceitos matemáticos, como nesse caso, para elaborar leis e teorias.

Nas aulas 1 e 6, em que a professora trabalha de modo explícito os aspectos da NdC, observamos que ela evidencia a coletivização da ciência e a construção social do conhecimento científico, o financiamento das pesquisas, a comunicação e o reconhecimento do conhecimento entre os pares, o papel das hipóteses na construção do conhecimento, a diferença entre o conhecimento científico e as crenças e os mitos.

A aula 1 foi destinada à discussão do prefácio do livro *A Origem das Espécies* de Charles Darwin, intitulado “Notícia Histórica”. O texto foi disponibilizado na aula anterior aos estudantes, que deveriam realizar a leitura e uma espécie de resumo na forma de mapa mental. Após recolher a atividade que fora deixada como tarefa, a professora iniciou a discussão relembrando algumas questões que, aparentemente, já havia iniciado na aula anterior, conforme o excerto:

[00:10:30.12] Bertha: Ai eu falei pra vocês: quem escreveu esse texto? Foi Charles Darwin que fez a teoria da evolução. E o que continha esse texto: toda a estrutura que ele pensou para a teoria da evolução. Lembra quando a gente tava vendo no começo do bimestre, a gente tava vendo o que era... [pausa] conhecimento científico, certo? Então nós vimos que o conhecimento científico sempre vem baseado no que está de trás, que já teve uma descoberta. Lembra quando a gente descobriu a vacina. Por que que a vacina saiu rápido? Porque você já tinha um conhecimento antes. Então, a mesma coisa, por que que eu trouxe esse texto? Era a construção de como ele chegou na teoria dele. Então, para vocês perceberem que ele escreveu uma teoria, que a gente vai ver a partir de hoje, porém ele se baseou em muitas outras teorias e conhecimento científico que já tinha antes, por exemplo: não coube no seu resumo Mariana, ele estudou tanto, tanto, tanto, que cada um falava uma coisa, ai ele ia lá colocava e pensava sobre o assunto, ai um outro cientista publicava, sempre tem assim um livro, uma publicação, tinha uns que era um boletim [...] (Aula 1)

A professora indica que houve uma discussão inicial com os estudantes sobre o processo de construção social e coletiva do conhecimento científico, em que os pesquisadores se baseiam em trabalhos, teorias e conhecimentos construídos e publicados por outros pesquisadores para embasar o seu trabalho. Sua fala ressalta ainda que houve a discussão sobre o tempo levado para a produção da vacina contra a COVID-19 devido à essa dinâmica de produção do conhecimento. Isso evidencia a discussão de aspectos da NdC que se aproximam do que é considerado nas pesquisas como uma visão mais próxima do processo de construção do conhecimento científico (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007; AIKENHEAD, 2003).

Além de trazer para reflexão em sala de aula aspectos relacionados à coletivização da ciência e a construção social do conhecimento científico, a professora também toma o cuidado de não reforçar e auxiliar na desmitificação da Ciência individualista e elitista, imagem deformada identificada por Gil-Pérez *et al.* (2001), inclusive no que diz respeito aos precursores desta ou daquela teoria, como ilustram os excertos:

[00:12:52.04] Bertha: [...] O primeiro cientista que vocês viram, tipo assim, não foi o primeiro, mas foi o primeiro mais famoso.

[00:13:26.00] Bertha: É o Lamarck, então o primeiro famoso. Por que isso?

[00:13:36.00] Bertha: Quantos desse vocês viram aí? Quantos nomes diferentes tinham no texto? [aluna comenta: muitos... uns 20].

[00:13:45.23] Bertha: Cada um foi construindo um pedacinho, mas o primeiro mais famoso foi o Lamarck. [estudante pergunta o porquê?].

[00:13:55.06] Bertha: Porque eles acharam que a teoria dele era a que mais tinha sentido. Ele propôs uma teoria que seria bem aceita, mas ele era o único? Ele foi o primeiro? Quem foi o primeiro? [estudante responde que foi Buffon].

[00:14:13.14] Bertha: Então, o primeiro que falou sobre a teoria da evolução dos seres vivos foi Buffon. Mas, o mais famoso, que todo mundo conhece, foi Lamarck. Alguém já ouviu falar da teoria do pescoço da girafa? (Aula 1)

[00:22:46.18] Bertha: Então, como foi a primeira explicação, todo mundo falou: ó!. Ele explicou as características, tanto é que quando a gente vai ler esse texto, ele... tipo assim, ele deu uma luz e as pessoas pensaram: nossa, tem uma luz pra isso. Tanto é que Darwin, dentro do livro ele vai falar, tipo assim, Lamarck foi o primeiro, a primeira teoria que chamou atenção e assim foi. (Aula 1)

É possível verificar que a professora ressalta que outros pesquisadores realizaram estudos que auxiliaram na construção do conhecimento, porém houve uma teoria que fez mais sentido e foi aceita pela comunidade científica, ressaltando aspectos da construção social do conhecimento científico, como a interação profissional entre cientistas, a comunicação do conhecimento e questões relacionadas à lógica por trás da aceitação de uma teoria. O excerto abaixo também apresenta tais aspectos, somando a eles questões relacionadas à credibilidade do pesquisador e ao financiamento da pesquisa:

[00:23:54.23] Bertha: E aí vem a teoria de Darwin. De Darwin/Wallace. Lembra que eu falei que Darwin e Wallace, são duas pessoas diferentes, o Darwin fala no texto: eu e Wallace; mas demorou muito tempo pra todo mundo aceitar. O que acontecia, Darwin tinha dinheiro, então Darwin poderia viajar pelo mundo a fora no seu navio, Beagle, certo. O navio dele chamava Beagle. Ele pode viajar para o mundo estudando as características diferentes dos seres vivos. Wallace não tinha tanto dinheiro assim, ele dependia da FAPESP e da Capes, coitado. Wallace dependia de financiamento para a pesquisa dele. Então, ele estudou em uma ilha menor e em proporções menores, mas os dois chegaram à mesma conclusão, tanto que Darwin, ele fala no livro deles, eu/Wallace, várias vezes... ele fala umas duas ou três vezes no final do texto. (Aula 1)

Latour e Woolgar (1997) relacionam credibilidade e financiamento como partes essenciais ao trabalho científico, resumindo essa relação no que denominaram de ciclo de credibilidade do cientista, por meio do qual os pesquisadores conseguem mais investimentos para seus trabalhos, uma vez que quanto mais credibilidade, maior o reinvestimento na sua pesquisa, que gera mais credibilidade ao trabalho. De certa forma a professora aborda essa relação, mas não consegue aprofundar a discussão com os estudantes.

Contudo, quando ela cita a época em que os estudos estavam sendo realizados e o que se tinha de conhecimento desenvolvido até então, os estudantes passam a ter uma imagem elitista do cientista (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001), um ser genial superdotado de inteligência fora

do alcance da população comum. No momento que os comentários dos estudantes surgem, em um tom de brincadeira, a professora acaba reforçando essa imagem ao invés de tentar minimizar essa visão, conforme destacado no excerto:

[00:25:29.11] Bertha: Sim, então, eles chegaram à conclusão que as características, elas aparecem, certo. As características aparecem. Eles não sabiam, naquela época, lembrando que é mil oitocentos e... lá em baixo na última frase... 1859 a 1ª edição. Em 1859 não tinha microscópio eletrônico nem sabia do DNA, certo? [uma aluna comenta que mesmo sem o DNA eles “descobriram o bagulho”]. Gente, ele estava acima da vanguarda. [alunos comentam que era um gênio, comparando com Newton] É... os caras são gênios. [uma aluna diz “o cara é o Einstein da biologia”] É o Einstein da biologia. Então, assim, em 1859, não existia nenhuma explicação da teoria do DNA, mutação genética. Então, o que ele pode explicar, que as características surgiam nos seres vivos e que o meio ambiente selecionava o que era mais fraco do menos fraco, certo. Por exemplo, [...] (Aula 1)

A aula 6 aconteceu no 1º ano quando a professora Bertha substituiu o professor Carlos que estava de licença. Nesta aula a professora finalizou a discussão do assunto iniciado na aula anterior e realizou a situação de aprendizagem 3, intitulada *vida, terra e cosmos: a construção do conhecimento*, prevista no caderno do aluno do material curricular do Estado de São Paulo. O foco da aula foi a realização do exercício 1.1 da página 175 do *Currículo em Ação* (1ª série EM, v. 3, destaque original) pelos alunos, sendo esse:

1.1 Diferentes civilizações e culturas vêm tentando dar respostas para essas perguntas e buscado formas de respondê-las. **E você, já se questionou sobre? Agora é mais um momento para se questionar!** Elabore uma hipótese para cada situação a seguir e anote em seu caderno.

a) Sobre a origem do Universo, que hipótese(s) pode(m) ser levantadas? Discuta(m) e anote(m).

b) Você(s) conhece(m) alguma crença acerca do surgimento da vida no planeta Terra? Descreva(m) resumidamente.

c) Você(s) conhece(m) alguma **teoria científica** sobre a origem da vida? Quais?

d) Você(s) saberia(m) diferenciar **crenças** e **mitos** de **teorias** ou **fatos científicos** acerca do surgimento da vida? Comente(m) e acrescente(m).

O tempo dessa aula foi destinado para a resolução do exercício pelos alunos, a professora não teve tempo de verificar as respostas e discuti-las. Ainda assim, foi possível perceber durante a explicação dos exercícios que a professora já havia trabalhado com os estudantes aspectos da investigação científica, como o levantamento de hipóteses:

[00:21:07.24] Bertha: Agora, página 175. O que que a gente ai fazer? O exercício... Página 175, exercício 1.1. O que que a gente tá pensando? Como se originou a vida em nosso planeta e de onde viemos... você, já se questionou sobre? Agora é mais um momento para você se questionar. Elabore uma hipótese, lembrando lá no começo

do ano, lembra da caneta que a gente fez dos astronautas, que a gente fez uma hipótese... Vocês lembram disso? [comentários dos alunos] É eles fizeram uma caneta própria... lembra que antes da gente chegar na resposta a gente fez um monte de hipóteses? A gente inventou milhares de coisas pra gente conseguir chegar na caneta. [comentário dos alunos] Qual era a caneta mais fácil? [inaudível] Não porque essa era muito cara... [uma aluna responde que era o lápis] O lápis... cê lembrou. Então, ninguém chegou no bendito do lápis, nós elaboramos milhares de outras canetas... Então a gente fez o que? A gente elaborou um monte de hipóteses, um monte de coisas que a gente inventou. Por que era uma hipótese, depois a gente foi testar quais eram as hipóteses que dariam certo, certo? (Aula 6)

A atividade da caneta do astronauta comentada na fala da professora é a mesma que ela compartilhou conosco nas reflexões do curso de formação e, posteriormente, usou como base da PD a ser entregue na A6. A fala da professora vem no sentido de relembrar a atividade que eles já haviam feito de elaboração de hipóteses para a caneta do astronauta, mas ela não discute novamente o que seria uma hipótese, resumindo-a a “coisas que a gente inventou” que depois foram testadas. Não é possível saber como foi feita a reflexão durante a atividade da caneta do astronauta, porém essa fala pode induzir nos estudantes a percepção de que ‘qualquer coisa’ é válida como uma hipótese, simplificando ou reduzindo estudos que contribuem na elaboração de hipóteses.

A fala da professora também indica que já havia discutido com os estudantes as hipóteses da origem do universo, inclusive por meio do jogo *Célula à singularidade* (usado também com os estudantes do 3º ano):

[00:23:36.01] Bertha: Ai agora, vocês vão pensar numa hipótese sobre a origem do universo: [...] que hipótese(s) pode(m) ser levantadas? Discuta(m) e anote(m). A gente já discutiu várias hipóteses da origem do universo, lembra? [comentário dos alunos] Vamo lá... ai depois, isso na letra a, quais as hipóteses que vocês conhecem sobre a origem do universo, certo? Então vocês vão colocar todas que vocês conhecem. [aluno pergunta se pode usar o jogo] Sim, pode usar o jogo. [aluno pergunta se pode colocar uma única hipótese] Pode colocar só uma, é a que você conhece, se vocês conhece só uma, coloca só uma. Qualquer todas que você conhece... ó lembrando que Adão e Eva é origem da vida eu quero saber a origem do universo. (Aula 6)

As demais questões foram lidas pela professora que enfatizou o pouco tempo que havia para a aula finalizar, não entrando em mais detalhes sobre o que seria uma teoria científica e um fato científico, sendo uma das dúvidas dos estudantes posteriormente:

[00:28:02.10] Bertha: Vamo lá, c: Você(s) conhece(m) alguma **teoria científica** sobre a origem da vida? Quais? [comentários dos alunos] Isso ai já é origem do homem, a gente vai chegar lá, calma lá! Vamo lá, uma TEORIA CIENTÍFICA sobre a origem da vida... [pergunta de um dos alunos] Não porque o macaco é origem do homem, não conta... é origem da vida, o homem vem depois da vida. [aluno pergunta se está no jogo] Tá! (Aula 6)

[00:29:20.09] Bertha: E ai a letra d: Você(s) saberia(m) diferenciar **crenças e mitos de teorias ou fatos científicos** acerca do surgimento da vida? Comente(m) e acrescente(m). Vamos, 12 minutos pra terminar. (Aula 6)

[00:31:42.22] Bertha: Qual que você não entendeu? [responde] A c: qual a diferença entre crença e fato científico, teoria científica? Pensa, o que que é uma crença? [diz que é aquilo que alguém acredita] Isso, e uma teoria científica? [diz não saber] Pensa só teoria científica, o que parece? [outro aluno diz que quando os cientistas tentam fazer com que todos pensem como eles; outro aluno diz ser um fato] oi... Um fato, que tipo de fato? [aluna fala sobre o tempo de estudo para que as pessoas saibam se aquilo realmente aconteceu ou não] É ou não é, vamos lá gente, vamos pensando! [os alunos perguntam novamente] Vamo gente, resolvendo. Pensam o que é uma teoria científica? O que lembra esse nome? [vários comentários sobre outros assuntos] (Aula 6)

[00:39:19.18] Bertha: [um aluno chama a professora e faz uma pergunta específica para ela, eles estão longe e fica difícil ouvir, porque os outros alunos estão falando ao mesmo tempo] Na letra d fala qual a diferença entre crença e uma teoria científica? O que que é uma teoria científica? Imagina, científico, vem do quê... ciência, concorda? Então qual a diferença entre algo que você acredita com algo que é feito pela ciência? (Aula 6)

Os excertos anteriores evidenciam que, mesmo os estudantes questionando diversas vezes o que seria uma teoria científica e, em alguns momentos, trazendo algumas possíveis respostas, a professora não apresenta uma resposta concreta, sempre usando o recurso de instigar o pensamento e a resposta dos alunos, mas sem elucidar o conceito ou sintetizar as respostas que foram dadas no sentido de validar ou não o que foi dito pelos estudantes. Como não foi possível acompanhar a continuidade desta aula, não houve como verificar se a professora Bertha realizou a discussão das respostas dos alunos. Ela apenas deu a entender que realizaram o exercício seguinte do caderno do aluno, conforme a colocação feita ao final da aula:

[00:40:11.29] Bertha: Olha na próxima aula que é quarta-feira... ó... Na próxima aula, exercício 1.5. (Aula 6)

As **práticas envolvidas nas aulas** são variadas: leitura de texto, uso de jogos, leitura de notícias e o uso de biscuit para a criação de modelos, demonstrando que a professora tem conhecimento de estratégias variadas. Entretanto, nem sempre o que havia sido planejado pôde ser executado, sendo necessário que ela usasse de sua experiência prática para gerenciar situações inesperadas. Como exemplo, citamos o dia em que realizaria a atividade de modelização com o biscuit e os estudantes não estavam na sala, então foi procurá-los e eles estavam na sala de informática realizando prova de educação física:

[00:00:01.09] Bertha: Eu trouxe massinha de biscuit, e aí vocês vão dividir em três grupos e vão criar modelinhos na massinha de biscuit. Só que, tipo assim, com esse negócio da prova, eu não estava contando com a prova. A gente ia conversar sobre a mitose e a meiose, aí eu ia trazer a massinha pra gente começar, mas com essa história da prova eu acho que não vai dar tempo. Então, agora, aproveita que vocês estão aqui na internet, na sala de informática, e aí vão estudando um pouquinho sobre mitose e meiose, aí vocês vão dividir em três grupos, aí na próxima aula eu trago a massinha pra vocês. Aí a gente continua na próxima aula, aí eu vou trazer a massinha e vocês vão fazer o modelinho na massinha de biscuit, tá lá na geladeira.

Então, vocês vão estudando agora, aqui tem os exemplos (folha impressa), mitose e meiose e de mitose e de meiose os dois juntos. Um grupo vai fazer a mitose, os modelinhos de mitose; um grupo vai fazer o esquema de meiose; e um grupo vai fazer o esquema de mitose comparando com meiose; e depois a gente vai discutir. Então eu trouxe os esqueminhas pra vocês, vocês podem ir estudando, vendo vídeos e elaborando mais ou menos. (Aula 3)

Enquanto os estudantes finalizavam a prova e realizavam a pesquisa, a professora comentou comigo que ia fazer um quadro comparativo na lousa sobre mitose e meiose. Os alunos se dividiram em três grupos e ela sortearia o modelo que cada um iria construir e, após o tempo necessário para secar a massa, eles os usariam como modelo para o laboratório de Ciências que está em construção – eles me mostraram a sala que já foi reservada para o laboratório.

Por fim, quanto aos **valores que guiam a prática pedagógica**, verificamos que a professora Bertha segue o que o manual escolar apresenta, principalmente no que diz respeito à cronologia de abordagem dos conceitos e às atividades propostas. Segundo Gess-Newsome (1999), essa é uma característica de professor de início de carreira, que adota orientações provenientes das guias curriculares. Porém, quando observamos a formação e atuação profissional da professora Bertha chegamos à conclusão de que esse apoio pode vir do fato de ela também ser Professora Coordenadora de Área da área de Ciências da Natureza, participando de formações sobre o Currículo que são passadas aos professores nos *ATPCA*, por exemplo.

Apesar disso, ela não se prende ao material, buscando elementos além do que é proposto para complementar suas aulas, como, por exemplo, o uso do jogo *Célula à singularidade*, do texto introdutório do livro de Charles Darwin e a atividade de modelização com biscoito. Além de se pautar no material curricular, a professora também faz escolhas com base nas avaliações externas, como já ilustrado no caso da escolha do conteúdo a ser abordado na semana de estudos intensivos, e na aplicabilidade dos saberes para os estudantes:

[00:02:44.20] Bertha: [...] pra que que serviu todos aqueles estudos que a gente fez? Pra que que a gente usa? Qual a aplicação daquilo? Onde aquilo ali... pra que eu tenho que saber toda aquela teoria? Onde eu vou usar? (Aula 5)

Gess-Newsome (1999) indica que as orientações de ensino se desenvolvem no início da carreira do professor, tendo influência dos primeiros contatos com a sala de aula (mais precisamente os três primeiros anos de prática docente), e podem ser aperfeiçoados e modificadas ao longo do tempo com cursos de pós-graduação e especialização, bem como cursos de formação continuada. A professora Bertha teve esse contato já na graduação, no estágio supervisionado, e indicou ter uma participação ativa em atividades de extensão e

iniciação científica. Além disso, em conversas nos momentos do jantar na escola, indicou se manter atualizada com cursos de formação realizados pela SEDUC e também por Universidades. Isso demonstra que suas orientações de ensino permitem reconhecer e se apropriar de novos conhecimentos e valores que influenciarão sua prática.

De acordo com a análise realizada, podemos inferir que a prática pedagógica da professora Bertha é orientada por:

- Conhecimento do conteúdo específico articulado com o desenvolvimento das competências e habilidades do currículo, baseado no uso dos manuais escolares (caderno do aluno enviado pela Secretaria de Educação); conhecimento de aspectos da NdC e da importância de abordá-los de modo explícito e implícito (em momentos que o foco está na abordagem de conceitos); informações complementares às demandas do Currículo, com discussões atuais e relacionadas ao cotidiano dos estudantes.
- Práticas variadas que se baseiam no seu conhecimento de estratégias para o ensino de Ciência; conhecimento de materiais e estratégias que permitem a abordagem explícita de aspectos da NdC.
- Valores que se apoiam na aplicabilidade do saber no cotidiano dos estudantes, na demanda das avaliações externas e, principalmente, na importância de seguir o que orienta os manuais escolares.

4.11 Sistematização dos conhecimentos mobilizados que constituem o PCK sobre a NdC dos professores

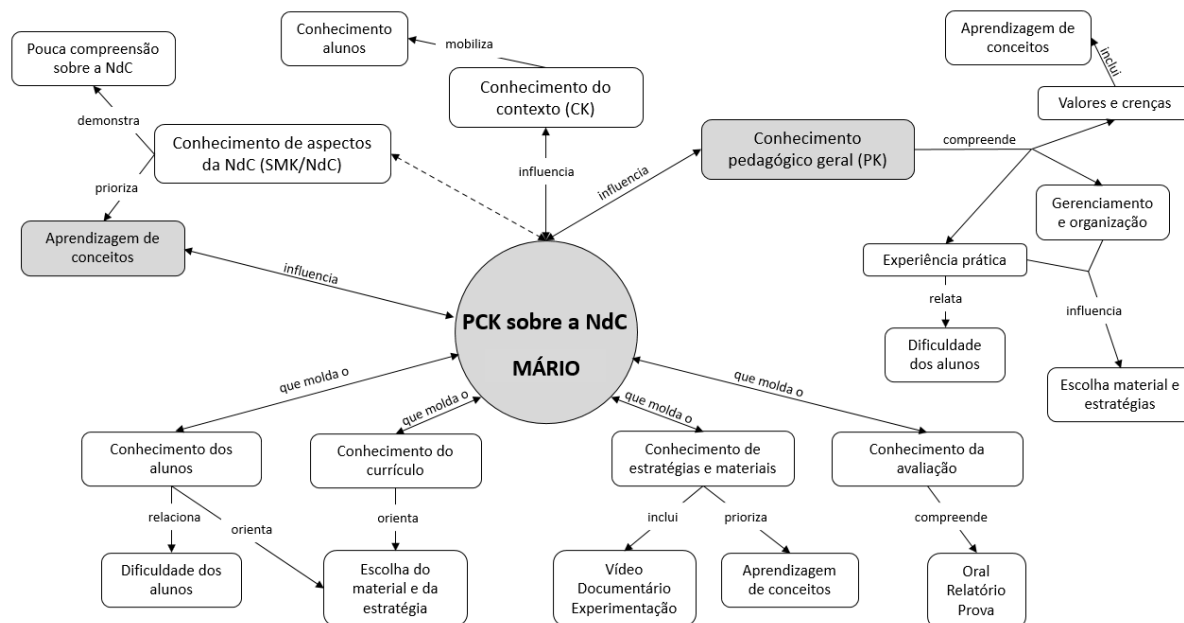
A análise das produções dos professores (A4 e A6) no curso de formação nos permitiu identificar quais as bases de conhecimentos foram mobilizadas por cada um deles para a abordagem de aspectos da NdC em sala de aula.

Para os professores Carlos e Bertha, além de relacionar os conhecimentos mobilizados na formação do PCK sobre a NdC, também apresentamos as *orientações para o ensino* que foram possíveis de observar nas aulas que acompanhamos. Para os demais professores, optamos por não explicitar tais orientações por não termos acompanhado efetivamente suas práticas pedagógicas, o que faria com que nos baseássemos apenas em suas produções e reflexões realizadas ao longo do curso – que podem ter sido mascaradas pelo contexto no qual se encontravam.

A Figura 8 apresenta os conhecimentos que formam o PCK do professor Mário. Destacamos em cinza o que observamos ser os conhecimentos que mais influenciaram o seu

PCK sobre a NdC nas produções realizadas, sendo eles: o conhecimento pedagógico geral e o foco na abordagem de conceitos.

Figura 8 – Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Mário.



Fonte: Autoria própria.

A linha tracejada que representa a influência do conhecimento de aspectos da NdC do professor no seu PCK sobre a NdC simboliza a pouca relação observada em suas produções. Durante o curso, foi possível observar que, de todos os participantes, o Mário tem uma percepção de Ciência que se afasta do que as pesquisas consideram como uma imagem mais atual e humanizada da NdC. Apesar de estar presente em todos os encontros propostos, foi perceptível a baixa participação nas discussões realizadas e as suas produções refletem pouca compreensão sobre a NdC e os modos de inserção em sala de aula – o que indica que o curso não teve uma contribuição efetiva para a formação deste professor.

Mesmo quando percebidas como importantes pelo professor, tentativas de adoção de novas orientações para o ensino – como a inserção de aspectos da NdC à aulas – são frustradas pelo pouco conhecimento do conteúdo. Isso faz com que o professor tenha que buscar aprender este conteúdo e as formas de abordá-lo – fatores oportunizados pelo curso – o que acaba sendo “[...] tarefa exigente, juntamente com o pedido de adoção de uma nova pedagogia, cria uma alta carga cognitiva que pode ser reduzida simplesmente retornando a padrões familiares de ensino e rejeitando novas orientações do conteúdo específico.” (GESS-NEWSOME, 1991, p. 78)

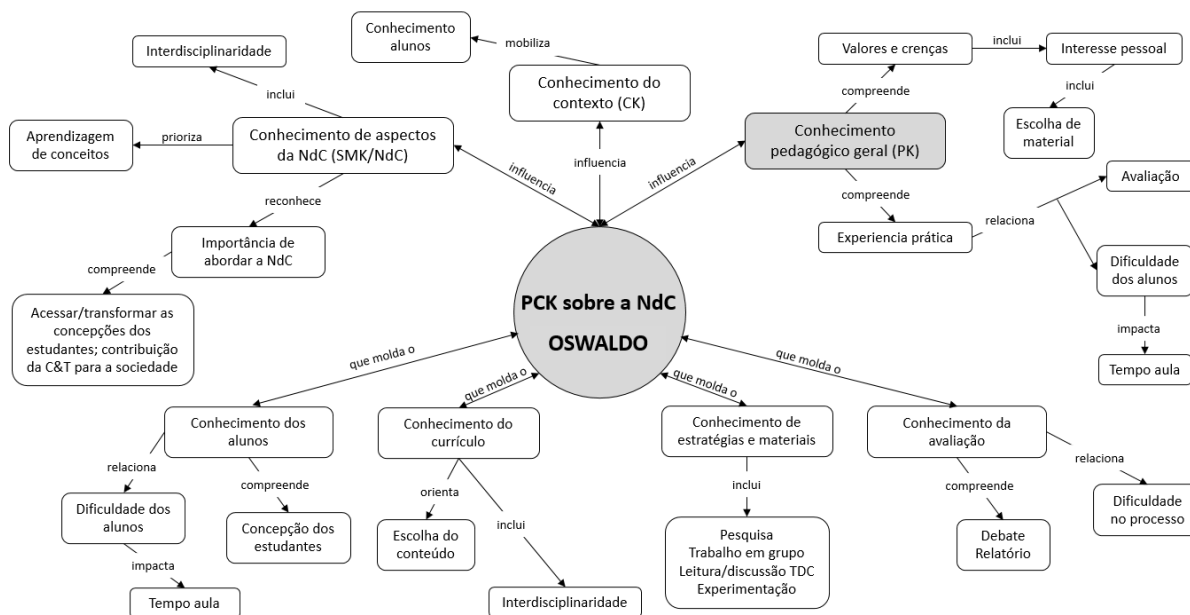
O conhecimento que sustenta o PCK do professor Mário é o PK, que compreende majoritariamente por sua experiência prática e por seus valores e crenças. Aqui relembramos que o professor Mário tem sua formação inicial em Engenharia Química, trabalhando por anos na indústria e iniciando a carreira como docente após aposentado, lecionando há 37 anos as disciplinas de Química e de Física. Isso faz com que as experiências que viveu ao longo da sua vida, tanto como estudante quanto como profissional da indústria, impactem nas orientações para o ensino que carrega consigo.

O PCK resulta de uma transformação das bases de conhecimento de diferentes domínios (MAGNUSSON *et al.*, 1999), portanto a falta de uma delas faz com que ele seja defasado. No caso do professor Mário, observamos a falta de influência do SMK/NdC, o que impossibilita articular esse conhecimento com as demais bases de conhecimento para promover situações de aprendizagem que visem a discussão intencional da NdC em aula. Podemos inferir que o PCK sobre a NdC do professor Mário é incompleto, pois sem uma base sólida de conhecimentos sobre a NdC e sobre a importância de abordá-la em sala, as relações com as demais bases de conhecimento ficam frágeis, uma vez que não há como ensinar com qualidade sem conhecer o assunto a ser ensinado (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2001; CARVALHO; SASSERON, 2018).

A Figura 9 ilustra os conhecimentos que mobilizam o PCK sobre a NdC do professor Oswaldo. De acordo com a análise realizada, a principal influência vem do conhecimento pedagógico geral, que compreende a sua experiência prática de modo a relacionar questões sobre a avaliação e o modo como a dificuldade dos alunos podem impactar o tempo de aula. Além disso, inclui o seu interesse pessoal que orienta a escolha dos materiais, o que relacionamos com os valores e as crenças do professor, uma vez que aquilo representa importância pessoal para ele.

Oswaldo demonstra conhecimento de aspectos da NdC e da importância de abordá-los em sala de aula, apresentando em suas produções a influência do seu SMK/NdC, que inclui a interdisciplinaridade como ponto de referência na abordagem de tais aspectos. Porém, o modo como descreve as propostas criadas não deixam claro como essa abordagem aconteceria, o que impede afirmarmos que houve de modo efetivo a influência do SMK/NdC na construção do seu PCK sobre a NdC. Além disso, as propostas demonstram que o professor prioriza e detalha de modo mais claro como seria a abordagem de conceitos científicos, o que demonstra que sua base de conhecimento sobre a NdC ainda está em construção e a inserção de tais aspectos para a discussão em sala de aula é algo que o professor possui dificuldades.

Figura 9 - Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Oswaldo.



Fonte: Autoria própria.

Quando olhamos para os conhecimentos de materiais e estratégias observamos que o professor apresenta diferentes alternativas em suas propostas, porém não articula de modo claro com a abordagem de aspectos da NdC. Isso corrobora com o que apontamos como dificuldade na articulação das bases de conhecimento para ensinar sobre a NdC, uma vez que não é o uso de uma estratégia específica que irá definir a efetividade de uma ação, mas o propósito de empregá-la para uma finalidade específica (MAGNUSSON *et al.*, 1999), neste caso para a discussão da NdC.

Oswaldo compreende diferentes estratégias de avaliação, como o debate e o uso de relatórios, que se relacionam com as estratégias propostas, porém, também não é possível verificar o modo como tais estratégias permitiriam avaliar aspectos da NdC. Possivelmente a falta de articulação entre as estratégias e como usá-las para avaliar a NdC se dá por uma dificuldade encontrada por ele no processo de avaliação de aspectos da NdC, por ser necessário um outro olhar, segundo ele “mais amplo” com relação ao que se pretende avaliar.

Hanuscin (2010) indica que os professores podem não ter conhecimento suficiente das estratégias para avaliar as ideias dos alunos sobre a NdC. Já Abd-El-Khalick *et al.* (1998) atribuem a dificuldade na avaliação a uma discrepância entre suas práticas e os valores que declaram sobre a importância de ensinar a NdC. Acreditamos que, mesmo com o conhecimento de estratégias de avaliação, se o professor não possuir conhecimento consolidado sobre a NdC e qual a finalidade do seu ensino, haverá dificuldade em articular tais estratégias e os objetivos de ensino e de aprendizado sobre a NdC.

As propostas elaboradas pelo professor Oswaldo permitem identificar que o conhecimento do currículo molda seu PCK sobre a NdC no sentido de orientar o conteúdo a ser abordado, bem como o uso de estratégias que visam a interdisciplinaridade. Elas também permitiram identificar que o conhecimento do contexto mobiliza o conhecimento dos alunos de modo a relacionar suas dificuldades quanto a conceitos anteriores necessários para a aprendizagem, bem como na compreensão das concepções de Ciência dos estudantes, reconhecida por ele como ponto em que a abordagem de aspectos da NdC pode auxiliar a identificar e a desmistificar.

Mesmo tendo conhecimento de aspectos da NdC e da importância de abordá-los para a formação do estudante, o professor demonstrou não articular tais conhecimentos com o conhecimento das estratégias de didáticas, para promover discussões explícitas em sala de aula, e com o conhecimento da avaliação, de modo a avaliar se os objetivos definidos para a abordagem da NdC foram alcançados. Isso indica que, mesmo impactado e consciente do seu SMK/NdC, outros fatores podem ter mitigado a prática desses conhecimentos em suas propostas. Alguns dos fatores apontados por Gess-Newsome (1999) são as exigências do currículo, dos testes padronizados e notas dos alunos, e os valores pessoais do professor.

O PCK sobre a NdC do professor Oswaldo necessita ser fortalecido com conhecimentos e práticas pedagógicas que oportunizem as relações entre as bases de conhecimento que compõem seu PCK. Segundo Hanuscin (2010), o contato com leituras, oficinas e cursos de formação podem servir de insumos para a construção do PCK sobre a NdC, porém é na ação de trabalhar de modo explícito a NdC em sala de aula que ele será fortificado.

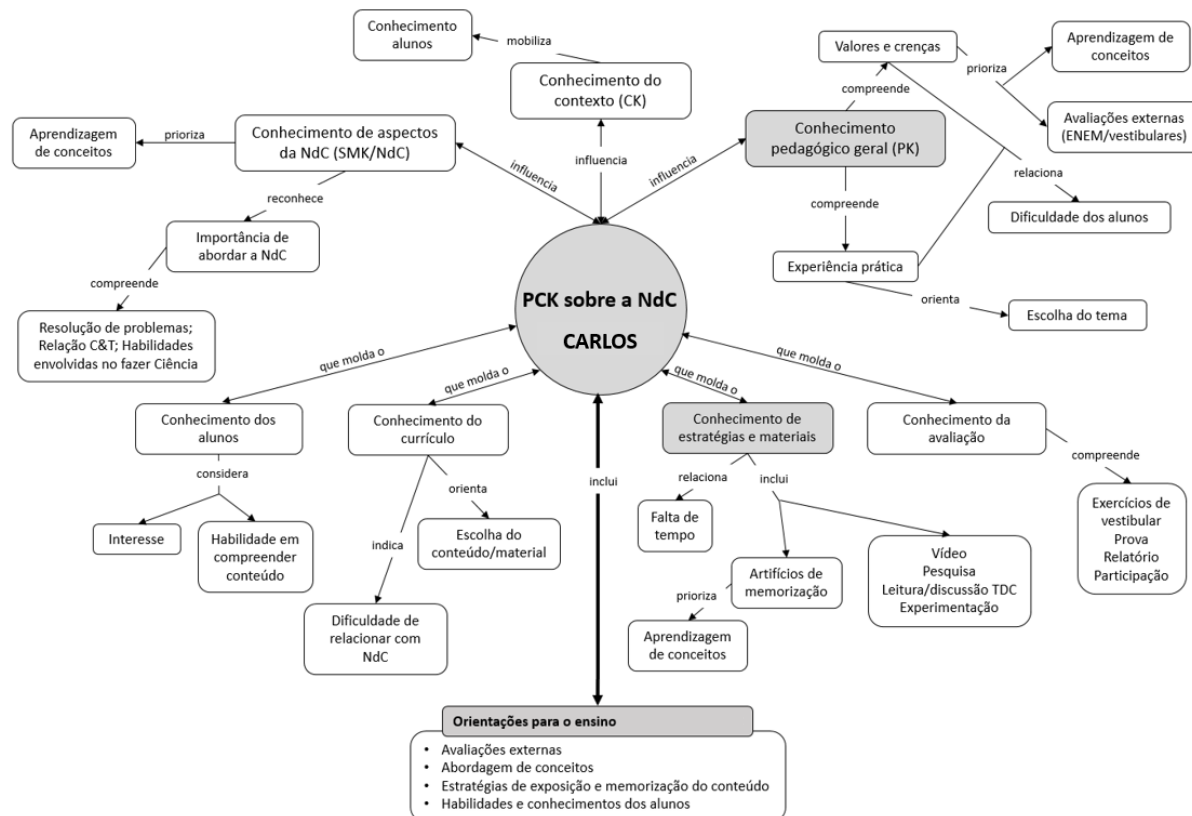
A sistematização dos conhecimentos que mobilizam o PCK sobre a NdC do professor Carlos, representado na Figura 10, foi construída com base nas produções realizadas durante o curso e nas observações da prática pedagógica do professor.

Destacamos a influência do PK do professor Carlos na construção do seu PCK sobre a NdC, que compreende em sua experiência prática como professor para orientar escolhas em sala de aula, bem como na identificação da dificuldade dos alunos com cálculos – que também relacionamos com seus valores e crenças, uma vez que parte de uma pré-concepção do professor de que os alunos terão essa dificuldade, com base na sua experiência pessoal.

Observamos uma relação muito forte do professor com o ensino para as avaliações externas, que orienta sua prática pedagógica e a escolha de conceitos a serem abordados. Tais valores e crenças de um ensino pautado na aprendizagem de conceitos para a aprovação no ENEM/vestibular se sobrepõem em suas propostas e em sua prática à abordagem de aspectos

da NdC. Mesmo que reconheçam a importância de uma nova abordagem, professores experientes tendem a seguir suas orientações inicialmente consolidadas, usando as demandas externas como argumentos que sustentam seus valores sobre os conteúdos e estratégias a serem usados (RODRIGUEZ, 1993).

Figura 10 - Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor Carlos.



Fonte: Autoria própria.

O SMK/NdC do professor Carlos indica que ele compreende o que a abordagem de aspectos da NdC preconiza, reconhecendo a importância de abordá-la junto dos estudantes. Porém, ele não conseguiu articular de modo efetivo em suas produções a inserção de tais aspectos em sala de aula, priorizando a abordagem de conceitos. Na observação de sua prática pedagógica, foi possível observar que houve uma tentativa de abordar a NdC por meio da HC, o que demonstra conhecimento e articulação de estratégias que permitem essa abordagem em sala de aula. Possivelmente, essa abordagem única em aula foi realizada com o intuito de demonstrar para a pesquisadora que estava colocando em prática as ideias do curso.

Tanto as propostas criadas por ele quanto a observação das aulas possibilitaram verificar domínio de estratégias variadas, porém houve a predominância da aula expositiva e de artifícios de memorização de conceitos, relacionando a falta de tempo para outras abordagens, como a de aspectos da NdC, como evidencia o excerto abaixo – resposta à

questão do questionário de avaliação do curso que indagava sobre a possível contribuição do curso para a reflexão sobre a forma como os professores abordam o conteúdo em sala de aula:

Carlos: Sim ajudou, irei relacionar mais o conteúdo com o cotidiano da época, oferecendo uma visão melhor. Pois muitas vezes, devido a carga e o tempo, eu já vou direto ao assunto. (A8)

Além da sua orientação para o ensino, outros fatores observados que influenciam na dificuldade de aceitação de uma nova abordagem pelo professor são: o pouco tempo das aulas, alta demanda de tempo que a preparação levaria e a dificuldade em articular com o currículo vigente. Tais fatores também foram indicados por Gess-Newsome (1999) como motivos pelos quais professores experientes têm dificuldade em desapegar de metodologias e materiais que funcionaram bem ao longo de suas carreiras.

O professor Carlos demonstrou dificuldade em articular o Currículo com os aspectos da NdC a serem ensinados, porém observamos que ele pauta suas aulas no Currículo que não está mais em vigência no Estado de São Paulo, o que pode ter dificultado a elaboração de suas propostas. Porter e Freeman (1986) indicam que professores dificilmente implementarão materiais curriculares que contradigam suas orientações sobre o conteúdo a ser ensinado e como ele deve ser ensinado. O que nos faz refletir a escolha do professor ao antigo Currículo, uma vez que enfatizou em uma conversa durante uma de suas aulas enquanto os alunos finalizavam um exercício:

Carlos: [...] ainda tô com esperança do ano que vem mudar, por causa do itinerário [formativo BNCC] mudar tudo né, mas eu quero ver o vestibular desse ano como que vai ser. [...] porque eu acho interessante e realmente eu não trabalho muito isso não, eu te falo, eu vou meio assim: eu pego o vestibular e vou fazer assim, mas eu acho interessante começar a trabalhar isso. Mas, ainda eu tenho medo, porque a coisa mais gostosa, acredito que acontece isso com você, é o aluno chegar: professor, eu fiz ENEM e lembra daquele exercício, caiu. (Aula 3).

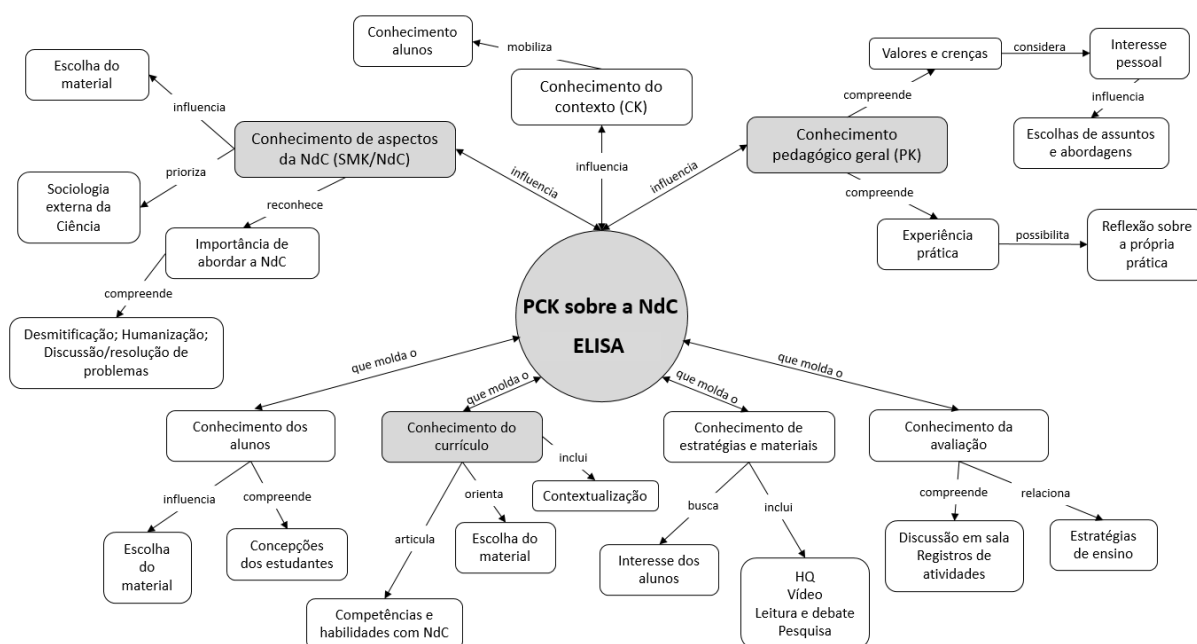
Essa fala indica claramente que o professor Carlos reconhece que as avaliações externas orientam o conteúdo a ser abordado em suas aulas, enquanto o Currículo atual segue uma linha voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades de modo a buscar a educação integral e o protagonismo do estudante, explorando: o uso das metodologias ativas; a investigação científica, no sentido de promover a argumentação e discussão de hipóteses e resolução de problemas; a contextualização dos conteúdos, no sentido de “superar o nível inicial de uma aprendizagem dada apenas pelo contexto imediato, alcançando uma formação que proporcione ao estudante a capacidade de atuar perante sua realidade de maneira efetiva e autônoma” (SÃO PAULO, 2020, p. 134-135).

Por fim, identificamos que as orientações para o ensino que influenciam o PCK sobre a NdC do professor Carlos incluem: as avaliações externas como guia para a escolha de conceitos e de atividades a serem realizadas; a exposição e memorização de conteúdos como estratégia predominante para a abordagem dos conceitos; a experiência prática para definir as estratégias e os conteúdos, bem como para reconhecer os interesses e dificuldade dos estudantes com relação ao conteúdo.

Ressaltamos que no caso do professor Carlos identificamos por meio da observação de suas aulas orientações para o ensino de ciências de modo geral e não específico para a NdC, uma vez que não foi possível observar em sua prática a efetiva articulação da NdC em sala de aula.

A Figura 11 representa a mobilização do PCK sobre a NdC da professora Elisa. É possível observar que existem três bases de conhecimentos que se mostraram mais desenvolvidas em suas produções: o SMK/NdC, o PK e o conhecimento do currículo.

Figura 11 - Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC da professora Elisa



Fonte: Autoria própria.

A professora Elisa demonstrou durante o curso uma percepção de Ciência mais próxima do que é considerado nas pesquisas como uma visão atual e contextualizada da NdC e reconhece a importância de abordá-la em sala de aula. Suas produções demonstram seu conhecimento de aspectos da NdC, que priorizam a abordagem da sociologia externa da Ciência, buscando levar aos alunos discussões que humanizam a Ciência e desmitificam sua

imagem neutra e elitista. Isso faz com que busque materiais que permitam tal abordagem em suas aulas.

A professora demonstrou em suas propostas a influência do seu PK, que compreende a relação com seus valores e crenças ao considerar o interesse pessoal na escolha de assuntos a serem tratados nas aulas, bem como nas abordagens por ela escolhidas. Apesar de ser recém formada, demonstrou que seu PK compreende sua experiência na graduação e em sala de aula que possibilita a reflexão sobre sua própria prática. Isso também foi perceptível em suas respostas ao questionário de avaliação do curso, conforme excerto a seguir.

Elisa: Sou recém formada e o curso contribuiu reforçando o que aprendi na graduação, mostrando o porquê [...]. Durante esse ano que estou atuando no ensino, já abordava mesmo que indiretamente sobre a NdC, mas tinha conhecimento mais sobre a minha área biológica e foi enriquecedor conhecer as demais áreas da natureza.

Segundo Gess-Newsome (1999), professores iniciantes tendem a ter uma orientação inicial mais fraca e flexível, adotando as orientações de manuais curriculares e das referências universitárias. A fala da professora evidencia que o curso de formação reforçou o que havia visto na sua graduação – expandindo para a área de Ciências da Natureza como um todo e não apenas em Ciências Biológicas – e que já vinha fazendo de modo implícito em suas aulas.

Nossa análise permitiu verificar que o conhecimento do currículo da professora Elisa articula as competências e habilidades previstas para o ensino de biologia com a discussão de aspectos da NdC, de modo a orientar a escolha do material a ser usado. Ela inclui a contextualização como um caminho possível na conexão entre conteúdo e abordagem de aspectos da NdC, mas não se limita a tal, lançando mão da discussão e resolução de problemas como foco de sua abordagem.

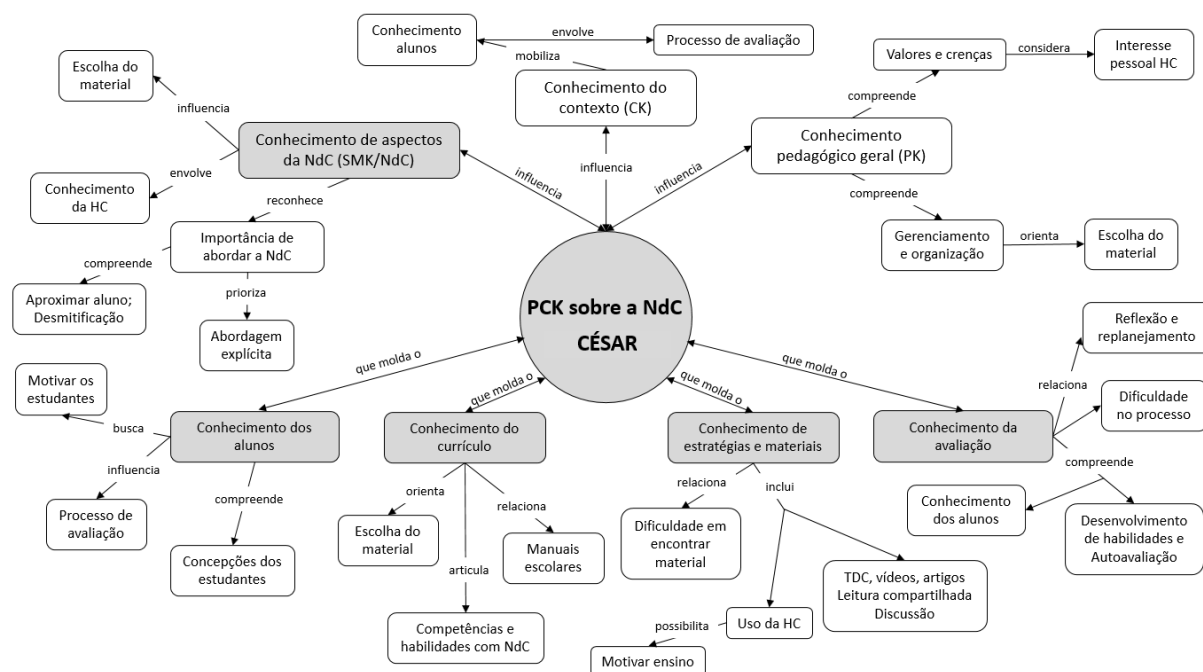
Suas produções permitiram verificar que inclui o uso de estratégias e materiais variados que buscam o interesse dos alunos na participação das aulas – relacionando com o conhecimento dos estudantes. Além disso, demonstrou que as estratégias de ensino se relacionam diretamente com o conhecimento da avaliação, pois pressupõem que tais atividades permitem discutir e evidenciar a concepção dos estudantes.

De modo geral, seu o seu PCK sobre a NdC demonstra principalmente a mobilização: do seu SMK/NdC, que direcionam as principais escolhas quanto a abordagem a ser adotada, os materiais e estratégias escolhidos, bem como os objetivos para ensinar sobre a NdC; do seu PK, que ainda está em construção – já que leciona a apenas um ano – mas indica os seus interesses pessoais como valor que orienta a escolha de assuntos e abordagens, e principalmente, possibilita a reflexão sobre sua prática no sentido de aprimorá-la; do

conhecimento do currículo, uma vez que demonstra conhecimento das orientações curriculares e consegue articular a abordagem de aspectos da NdC com as demandas do Currículo.

O professor César apresentou relações variadas entre as bases de conhecimento que moldam seu PCK sobre a NdC, que podem ser observadas na Figura 12. Os conhecimentos que mais apareceram em suas produções foram: o SMK/NdC, o conhecimento dos alunos, o conhecimento do currículo e o conhecimento de materiais e estratégias.

Figura 12 - Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC do professor César.



Fonte: Autoria própria.

O professor César demonstra, nas propostas criadas, a influência do CK e do PK, porém observamos que o SMK/NdC ficou mais evidente na descrição das atividades. Quanto ao seu SMK/NdC, apresentou uma percepção estereotipada quanto à neutralidade da Ciência no início do curso, porém, ao longo das discussões, foi possível observar que seus conhecimentos se aproximam de uma visão mais próxima considerada mais aceita sobre a NdC. Ele reconhece a importância de abordar a NdC de modo a desmitificar a atividade científica e aproximar o aluno da Ciência, priorizando a abordagem explícita.

Seu interesse pessoal na HC e o conhecimento que tem de episódios da história da física fortalece seus conhecimentos sobre a NdC e influenciam a escolha dos materiais e estratégias a serem utilizados – uma vez que ambas as propostas pedagógicas dele buscavam discutir a NdC por meio da HC. Ao utilizar casos históricos para abordar a NdC é possível: unir contexto histórico, social e filosófico; ter contato com procedimentos de investigação

utilizados em diferentes contextos; exemplificar o desenvolvimento de teorias; melhorar a compreensão da ciência; desenvolver o raciocínio e as habilidades metacognitivas; aumentar a conscientização sobre os relacionamentos entre Ciência, Tecnologia e sociedade (CTS); ilustrar a natureza universal e multicultural da Ciência, bem como contribuir para a integração e coerência do currículo de ciências (HODSON, 2008).

Abell (2007) indica que o conhecimento aumenta com a experiência de ensino e que níveis elevados de conhecimento estão associados a maior confiança do professor e a modos de ensino mais interativos e aventureiros. Identificamos essa característica nas propostas e nas reflexões do professor César ao longo do curso de formação. As propostas criadas por ele foram robustas e envolviam materiais e estratégias variadas para abordar a NdC. Inclusive, ele foi o único professor que aplicou efetivamente a proposta didática criada em sala de aula – no último encontro do curso, ele comentou que havia iniciado com a turma, mas que levaria mais tempo que o planejado:

César: E, ah, sobre a minha aula que você ficou curiosa se eu tinha aplicado, eu comecei essa semana, mas eu já vi que a aula tomou um rumo assim que o tempo não vai ser, eu não vou conseguir em seis aulas, eu vou precisar de mais duas aulas. Então isso é um problema de ajuste, não sei. Mas eu planejei bacaninha tudo, mas fugiu um pouco do tempo. Você falou do problema do tempo, né, realmente, precisa prestar muita atenção. Foi muito legal. (ES7)

O professor demonstrou que consegue articular a abordagem de aspectos da NdC com as competências e as habilidades do currículo, sem deixar de abordar os conceitos científicos previstos. Ele demonstra conhecimento dos manuais escolares – caderno do aluno do Estado de São Paulo e LD – e que tem propriedade para buscar e utilizar materiais que vão além do que eles apresentam como base. Portanto, seu conhecimento do currículo se relaciona diretamente com o conhecimento de estratégias e materiais, pois orienta a escolha e a diversificação de materiais a serem usados nas propostas. Essa característica demonstra que sua orientação para o ensino vai ao encontro do que os manuais escolares preconizam, sem deixar de buscar preencher lacunas ou realizar mudanças quando julgar necessário.

Além disso, o professor César inclui a abordagem da HC como fator motivador para os alunos, relacionando com o conhecimento que possui deles. Tal conhecimento permite que o professor tenha um olhar atento para o processo de avaliação, pois relaciona sua dificuldade em avaliar diferentes estudantes de um mesmo modo. Além disso, foi o único professor que preconizou o desenvolvimento de competências e habilidades pelos alunos no processo avaliativo, bem como a voz do aluno em sua auto-avaliação, articulando a avaliação de

aspectos da NdC por meio de questões reflexivas e observação em sala de aula, como exemplificado no excerto extraído da sua PD:

César: As respostas escritas dos alunos as questões colocadas pelo professor são um guia para verificação de conceitos prévios dos alunos sobre a Ciência e uma forma de verificar a habilidade de leitura e interpretação de texto, prevista na habilidade [EM13CNT201] & [EM13CNT313]. A observação da discussão em sala de aula também complementa a avaliação, que tem como ponto principal o diagnóstico para o planejamento de novas intervenções em sala de aula, de forma a garantir que os alunos possam desenvolver as habilidades previstas no currículo e ter um contato maior com a construção do conhecimento científico. (A6)

Para que os professores sejam capazes de identificar as dificuldades que seus alunos possuem ao aprender sobre a NdC é necessário o uso de estratégias eficazes para avaliar suas ideias (HANUSCIN, 2010), somente assim é possível realizar novas intervenções. Além disso, para que a abordagem explícita da NdC seja eficaz, é necessário que ela seja “[...] intencionalmente planejada, ensinada e avaliada” (LEDERMAN *et al.*, 2001, p. 137), portanto as práticas de avaliação dos professores devem ser consideradas como ponto central na prática pedagógica.

Mesmo sendo um professor experiente, o professor César demonstrou ao longo do curso interesse nas discussões e dedicação na realização das atividades propostas. Possivelmente, isso está atrelado ao fato de que seus valores e crenças sobre o ensino, bem como seus interesses se entrelaçam aos objetivos previstos na abordagem da NdC, fazendo com que encontrasse sentido no que era visto ao longo do curso, reforçando e transformando suas orientações para o ensino de modo a contribuir para a formação de um PCK sobre a NdC que mobiliza bases de conhecimento variadas.

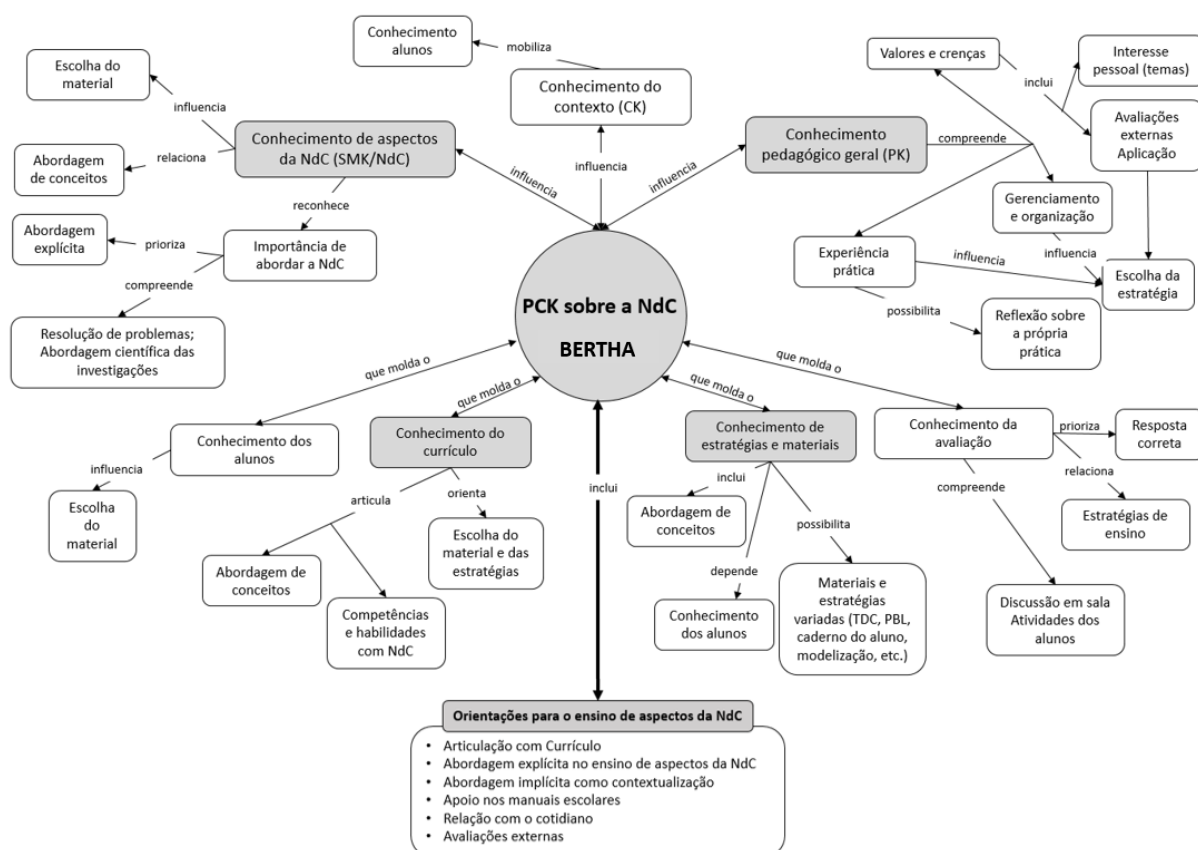
A sistematização da mobilização do PCK sobre a NdC da professora Bertha foi construída com base nas produções realizadas durante o curso de formação e nas observações da sua prática pedagógica. É possível observar, na Figura 13, que ela demonstrou uma série de conexões entre as bases de conhecimento que moldam seu PCK, sendo: o SMK/NdC, o PK, o conhecimento do currículo e o conhecimento de materiais e estratégias, os que se mostraram mais desenvolvidos.

Seu PK compreende seus valores e crenças que incluem: o interesse pessoal em temas a serem trabalhados e os objetivos de ensino que orientam sua prática, que levam em consideração as avaliações externas e a aplicação dos saberes pelos alunos na sua vida. Sua experiência prática possibilita que ela tenha uma flexibilidade no gerenciamento e organização da sala de aula, bem como influencia na escolha de materiais e estratégias a serem usados. Sendo uma professora experiente e com confiança no seu conhecimento do

conteúdo, demonstrou ao longo do curso a reflexão sobre sua própria prática em sala de aula, como exemplificado no excerto abaixo:

Bertha: Já abordava a NdC, o curso contribui para a intencionalidade das ações quando existe a necessidade de abordar a natureza da ciência. [...] na verdade eu preciso reformular algumas abordagens que tenho a rotina de fazer. (A8)

Figura 13 - Conhecimentos que constituem o PCK sobre a NdC da professora Bertha.



Fonte: Autoria própria.

Como evidenciado na fala anterior, a professora já abordava aspectos da NdC em sala de aula, porém sem a intenção de trabalhá-los de forma explícita. No acompanhamento de suas aulas e nas propostas criadas por ela, foi possível perceber que, quando há intencionalidade, a professora Bertha prioriza a abordagem explícita de aspectos da NdC, reconhecendo a importância de abordá-los em sala de aula e traz para discussão uma Ciência contextualizada e humana, que se aproxima do que as pesquisas indicam como uma imagem próxima da Ciência atual. Ela demonstra conhecimento de aspectos da NdC de modo que tais conhecimentos se relacionam diretamente com o conteúdo a ser abordado e influenciam na escolha do material a ser utilizado em sala de aula, o que corrobora com as evidências de Abell (2007) que um SMK elevado e a experiência prática do professor geram confiança na abordagem do conhecimento.

A professora Bertha demonstrou que consegue articular a abordagem de aspectos da NdC com as competências e habilidades do currículo, relacionando os conceitos que podem ser abordados em diferentes temáticas. Seu conhecimento do currículo orienta também a escolha de materiais e estratégias didáticas variadas, guiando-se pelo uso do caderno do aluno e trazendo elementos que conversam com o tema por meio de materiais complementares. Assim, inferimos que o conhecimento do Currículo molda o conhecimento das estratégias e materiais da professora, que também leva em consideração o conhecimento dos alunos na escolha do material a ser usado.

Gess-Newsome (1999) indica que a falta de confiança do professor no conhecimento de um conteúdo específico e a pouca familiaridade com o currículo são fatores que influenciam nas escolhas do professor. O autor destaca ainda que os conteúdos e práticas menos explorados pelos professores, devido a tais fatores, são: “equidade, tecnologia, conhecimento do assunto, atividades práticas de resolução de problemas e a natureza da ciência” (p. 60). Portanto, podemos inferir que o conhecimento do Currículo e a confiança no seu SMK/NdC contribuem para que a professora Bertha mobilize diferentes bases de conhecimento, articulando estratégias variadas para a abordagem explícita da NdC atreladas às demandas curriculares.

Apesar de demonstrar que as estratégias de ensino se relacionam diretamente com o conhecimento da avaliação, pressupondo que tais atividades permitem evidenciar as relações de conhecimento dos estudantes, o foco da sua avaliação ainda se restringe a verificar se o estudante atingiu o conhecimento esperado. Allchin (2011) indica que pesquisadores que criticam a visão de aspectos consensuais da NdC temem que os professores ensinem para o teste, para que os alunos possam responder a perguntas da forma considerada correta. Isso acabaria dificultando o acesso a outras relações que o estudante possa fazer no contexto da NdC e discutir o porquê de determinada percepção frente ao conhecimento científico.

Por fim, as orientações para o ensino de NdC que influenciam o PCK sobre a NdC da professora Bertha incluem: articulação entre conteúdo curricular e aspectos da NdC; abordagem explícita da NdC; abordagem implícita para contextualização de investigações científicas, com foco na abordagem do conteúdo curricular; uso de estratégias e materiais variados, mas com apoio dos materiais curriculares; valores que incluem as avaliações externas e a aplicação do conhecimento no cotidiano dos estudantes, como relevantes nas suas escolhas.

Com a sistematização dos conhecimentos mobilizados, que constituem o PCK sobre a NdC dos professores participantes do curso de formação continuada, foi possível tecer algumas considerações finais, que serão apresentadas a seguir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese se enraíza no fato de que o professor precisa de conhecimentos teóricos e pedagógicos sobre a NdC para sua apropriação e efetiva implementação em sala de aula, uma vez que só é possível discutir determinado assunto tendo conhecimento sobre ele (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2001; CARVALHO; SASSERON, 2018; SHULMAN, 1987) e sobre como ele deve ser ensinado (SHULMAN, 1987).

Muitos professores não foram introduzidos em sua formação, seja inicial ou continuada, aos fundamentos da natureza da ciência, deixando de lado esses assuntos por terem dificuldade de apresentar e tecer discussões (LEDERMAN, 1992) ou, muitas vezes, trazendo consigo concepções ingênuas sobre a ciência e sobre o cientista (PAIXÃO; CACHAPUZ, 2003). Por isso, é fundamental que tenham uma formação que possibilite uma visão ampla e contextualizada da NdC e das formas de inseri-la em sala de aula, para que os estudantes tenham oportunidade de se aproximar da dinâmica da produção do conhecimento científico. Assim, buscamos verificar quais conhecimentos mobilizados por professores, no contexto de um curso de formação continuada, que contribuem para a formação do seu PCK sobre a NdC.

Para isso, foi necessário tomarmos algumas decisões que levaram aos caminhos percorridos nesta pesquisa: a primeira foi a elaboração do curso de formação continuada que permitisse a discussão de aspectos da NdC, tanto sob uma perspectiva teórica quanto na discussão de aspectos práticos sobre como levar para a sala de aula este conhecimento; a segunda foi enfrentar o contexto da pandemia para a implementação do curso com todas as adaptações necessárias para a interação à distância; por fim, a terceira decisão foi encontrar um equilíbrio entre o que era necessário do ponto de vista da pesquisa e formação sobre a NdC dos professores participantes, e as demandas para a parceria com a DERG e a SEDUC, para que o curso de formação continuada fosse possível.

Apesar do consenso nas pesquisa sobre a necessidade de se discutir acerca da NdC em sala de aula de forma a contribuir para a Alfabetização Científica e Tecnológica de estudantes e professores, foi necessário realizarmos uma extensa pesquisa bibliográfica no momento da elaboração do curso de formação continuada, de modo a definir como trazer tais discussões com os professores, uma vez que não há um Currículo que explicita o que é necessário para implementar a discussão de aspectos da NdC em sala de aula (MOURA, 2014).

Pensando na prática pedagógica, partimos de quatro premissas básicas para o planejamento de uma aula sobre qualquer conteúdo: O que ensinar? Como ensinar? Para que

ensinar? Como avaliar? Verificamos tais premissas em pesquisas da área de Ensino de Ciências e apresentamos, no Capítulo 1, a síntese deste levantamento que deu origem ao material teórico base do curso de formação continuada.

Mesmo com todo o material teórico finalizado, fatores que fogem ao nosso controle acontecem na pesquisa. A pandemia da COVID-19 afetou não apenas o modo como a pesquisa seria realizada, mas o próprio conteúdo a ser abordado, os meios a serem utilizados para as atividades e para a coleta de dados e, principalmente, as pessoas envolvidas. Todos os participantes – inclusive a pesquisadora – foram de alguma forma afetados pela pandemia. Ter que lidar com um contexto incerto na vida pessoal e na própria escola em que trabalhamos, lidando com pessoas por meio de distanciamento, uso de máscara no rosto e de álcool nas mãos constantemente, impacta também no âmbito da pesquisa. Talvez, se ela acontecesse de modo presencial, os resultados fossem diferentes – talvez não.

Dentro de um contexto de incertezas, uma coisa era certa, os professores estavam esgotados com as demandas vindas do ensino remoto. Portanto, participar de um curso de formação continuada nesse contexto demandava um interesse pessoal muito grande, seja pelo conhecimento ou pelo uso das horas para evolução funcional. Isso impactou a participação de tais professores, sendo nítido que a Bertha, o César e a Elisa eram os que mais se mostraram participativos e dedicados ao curso. Os demais, apesar de interessados, foram se tornando menos participativos e deixando de realizar as propostas de atividades (ou realizando-as fora dos padrões esperados).

Trabalhar com professores atuantes no Ensino Médio era fundamental nesta pesquisa, uma vez que as ações de formação sobre a NdC acontecem majoritariamente no âmbito da formação inicial (DINIZ; ASSIS, 2022). Com as escolas fechadas e se adaptando ao modelo remoto seria difícil realizar o processo de formação continuada inicialmente estruturado. Portanto, a parceria com a DERG foi uma alternativa para que a pesquisa não sucumbisse.

Essa parceria também gerou alterações na pesquisa, tanto com relação ao conteúdo, que precisava de uma relação explícita com o Currículo Paulista para atender às demandas da SEDUC para aprovação, quanto com relação à estrutura (encontros síncronos e assíncronos) e duração, sugeridos pela PCNP Simone Maia com base na sua experiência com cursos de formação na DERG – de modo a torná-lo mais atrativo para a participação dos professores. Tais alterações contribuíram positivamente para o curso de formação continuada, uma vez que se mostrou essencial para os professores que houvesse uma relação entre a NdC e as demandas do Currículo Paulista.

Tais considerações com relação aos caminhos e mudanças que aconteceram na elaboração e implementação do curso foram detalhadas nos bastidores da pesquisa, apresentada no Capítulo 3. Julgamos essencial apresentar esse contexto, uma vez que o curso de formação continuada foi mais que um momento que proporcionou a coleta de dados da pesquisa, mas possibilitou que os professores tivessem contato com discussões sobre a NdC, trocando informações e conhecimentos que, direta ou indiretamente, irão compor seu PCK sobre a NdC.

Shulman (1987) afirma que o professor precisa ter conhecimento sobre o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado, tendo conhecimento teórico sobre os conceitos e as práticas para transformá-los de modo a atingir as particularidades de seus alunos. O PCK nada mais é que esse conhecimento, que é adquirido ao longo da formação dos professores, das suas vivências e da sua atuação profissional (o conhecimento pedagógico, PK), relacionando o contexto de aprendizagem (o conhecimento do contexto, CK), para abordar um conteúdo específico (conhecimento do assunto, SMK). Ele inclui o conhecimento de como assuntos específicos podem ser “[...] organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e habilidades dos alunos e, em seguida, apresentados para instrução” (MAGNUSSON *et al.*, 1999, p. 96).

Foram apresentadas no Capítulo 2 considerações sobre o conhecimento docente, com base nas pesquisas de Shulman (1986, 1987) e Magnusson *et al.* (1999), que embasaram a análise dos conhecimentos mobilizados pelos professores que contribuem para a formação do seu PCK sobre a NdC. Hanuscin *et al.* (2010) já haviam realizado uma investigação no contexto da formação inicial de professores, utilizando as categorias de Magnusson *et al.* (1999) para propor um modelo de fatores que contribuem para compreendermos o PCK sobre a NdC. Além disso, Schwartz e Lederman (2002) afirmam que o PCK sobre a NdC não se diferencia daquele necessário para ensinar qualquer outro conteúdo específico. Portanto, relacionar o PCK para ensinar um conceito específico de uma disciplina foi adequado para verificar os conhecimentos que compõem o PCK sobre a NdC dos professores no contexto desta pesquisa.

Fundamentados nas categorias de Magnusson *et al.* (1999), foram verificadas as bases de conhecimento que contribuem para a formação do PCK sobre a NdC, sendo elas: o conhecimento sobre a NdC, o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento do contexto, o conhecimento dos alunos, o conhecimento do currículo, o conhecimento de materiais e estratégias instrucionais e o conhecimento da avaliação.

Nossa análise permitiu que verificássemos os conhecimentos mobilizados pelos professores ao longo do curso de formação – considerando as atividades propostas e a transcrição dos encontros – e no acompanhamento da prática pedagógica dos professores Carlos e Bertha. Considerando esses dois contextos da coleta de dados, traremos considerações sobre os conhecimentos que contribuem para a formação do PCK sobre a NdC dos professores participantes desta pesquisa.

Os professores Mário, Oswaldo e Carlos demonstraram em suas produções ao longo do curso dificuldades em planejar situações didáticas que objetivam de modo claro a inserção de aspectos da NdC em sala de aula. Apesar de mobilizarem diferentes bases de conhecimentos, eles apresentaram como principal influência na construção do seu PCK sobre a NdC o conhecimento pedagógico geral (PK), tendo menos influência das demais bases, o que contribui para um PCK defasado (MAGNUSSON *et al.*, 1999).

Ao longo do curso de formação, o professor Mário manifestou conhecimentos sobre a NdC que se aproximam de uma visão estereotipada da construção do conhecimento e da sua relação com a sociedade. Além disso, observamos que ele apresentou dificuldades em compreender o que é uma abordagem pautada na discussão de aspectos da NdC e quais os objetivos desse ensino. Suas produções se baseavam na relação de conceitos com o cotidiano dos estudantes, porém não apresentava vínculo com a NdC. Sua formação inicial é bacharelado em Engenharia Química, trabalhando por anos na indústria, o que pode ter correlação tanto com sua visão de Ciência quanto com sua orientação de ensino.

O professor demonstrou baixa mobilização no conhecimento do currículo, que ficou restrito à orientação de escolha de materiais e estratégias que proporcionam a abordagem dos conceitos, e no conhecimento da avaliação, restringindo-se a estratégias de verificação dos conceitos abordados. Demonstrou conhecimento de estratégias, porém, as mesmas não foram mobilizadas no sentido de trabalhar aspectos da NdC, limitando-se à abordagem de conceitos. Por fim, o conhecimento do contexto e o conhecimento dos alunos demonstram que o professor considera a dificuldade dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem, bem como utiliza dos seus interesses e contexto local para planejar atividades motivadoras para seus estudantes.

Sem a mobilização do SMK/NdC, o professor Mário não conseguiu estabelecer relação entre as demais bases de conhecimento para trabalhar a NdC. Pesquisas como as de Van Driel *et al.* (1998) e Abell (2007) indicam que o conhecimento do conteúdo a ser ensinado é obrigatório para um PCK sólido. Portanto, podemos afirmar que o PCK sobre a NdC do professor Mário é incompleto ou até mesmo inexistente.

Os professores Oswaldo e Carlos demonstraram compreender os objetivos da abordagem de aspectos da NdC, inclusive relacionando a importância de inserir tais discussões em sala de aula. Porém, suas propostas revelaram a pouca mobilização do SMK/NdC, focando na priorização da aprendizagem de conceitos.

Magnusson *et al.* (1999) indicam que o conhecimento específico do assunto é essencial, porém não é suficiente para garantir um ensino eficaz. A incompatibilidade do conhecimento e dos valores entre os diferentes domínios de conhecimento do professor limitam seu PCK. Os autores também apontam que os conhecimentos e os valores servem como filtros pelos quais o professor passa a compreender os componentes do PCK e determinam as bases de conhecimento que predominam em sua prática pedagógica.

Acompanhando a prática pedagógica do professor Carlos foi possível verificar tais conhecimentos e valores que orientam sua prática em sala de aula. As avaliações externas são indicadas pelo professor como guia para a definição de conceitos e estratégias a serem abordados em aula. Dentre as estratégias, a exposição de conteúdo e memorização são predominantes. Sua experiência prática indica que os estudantes têm interesse em prosseguir os estudos, sendo necessária a aprendizagem/memorização de conceitos específicos por meio da realização de atividades voltadas para o ENEM e vestibulares.

Mesmo reconhecendo que a abordagem de aspectos da NdC pode contribuir para a formação dos estudantes, o professor Carlos apresentou dificuldade em relacionar a NdC com o conhecimento do currículo e com o conhecimento da avaliação. Apesar de demonstrar conhecimento de estratégias para abordar aspectos da NdC, não estabeleceu como eles seriam trabalhados, focando na aprendizagem de conceitos. Mesmo reconhecendo a importância de uma nova abordagem, professores experientes possuem dificuldade em realizar mudanças em suas orientações de ensino, utilizando de metodologias que têm se mostrado eficaz ao longo de sua experiência (GESS-NEWSOME, 1999) e se apoiando nas avaliações externas como justificativa (RODRIGUEZ, 1993).

Ainda que dois professores tenham os mesmos conhecimentos, as orientações de ensino de cada um influenciam a importância de algumas práticas em sala de aula (GROSSMAN, 1991). Podemos, então, afirmar que, para o desenvolvimento de um sólido PCK sobre a NdC, é necessário que o conhecimento sobre a NdC seja bem desenvolvido e que os valores e crenças para o ensino de ciências presentes no professor sejam compatíveis com os objetivos para ensinar sobre a NdC.

Os professores César, Elisa e Bertha, por sua vez, criaram propostas didáticas que objetivavam a abordagem explícita de aspectos da NdC. Ao longo do curso, os três

professores demonstraram realizar mais conexões entre as bases de conhecimentos para a construção do seu PCK sobre a NdC. Além disso, mobilizaram o seu SMK/NdC de modo a demonstrar conhecimento de tais aspectos e a sua importância para a formação dos estudantes.

Do grupo de professores participantes do curso de formação, a Elisa era a única recém formada e com pouca experiência em sala de aula. Mesmo assim, ela demonstrou que os conhecimentos e experiências adquiridos na graduação compõem seu conhecimento do currículo e seu conhecimento pedagógico geral, que influenciaram nas escolhas dos temas, materiais e estratégias escolhidos por ela para o planejamento de sua proposta didática.

Gess-Newsome (1999) aponta que professores iniciantes tendem a seguir o currículo como orientador de sua prática, junto das suas referências na Universidade. Acreditamos que o fato de o curso proporcionar a relação da abordagem de aspectos da NdC atrelados ao desenvolvimento das competências e habilidades do Currículo Paulista permitiu que ela se identificasse com a proposta. Além disso, Elisa indicou ter visto conceitos sobre NdC em sua formação inicial e abordá-la de forma indireta em sala de aula, o que indica que seu PCK sobre a NdC foi fortalecido com os conhecimentos sobre a abordagem explícita da NdC.

O professor César se mostrou interessado nas discussões ao longo do curso e criou propostas didáticas complexas, relacionando diversas bases de conhecimento para a formação do seu PCK sobre a NdC. Seu SMK/NdC envolve o conhecimento de episódios históricos, relacionando com as demais bases de conhecimento, como: o conhecimento de materiais e estratégias para a abordagem da HC, inclusive indicando dificuldade em encontrar materiais que auxiliem na abordagem em sala de aula; e com o conhecimento dos alunos, de modo a promover a motivação durante as aulas.

Apesar da HC ser um dos contextos mais utilizados nas pesquisas para abordar a NdC, García-Carmona *et al.* (2012) apontam riscos e dificuldades relacionadas à abordagem histórica, uma vez que ela pode sofrer distorções ou simplificações, tendendo a “estereótipos extremos (mitos de heróis e vilões) ou internalismo excessivo (Ciência descontextualizada) ou externalismo (historicismo científico), etc.” (p. 26). Nascimento *et al.* (2013) reforçam que, como a HC é um dos poucos espaços (ou o mais usado) para a desmitificação da Ciência e por não fazer parte de discussões no cotidiano da população, ela se limita a discussões em tópicos específicos nas disciplinas, em momentos isolados de reflexão, com foco na ciência do passado e pouca contribuição para uma visão contemporânea das relações CTS. Portanto, com o curso de formação, buscamos não enfatizar uma ou outra estratégia, discutindo diversas formas de inserir a NdC em sala de aula, porém os valores e interesses do professor César o

conduziu para o uso da HC como meio de abordar a NdC em suas propostas, sendo enfatizada em suas falas ao longo do curso.

Destacamos que o professor César foi o único professor que mobilizou o conhecimento da avaliação de modo a demonstrar em suas propostas coerência entre os objetivos para ensinar sobre a NdC e a verificação do alcance de tais objetivos, incluindo a percepção do estudante sobre seu processo de aprendizagem e o uso da avaliação como diagnóstico para reflexão e (re)planejamento da sua prática. Pesquisas com as de Hanuscin *et al.* (2010) e Silva (2018) têm indicado que, mesmo com conhecimento de estratégias eficazes para ensinar sobre a NdC, os professores possuem conhecimentos insuficientes para avaliar a eficácia da aprendizagem, não por desconhecerem estratégias de avaliação, mas por não conseguirem aplicá-la de modo eficiente para avaliar aspectos da NdC.

Por sua vez, a professora Bertha indicou já trabalhar com a NdC em sala de aula, mesmo sem conhecer a terminologia “Natureza da Ciência” e sem ter intencionalidade em suas ações. Ao longo do curso ela demonstrou refletir sobre o modo como trazia aspectos da NdC, inclusive no sentido de reformular falas e estratégias.

Seu SMK/NdC demonstrou conhecimentos sólidos que se relacionam com a demais bases de conhecimento na formação do seu PCK, como: o conhecimento pedagógico geral que compreende os valores e a experiência prática da professora em suas escolhas; o conhecimento do currículo, de modo a articular a NdC ao Currículo Paulista e à abordagem de conceitos; o conhecimento de materiais e estratégias variados que permitem a inserção explícita da NdC em sala de aula.

A abordagem explícita de aspectos da NdC tem sido indicada como a mais eficaz para discutir a NdC, proporcionando aos estudantes oportunidades para refletir e repensar suas ideias, discutindo os pontos fortes e as limitações com as dos demais colegas (SCHWARTZ; LEDERMAN, 2002). A professora demonstrou nas propostas criadas e na sua prática pedagógica que, quando possui intencionalidade em trabalhar os aspectos da NdC, ela os articula de modo explícito com os estudantes, questionando suas visões e instigando a discussão de diferentes ideias e pontos de vista. Segundo Abell (2007), quanto maior o SMK do professor e sua experiência no ensino, maior será a confiança para ensinar o conteúdo, fazendo-o de modo interativo e preciso.

Entretanto, quando o foco é o conteúdo, Bertha utiliza da abordagem implícita para contextualização, podendo reforçar, inclusive, visões distorcidas e estereotipadas da construção do conhecimento científico, uma vez que não houve intencionalidade e cuidado em abordar a NdC. Por isso, é importante aprofundamento de estudos sobre a NdC na

formação continuada de professores, uma vez que permitirá que as ideias dos professores sejam externalizadas, discutidas e aprimoradas.

Com isso, verificamos que, quanto mais consolidado for o SMK/NdC, maior será a confiança do professor para abordar aspectos da NdC, fazendo-o de modo explícito e reflexivo. Além disso, pesquisas como as de Van Driel *et al.* (1998) e Abell (2007) indicam que o conhecimento do assunto (SMK) é essencial para um PCK sólido. Portanto, sem conhecimento sobre a NdC, o PCK para ensiná-la é defasado, uma vez que o professor terá dificuldade em articular os demais conhecimentos para abordar a NdC de forma intencional e eficaz em sala de aula.

Entretanto, o PCK não pode ser visto como componentes separados, mas como constituído da integração recíproca das diferentes bases de conhecimento (MAGNUSSON *et al.*, 1999). Assim, quanto mais conhecimentos forem mobilizados e maior a relação entre as diferentes bases de conhecimento, mais robusto será o PCK sobre a NdC e mais eficazes serão as propostas para a discussão deste assunto em sala aula, fato verificado nesta pesquisa com os professores César, Elisa e Bertha.

Ao verificar os conhecimentos mobilizados pelos professores que contribuem para a formação do seu PCK, observamos que o conhecimento do contexto (PK) foi o menos mobilizado. Como o curso aconteceu em um contexto a parte do vivenciado pelos professores em seu trabalho, acreditamos que isso tenha influenciado a baixa expressividade do PK. Houveram momentos em que o conhecimento do estudante veio à tona, como suas dificuldades e interesses, e o local onde a escola se situa, que pode influenciar na escolha das estratégias a serem usadas.

Em contrapartida, a base de conhecimentos mobilizada com mais intensidade por todos os professores foi o conhecimento pedagógico geral (PK). Segundo Gess-Newsome (1999), ele combina questões relacionadas à organização e ao gerenciamento de sala de aula, os princípios e objetivos educacionais, aos valores e crenças pessoais sobre o ensino, bem como a própria experiência prática adquirida ao longo da sua carreira. Portanto, o fato de ser o conhecimento mais mobilizado pelos professores é natural, pois é reflexo de suas práticas pedagógicas associadas ao conteúdo específico a ser ensinado – no caso a NdC – que serão transformadas no PCK sobre a NdC.

Observamos que o conhecimento do currículo é de extrema importância na formação do PCK sobre a NdC, pois é ele que norteia (em parte) as decisões sobre o que ensinar. O Currículo Paulista e a própria BNCC não apresentam explicitamente o termo “Natureza da Ciência” e não sugerem como incorporá-la ao conteúdo. Mesmo quando as habilidades

viabilizam a abordagem de aspectos da NdC, os objetos de conhecimento (conteúdo) se restringem à enumeração de conceitos científicos a serem abordados, cabendo ao professor realizar a articulação entre conteúdo e aspectos da NdC que podem ser incorporados para trabalhar aquela habilidade. Portanto, é necessário conhecimento sobre a NdC (SMK/NdC) bem desenvolvido para reconhecer e articular tais questões em sala de aula.

A abordagem efetiva de aspectos da NdC depende também do conhecimento de estratégias e materiais (curriculares ou não). Observamos que os professores têm repertório variado quanto a eles, porém, conhecer uma estratégia não é suficiente para utilizá-la na abordagem de qualquer assunto. Abell (2007) indica ser necessário conhecimento do assunto e conhecimento dos alunos para que se tenha objetividade no uso de determinada estratégia. Assim, para abordar aspectos da NdC é necessário SMK/NdC para articular de modo a abordar a NdC efetivamente em sala de aula e não correr o risco de deixá-la fora da situação didática proposta. Além disso, dependendo do contexto dos estudantes, dos seus conhecimentos e interesses, o uso de uma ou outra estratégia pode ser mais indicado.

O conhecimento dos estudantes também foi pouco mobilizado pelos professores, aparecendo como segundo plano na escolha de estratégias ou na reflexão sobre suas dificuldades e motivações, possivelmente pelo mesmo motivo pelo qual o contexto também foi pouco explorado pelos professores – o curso aconteceu em um ambiente isolado do contexto da sala de aula. Segundo Magnusson *et al.* (1999), o conhecimento e as crenças existentes nos estudantes devem servir como ponto de partida para sua aprendizagem, direcionando a prática pedagógica em sala. Isso só é possível quando os estudantes têm espaço para colocar suas ideias, quando a avaliação promove situações para verificar onde o professor precisa atuar.

Com isso, chegamos ao conhecimento da avaliação que, embora presente nas propostas dos professores e em suas reflexões, não indicou uma relação efetiva entre os objetivos da aprendizagem de aspectos da NdC e os objetivos a serem avaliados. O foco muitas vezes recaía na avaliação dos conteúdos e não indicava o impacto da instrução na compreensão de aspectos da NdC pelos alunos, por exemplo, semelhante ao verificado por Hanuscin *et al.* (2010) e Abd-El-Khalick *et al.* (1998). Isso acontece, pois, é necessário conhecimento consolidado sobre a NdC e a finalidade do seu ensino para que o professor consiga articular de modo adequado as estratégias para avaliar e os objetivos de ensino e de aprendizado sobre a NdC.

Magnusson *et al.* (1999) apontam que professores com conhecimento diferenciado e com integração entre as bases de conhecimento terão mais habilidade para planejar e executar

aulas que auxiliem no desenvolvimento do entendimento dos alunos, se comparado aos que apresentam conhecimento limitado e fragmentado. Portanto, para um PCK sobre a NdC bem estruturado e que possibilite a criação de situações didáticas que contribuam efetivamente para discussão de aspectos da NdC em sala de aula, possibilitando o contato dos estudantes com uma visão mais contextualizada e dinâmica da produção do conhecimento científico, é necessário que as diferentes bases de conhecimento sejam mobilizadas pelo docente. Porém, é essencial a consolidação do SMK/NdC, que servirá como guia na articulação dos demais conhecimentos. Sem ele, os demais conhecimentos perdem o sentido, pois precisam da lente do objeto de conhecimento que será ensinado para orientar a escolha das estratégias didáticas que possibilitarão sua abordagem ou de um processo avaliativo que possibilite verificar as ideias sobre a NdC dos estudantes, por exemplo.

Além do conhecimento sobre a NdC e dos conhecimentos de diferentes domínios que se transformam no PCK sobre a NdC, verificamos ser fundamental o alinhamento dos objetivos de ensino e de aprendizagem sobre a NdC com os valores e crenças do professor sobre o Ensino de Ciências. De acordo com Magnusson *et al.* (1999) a “incompatibilidade dos conhecimentos e crenças existentes nesses domínios, com o conhecimento e as crenças desejados, limita necessariamente o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo desejado” (p. 121).

Os valores e as crenças dos professores são filtros por meio dos quais eles compreendem as diferentes bases de conhecimento que formam o PCK, determinando como seus componentes são utilizados na prática pedagógica. Observamos, por exemplo, que as avaliações externas definem as escolhas curriculares do professor Carlos, quanto ao conteúdo, as estratégias de ensino e de avaliação. O que vai ao encontro de Magnusson *et al.* (1999), que verificou que o uso de estratégias em sala de aula é influenciado pelos valores e crenças que orientam a prática pedagógica de tais professores, que resistem mudá-las para corresponder a novas abordagens.

Os autores ainda assinalam que os valores e crenças do professor impactam diversos componentes do PCK, indicando “[...] a transformação do conhecimento geral em conhecimento pedagógico do conteúdo não é uma questão direta de ter conhecimento; é também um ato intencional em que os professores escolhem reconstruir sua compreensão para se adequar a uma situação.” (MAGNUSSON *et al.* 1999, p. 111). Assim, mesmo tendo conhecimento do currículo, de estratégias didáticas, da avaliação, dos alunos, do contexto e da própria NdC, o PCK sobre a NdC só se consolidará em práticas efetivas se estiverem de acordo com os valores e crenças que orientam a prática pedagógica do professor.

Apesar de ser uma construção que se dá por meio da experiência no ensino (GROSSMAN, 1990; ABELL, 2007), o PCK pode ser aprimorado por meio de cursos de formação, oficinas e atividades de desenvolvimento profissional (VAN DRIEL *et al.*, 1998; GESS-NEWSOME, 1999). Partindo dessa premissa, acreditamos que o curso de formação continuada que promovemos foi além de meio para verificar os conhecimentos mobilizados pelos professores que formam seu PCK sobre a NdC, mas possibilitou que os participantes aprimorassem seu PCK sobre a NdC por meio das discussões realizadas.

Notamos que os professores que apresentaram maior participação e com melhor predisposição para a realização das atividades, Bertha, Elisa e César, foram aqueles que mobilizaram mais bases de conhecimentos na formação do seu PCK sobre a NdC, apresentando os conhecimentos de modo mais integrado, indo ao encontro dos achados de Silva (2018). Além do engajamento nas discussões e estudos promovidos pelo curso de formação, consideramos que esses professores possuem uma trajetória pessoal e profissional que contribui para sua visão sobre a NdC, fortalecendo seu SMK/NdC e tecendo relações mais fortes entre as demais bases de conhecimento.

A professora Elisa é recém formada e demonstrou que teve contato com discussões sobre a NdC já na Universidade. O fato de lecionar há pouco tempo (menos de um ano) faz com que seu PCK e suas orientações para o Ensino de Ciências ainda estejam em construção, uma vez que as demais bases de conhecimento ainda estão se formando ao longo de sua prática docente. Seus valores e crenças sobre o ensino ainda podem ser moldados por meio do seu conhecimento, do seu entorno profissional e das suas ações em sala de aula, sendo primordial para sua consolidação os primeiros anos de exercício efetivo na educação (GEES-NEWSOME, 2015).

O professor César mostrou ter conhecimento de episódios da História da Ciência e interesse em estudar sobre o assunto. Com isso, demonstrou abertura às discussões do curso, participando ativamente, procurando informações além do que era apresentado, especialmente na preparação da proposta didática da A6.

A professora Bertha, por sua vez, tem uma trajetória profissional diferenciada: teve contato com a produção científica já na graduação, o que contribuiu para a sua percepção de Ciência; além de professora, também é coordenadora da área de Ciências da Natureza na escola de ensino integral onde atua, o que a coloca em uma posição ativa de liderança da equipe, tendo que realizar formações, se inteirar do currículo, guiar reuniões e mediar conflitos e ações com os professores da área (pontos que foram observados no dia a dia da pesquisadora na escola). Suas vivências podem contribuir para essa abertura dada aos

conhecimentos discutidos no curso, bem como sua experiência com os modos de produção da Ciência, dentro das Ciências Biológicas, que deram subsídio para suas reflexões e para a robustez do seu SMK/NdC.

As experiências pessoais e profissionais podem ser determinantes para a percepção de NdC dos professores e para a determinação de suas orientações para o Ensino de Ciências, impactando na receptividade dos conhecimentos abordados ao longo do curso de formação e na própria aceitação dos professores. Os professores Mário, Carlos e Oswaldo demonstraram um PCK sobre a NdC frágil, principalmente pela pouca influência do SMK/NdC.

Quanto ao professor José Leite, nem mesmo ousamos realizar a sistematização dos seus conhecimentos, pois ele apresentou atividades que não se relacionavam com o que estava sendo solicitado no curso, por exemplo, a proposta didática enviada não foi criada com a intenção de abordar a NdC, mas se tratava de um plano de aula que o professor usava em suas aulas, e foi enviado após cobranças da pesquisadora, pois o não envio impossibilitaria sua certificação no curso de formação. Isso demonstra que ele não foi receptivo aos conhecimentos discutidos no curso de formação, seja por falta de interesse ou de tempo para um estudo efetivo, de modo que não demonstrou construções efetivas de conhecimento sobre a NdC, não sendo possível identificá-la em suas produções.

Um desafio do curso de formação continuada, mesmo com a participação voluntária dos professores, foi a receptividade e a efetiva participação com o objetivo de construir conhecimento e não apenas receber a certificação final para a contagem de horas. A demanda pessoal e profissional dos professores é exaustiva e implica, muitas vezes, deixar de lado momentos de formação em que poderiam se aprofundar nas discussões que enriquecem seus conhecimentos e suas aulas, realizando o mínimo para alcançar a evolução funcional.

Já o professor Mário trabalhou anos na indústria como engenheiro, tendo contato com uma construção de conhecimento mais técnico que se entrelaça e se confunde muitas vezes com a construção do conhecimento científico, mas que está mais preocupada com a criação de produtos. Isso faz com que sua percepção de Ciência seja neutra, utilitarista, individualista e elitista. Sua experiência de anos na indústria e na educação, sendo nessa última de 37 anos, torna seus conhecimentos sobre a produção de conhecimento científico e sobre o Ensino de Ciências tão arraigados, que uma única ação em um curso de formação não é suficiente para provocar mudanças.

Autores como Magnusson *et al.* (1999) e Smith e Neale (1991) indicam que é necessário que os professores se incomodem com suas visões de ensino e sejam desafiados a adquirir novos valores e crenças, compatíveis com as visões de ensino que uma determinada

abordagem propõe. Assim, são necessários esforços desde a formação inicial para que os futuros professores tenham contato com os conhecimentos sobre a NdC e as formas de abordá-la em sala de aula.

Uma vez que partimos da concepção de que a NdC é um metaconhecimento formado por reflexões de domínios híbridos provenientes da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência (MCCOMAS; OLSON, 2002; ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007), é necessária a criação de uma disciplina que trabalhe a NdC como um corpo de conhecimento específico na área – não resumindo-a a disciplinas sobre a HC ou a Filosofia da Ciência.

Porém, não basta que a teoria seja apresentada para que o estudante se aproprie de um conceito, caso a prática demonstre uma visão contraditória. As disciplinas específicas nos cursos de graduação (Química Geral, Biotecnologia, Física, aulas experimentais, Práticas de Ensino, etc.) devem promover a vivência do conhecimento científico como um processo de construção, permitindo que o estudante possa refletir sobre esse processo e não apenas receber o produto pronto e acabado. O incentivo à Iniciação Científica e à participação em pesquisa no momento da formação inicial também pode contribuir para que o futuro professor construa seu SMK/NdC, mesmo que de forma implícita.

Gess-Newsome (2015) indica que a base das orientações para o ensino do professor é construída na graduação e nos primeiros anos como professor. Portanto, tais esforços são necessários para que os futuros professores possam chegar à sala de aula com conhecimentos que os permitam refletir acerca da NdC, percebendo-a como um campo mutável, assim como o próprio Ensino de Ciência. Isso pode, inclusive, torná-los mais receptivos a mudanças, sejam dos métodos ou do currículo, no Ensino de Ciências.

Entretanto, não devemos deixar os professores já atuantes sem subsídios para tais reflexões e mudanças. Cursos de formação continuada podem contribuir para a formação do PCK sobre a NdC, especialmente quando o participante é receptivo ao conhecimento e reconhece sua importância para os estudantes, conforme foi verificado no curso em questão, como nos casos dos professores Bertha, César e Elisa.

Como limitação desse curso, reforçamos o fato de que, para professores que apresentam valores e crenças sobre o Ensino de Ciências e sobre a própria NdC enraizados devido há anos de experiência, uma única ação não se mostrou suficiente para provocar mudanças efetivas no seu PCK. Acreditamos que, para os professores em exercício, são necessários momentos variados que provoquem a insatisfação com suas orientações atuais, bem como o fortalecimento de seu SMK/NdC. Algo que pode contribuir para tal é a presença explícita da NdC no Currículo, uma vez que se apresentada de modo claro e objetivo aos

professores, como um conteúdo a ser ensinado, deverá ser considerada no planejamento das aulas dos professores e da área de Ciências da Natureza como um todo.

Desse modo, para que a NdC seja considerada como um conhecimento a ser ensinado, indo além do mero contexto para o ensino de determinado conceito, é necessário que: a formação inicial dos professores atue como base para a formação do PCK sobre a NdC, fortalecendo o SMK/NdC e ampliando suas orientações para o Ensino de Ciências; o Currículo explicita a NdC como objeto de conhecimento a ser ensinado, tornando mais claro o que pode ser discutido em sala de aula para aqueles que possuem dificuldade de enxergar além do conceito científico a ser trabalhado; a formação continuada de professores (cursos, orientações técnicas, etc.) atue no sentido discutir em diferentes momentos questões relacionadas à NdC e à Alfabetização Científica, de modo a promover reflexões sobre o ensino e provocar certa insatisfação com seus valores e crenças iniciais.

Appleton (2006) também sugere ser necessário um nível de apoio para auxiliar os professores a desenvolverem seu próprio repertório pedagógico para ensinar e avaliar aspectos da NdC. Como muitos não possuem prática em realizar estratégias que possibilitem a discussão na NdC em sala de aula, Hanuscin (2010) indica que materiais curriculares educativos e/ou provenientes de pesquisas que desenvolveram e aplicaram situações de aprendizagem no ensino podem ser instrumento de apoio ao professor, que pode utilizar tais materiais em suas aulas, adaptá-los para o contexto desejado e, até mesmo, se inspirar para novas criações com base em seus conhecimentos e experiência prática. Portanto, cursos de formação continuada, além de possibilitar a reflexão sobre a NdC e sua importância para a formação do estudante, também deve trazer exemplos concretos de como o professor pode inserir a NdC em sala de aula, contribuindo com o aumento do repertório de estratégia de ensino e avaliação, bem como para o PCK sobre a NdC dos professores.

Por fim, sintetizamos a seguir as principais conclusões obtidas por meio da sistematização dos conhecimentos que contribuem para a formação do PCK sobre a NdC mobilizados pelos professores participantes do curso de formação continuada:

- I. Quanto mais desenvolvido for o conhecimento de aspectos da NdC, mais relações são estabelecidas com as demais bases de conhecimento, contribuindo para práticas pedagógicas que articulem o currículo com a abordagem de aspectos da NdC de modo explícito e reflexivo.
- II. Quando o professor tem seus valores e crenças de uma educação científica pautada na aprendizagem de conceitos, ele possui dificuldades em realizar a abordagem de aspectos da NdC (mesmo que tenha conhecimento sobre tais aspectos), pois acaba

priorizando os conceitos científicos e trazendo a NdC em segundo plano, de modo implícito, ou nem contemplando-a em sua prática pedagógica.

- III. Se o currículo não apresentar a NdC como “algo a ser ensinado” de modo claro e objetivo o professor que possui um PCK sobre a NdC mais frágil não conseguirá identificá-la, deixando tais discussões fora de sala de aula.
- IV. O conhecimento de materiais e estratégias variados que possibilitam a abordagem de aspectos da NdC é essencial ao professor, mas não suficiente para que realize a inserção de tais aspectos de modo explícito e reflexivo em suas aulas.
- V. A avaliação de aspectos da NdC precisa estar associada aos objetivos de ensino que se deseja alcançar com a abordagem da NdC. Além disso, os professores precisam de um apoio no sentido de compreenderem a avaliação como um processo de devolutiva sobre o ensino.
- VI. O conhecimento do contexto e dos alunos é essencial para a decisão de estratégias de ensino, pois possibilita conhecer a dificuldade e os interesses dos alunos de modo que o professor possa (re)planejar sua prática.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but... **Journal of Science Teacher Education**, v. 12, n. 3, p. 215-233, 2001.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International journal of science education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.
- ABELL, S. K. Research on science teacher knowledge. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Handbook of research on science education**. Routledge, 2007, p. 1105-1149.
- ACEVEDO, J.A. Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 355-386, 2009.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, n. 5, v. 2, p.134-169, 2008.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. El movimiento Ciencia, tecnología y sociedad y la enseñanza de las ciencias. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2002. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>. Acesso em 29 jan. 2020.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.
- ACHIAM, M. Didactic transposition: From theoretical notion to research programme. In: **biannual European Science Education Research Association Conference**. Copenhagen, U. O, 2014.
- AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.
- AIKENHEAD, G. S. Review of research on humanistic perspectives in science curricula. In: **4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the Quality of Science Education**, Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003.
- AIKENHEAD, G. S. Science: A way of knowing. **The Science Teacher**, v. 46, n. 6, p. 23-25, 1979.
- AIKENHEAD, G. S. **Teaching Science through a Science-Technology-Society-Environment Approach: An Instruction Guide**. SIDRU Research Report No. 12.

Saskatchewan Instructional Development and Research Unit, Faculty of Education, University of Regina, Regina, Saskatchewan, Canada S4S 0A2, 1988.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). **Science education**, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.

AKERSON, V. Y.; DONNELLY, L. A. Teaching Nature of Science to K-2 Students: What understandings can they attain? **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 1, p. 97-124, 2010.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, v. 25, n. 03, p. 396-404, set./dez. 1996.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. Coleção Primeiros Passos, Brasiliense, São Paulo, 4a ed. 2004.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Educ. Livraria da Física, Fapesp, 2004. p. 49-73.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALMEIDA, B. C.; JUSTI, R. O caso histórico Marie Curie: investigando o potencial da história da ciência para favorecer reflexões de professores em formação sobre natureza da ciência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 351-373, 2019.

ANDRÉ, M. E. D. A. Desafios da pesquisa sobre a prática pedagógica. In: V ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Lindóia. **Anais...Lindóia: Endip**, 1998.

APPLETON, K. Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers. **Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice**, p. 31-54, 2006.

BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 115-130, jan./abr. 2018.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

BIGHETTI, R. C. História da Ciência e Livro didático: Robert Boyle e o PNLD 2018- 2020. 2019. 147f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONFIM, B. G. **O Princípio de Conservação da Energia nos Livros Didáticos: uma análise de conteúdos**, 2014. 89 f. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

BONNEY, C. R.; KEMPLER, T. M. ZUSHO, A.; COPPOLA, B. P.; E PINTRICH, P. R. (2005). Student learning in science classrooms: What role does motivation play? In.: ALSOP, S. **Beyond cartesian dualism: encountering affect in the teaching and learning of science**. Netherlands: Springer, p. 83-97, 2005.

BORGES, R. M. R. **Em debate:** cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018. 2018b. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622>. Acesso em: 08 jul. 2020.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências** (Temas de Investigação, 26), Ministério da Educação, Lisboa, 2002.

CALDERHEAD, J.; ROBSON, M. Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom practice. **Teaching and Teacher education**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 1991.

CALDERHEAD, James. Teachers: Beliefs and knowledge. In.: BERLINER, D.; CALFEE, R. (eds.), **Handbook of Educational Psychology**, p. 709-725, New York: Macmillan, 1996.

CAMPOS, L. M. L.; MIRANDA, E. M.; KAPP, A. M.; SILVA DINIZ, R. E. Perspectivas para a educação científica: o que dizem especialistas da área de ensino de ciências. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 771-786, 2019.

CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (org.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 15-24.

CARDOSO, D.; NORONHA, A.; WATANABE, G.; GURGEL, I. Texto Jornalístico sobre Ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 229-251, 2015.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. O Saber Fazer do Professor. In: Castro, A. D. e Carvalho, A. M. P. **Ensinar a Ensinar**. São Paulo: Pioneira, 2001.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**. v. 32, n. 94, São Paulo, set./dez., 2018.

CARVALHO, G. S. de; CLÉMENT, P. Projecto “Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania”: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, 2007.

CARVALHO, L. M. A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-posições**, v. 12, n. 1, p. 139-150, 2001.

CHAUÍ, M. Convite à Filosofia. São Paulo: Editora ática. 2000.

CHEVALLARD, Y. (1991) **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Ensigné**. Grenoble, La pensée sauvage, 1991.

CIVIERO, P. A. G.; LIVRAMENTO, S.; OLIVEIRA, F. P. Z.; FRONZA, K. R. K. Uma análise dos livros didáticos de matemática e física: intersecções de temas de História e Filosofia da Ciência. In: 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, **Atas eletrônico...** Florianópolis, SC, 16 a 18 nov. 2016.

- CLÉMENT, P. Didactic transposition and the KVP model: conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. **Proceedings summer school ESERA**, Braga, Portugal, p. 9-17, 2006.
- CUNHA, R. B.; PRADO, G. V. T. A produção de conhecimento e saberes do/a professor/a pesquisador/a. **Revista Educar**, Curitiba, n. 30, p. 251-264, 2017.
- CUPANI, A. A objetividade científica como problema filosófico. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Florianópolis, n. 06 (número especial), p. 18-29, jun. 1989.
- CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 353-371, 2006.
- CURY, H. N.; SILVA, P. N. da. Análise de erros em resolução de problemas: uma experiência de estágio em um curso de licenciatura em matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2008.
- DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, v. 25, n. 1-2, p. 147-164, 2016.
- DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DANTAS, C. R. da S.; MASSONI, N. T.; SANTOS, F. M. T. dos. A avaliação no Ensino de Ciências Naturais nos documentos oficiais e na literatura acadêmica: uma temática com muitas questões em aberto. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 25, p. 440-482, 2017.
- DENG F.; CHEN D. T.; TSAI C. C.; CHAI C. S. Students' views of the nature of science: A critical review of research. **Science Education**, v. 95, n. 6, p. 961-999, 2011.
- DINIZ, N. de P.; ASSIS, A. Inserção da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma revisão (2015-2020). **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 2, 2023.
- DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. Concepções de estudantes sobre cientistas: (re)construções a partir da leitura de um texto de divulgação científica. XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. **Atas...**, Ouro Preto, MG, 2014.
- DINIZ, N. P.; REZENDE JUNIOR, M. F. Percepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência e o trabalho científico nas produções acadêmicas da área de educação em ciências. **EDUCERE: Revista de Educação da UNIPAR**, v. 19, p. 29-71, 2019.
- DRIVER, R.; LEARCH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. **Young people's images of science**. Buckingham, UK: Open University Press. 1996.
- EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: da Teoria à Sala de Aula**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2006. p. 3-21.
- ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar**, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000.
- FABRICIO, C. M.; AIRES, J. A. Concepções de Ciência e desenvolvimento científico nos Livros Didáticos de Química. In.: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Atas...** Florianópolis, SC, 25 a 28 jul. 2016.

FERNANDES, D. Avaliação, aprendizagens e currículo: para uma articulação entre investigação, formação e práticas. In: Raquel Barbosa (Org.) **Formação de educadores: Artes e técnicas – Ciências e políticas**, p. 15-36, São Paulo: Editora UNESP, 2006.

FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Traduzido por Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves S.A., 1977.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 1ª ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M.A. Comprensión de los Estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis de estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n.1, p.23-33, 2012.

GATHONG, S.; CHAMRAT, S. Pre-service teachers' teaching practice of science technology society environment (STSE) learning approach integrated nature of science during internships. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, 2019. p. 030004.

GESS-NEWSOME, J. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: BARRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. Routledge, 2015. p. 38-52.

GESS-NEWSOME, J. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Springer Netherlands, 1999. p. 51-94.

GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOUVÊA, G. **A divulgação científica para crianças: o caso da Ciência Hoje das Crianças**. 2000. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: esta é a questão? **Psico.: Teoria e Prática**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

GURGEL, I.; WATANABE, G. **A Elaboração de Narrativas em aulas de Física: a aprendizagem em Ciências como manifestação cultural**. Coordenação: Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2012.

HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. L. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. **Science Teacher Education**, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2010.

HICKS, D.; HOLDEN, C. Exploring the future: a missing dimension in environmental education. **Environmental Education Research**, London, v. 1, n. 2, p. 185-193, 1995.

HODSON, D. **Towards scientific literacy**: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science. Brill Sense, 2008.

HOFFMANN, J. L.; NAHIRNE, A. P.; STRIEDER, D. M. Um diálogo sobre as concepções alternativas presentes no ensino das ciências. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 3, p. 90-101, 2017.

<http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/67/64>

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

IRZIK, G.; NOLA, R. New directions for nature of science research. In: **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 999-1021.

KATO, D.S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KHISHFE, R.; LEDERMAN, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 395-418, 2006.

KHISHFE, R.; LEDERMAN, N. G. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 8, p. 939-961, 2007..

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de Metodologia Científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 29ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

KRASILCHIK, M. Formação de professores e ensino de Ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (org.) **Formação Continuada de Professores de Ciências no contexto ibero-americano**. Nupes. 1996. p. 135-170.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, p. 19-32, 2018.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 12ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAKATOS, I. Uma Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Org.) In: **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**: quarto volume das atas do Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965. Tradução de Octavius Mendes Cajado. São Paulo: Cultrix: ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

LAMIM-GUEDES, V. A pandemia e a educação a partir de (auto)biografia de professores e professoras. In.: LAMIM-GUEDES, V. (Org.). **A docência em primeira pessoa**: relatos sobre a educação básica e superior durante a pandemia Covid-19. Editora na Raiz: São Paulo, SP, 2023.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEACH, J.; HIND, A.; RYDER, J. (2003). Designing and evaluating short teaching interventions about the epistemology of science in high school classrooms. **Science Education**, v. 87, n. 6, p. 831-848, 2003.

LEDERMAN, N. G. La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. **Enseñanza de las ciencias**, v. 36, n. 2, p. 5-22, 2018.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, Present, and Future. pp. 831-880. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). **Handbook of research on science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N. G. The state of science education: Subject matter without context. **Electronic Journal of Science Education**, v. 3, n. 2, p. 1-6, 1998. Disponível em: <<https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7602>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

LEDERMAN, N. G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L., & SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again?. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. 1, n. 1, p. 6, 2019.

LIMA, L.M.S. Motivação em sala de aula: A mola propulsora da aprendizagem. In: SISTO, F.F; OLIVEIRA, G.C; FINI, L.D.T. (Orgs.) **Leitura de psicologia para formação de professores**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000.

LUCKESI, C. C. Considerações gerais sobre avaliação no cotidiano escolar. Entrevista concedida à Aprender a Fazer, publicada em IP – Impressão Pedagógica, publicação da Editora Gráfica Expoente, Curitiba, PR, nº 36, 2004, p. 4-6. Disponível em: https://rfp.sesc.com.br/moodle/pluginfile.php/434/mod_folder/content/0/Avaliacao_cotidiano_escolar.doc?forcedownload=1#:~:text=A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20n%C3%A3o%20%C3%A9%20um,da%C3%AD%20a%20poss%C3%ADbilidade%20da%20amea%C3%A7a. Acesso em: 09 jul. 2022.

MACHADO, J. V. V.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Percepções sobre a Natureza da Ciência e o papel do Cientista de estudantes do Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 4, 2017.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Examining pedagogical content knowledge**. Springer Netherlands, 1999. p. 95-132.

MAINARDES, J. Avaliação da aprendizagem na alfabetização. In: CRUZ, M. C. S., BORBA, R. E. S. R. (Orgs.). **Ciclo de palestras**: volume 1. Recife: Editora UFPE, 2016. p. 109-125.

- MANSOUR, N. Science-technology-society (STS) a new paradigm in science education. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.
- MASON, J. Mixing methods in a qualitatively driven way. **Qualitative Research**, v. 6, n. 1, p. 9-25, 2006.
- MATTEDI, M. A sociologia da pesquisa científica: o laboratório científico como unidade de análise sociológica. **Teoria & Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 51-69, 2007.
- MATTHEWS, M. R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: **Advances in nature of science research**. Springer, Dordrecht, 2012. p. 3-26.
- MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: **The nature of science in science education**. Ed. MCCOMAS, W. F. Springer, Dordrecht, 1998. p. 3-39.
- MCCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In: MCCOMAS, W. F. (ed.): **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. Science & Technology Education Library book series, Kluwer Academic Publishers, v. 5, 2002. p. 41-52.
- MCDANIEL, J. E. Close encounters: How do student teachers make sense of the social foundations. In: **annual meeting of the American Educational Research Association**, Chicago, 1991.
- MCKERNAN, James. **Curriculum action research: A handbook of methods and resources for the reflective practitioner**. Psychology Press, 1996.
- MILLER, J. D. Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. **Deadalus**. v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. **Análise textual discursiva**. 2ªed. Revisada, Ijuí, RS: Unijuí, 2011.
- MORAES, W. R. **História e Natureza da Ciência no Ensino de Biologia**: perfil e concepções de professores em serviço e de materiais didáticos. 2016. 230 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, p. 101-136, 2003.
- MORINE-DERSHIMER, G.; KENT, T. Research contributions to general pedagogical knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Springer Netherlands, 1999. p. 21-50.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- MOTA, G. P. R.; GONTIJO, G. B.; OLIVEIRA, J. R. S. A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 953-983, 2017.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

- NASCIMENTO, H. H. F.; ALMEIDA, M. A. V.; CAMPOS, A. F. Desenvolvimento conceitual na formação inicial de professores de Química: evolução de concepções sobre a natureza da ciência orientada por um programa em História da Química. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.
- NOUVEL, P. **Filosofia das Ciências**. Tradução de Milton Eduardo Scachett; Vanina Carrara Sigrist. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013.
- OSBORNE, J.; SIMON, S.; COLLINS, S. Attitudes toward science: a review of the literature and its implications. **International Journal of Science Education**, n. 25, p. 1049-1079, 2003.
- PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudança na Prática de Ensino da Química pela Formação dos Professores em História e Filosofia das Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 18, 2003.
- PARK, S.; CHEN, Y. C. Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. **Journal of research in science teaching**, v. 49, n. 7, p. 922-941, 2012.
- PECHULA, M. R.; GONÇALVES, E. M.; CALDAS, G. Divulgação científica: discurso, mídia e educação. Controvérsias e perspectivas. **Redes. com: revista de estudios para el desarrollo social de la Comunicación**, n. 7, p. 201-212, 2013.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Tensions and Opportunities: A Baseline Study of Teachers' Views of Environmental Education. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 9, n. 3, p. 265-283, 2014.
- PERRENOUD, P. **Avaliação: Da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 1931. Traduzido por Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix: ed. da Universidade de São Paulo, 1975.
- PORTER, A. C.; FREEMAN, D. J. Professional orientations: An essential domain for teacher testing. **The Journal of Negro Education**, v. 55, n. 3, p. 284-292, 1986.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, p. 51-74, 2006.
- RODRIGUEZ, A. J. A dose of reality: Understanding the origin of the theory/practice dichotomy in teacher education from the students' point of view. **Journal of Teacher Education**, v. 44, n. 3, p. 213-222, 1993.
- ROSA, M. I. P.; LUDWIG, B. E.; WIRTH, I. G.; FRANCO, P. C.; DUARTE, T. F. Os cientistas nos desenhos animados e os olhares das crianças. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

SANTOS, D. B. S. **Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de Química**. 2017, 159p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTOS, D. B. S. dos. **Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de Química**. 159p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTOS, J. R. V.; DALTO, J. O. Sobre Análise de Conteúdo, Análise Textual Discursiva e Análise Narrativa: investigando produções escritas em Matemática. **Anais do V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, M. E. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares**. O que temos? O que queremos. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, M. E. V. M. **Desafios pedagógicos para o século XXI**. Suas raízes em fontes de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte. 1999

SANTOS, M. Uso da História da Ciência para favorecer a compreensão dos estudantes do Ensino Médio sobre ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n.2, p. 641-668, 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista: etapa Ensino Médio**. 2020. 301p. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2020.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica como objetivo do ensino de ciências. 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_05.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G. “It's the nature of the beast”: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 39, n. 3, p. 205-236, 2002.

SERNA-ROSELL, C.; VILCHEZ-GONZALEZ, J. M. Estereotipos científicos: percepción del alumnado de un centro de adultos de Granada (España). **Rev. Cient.**, Bogotá, n. 32, p. 169-182, ago. 2018. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.14483/23448350.12799>>. Acesso em: 24 set. 2020.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 735-768, 2019.

SILVA, B. V. da C. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física**.

2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018.

SILVA, C. M. da. **Análise de conhecimentos e habilidades sobre natureza da ciência de professores de Química em formação inicial durante participação em um grupo colaborativo**. 2016. 224f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

SILVA, J. L. P. B.; DE MORADILLO, E. F. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 4, p. 28-39, 2002.

SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 1, p. 1-12, jul. 2002.

SILVA, M. A. A Fetichização do Livro Didático no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 37, n. 3, p. 803-821, 2012. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/edreal/v37n3/06.pdf>>. Acesso em maio de 2020.

SILVA, V. L. **Condições de trabalho, presenteísmo e absenteísmo em professores da rede pública**. 2017. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SMITH, D. C.; NEALE, D. C. The construction of subject-matter knowledge in primary science teaching. In.: BROPHY, J. **Advances in research on teaching**, v. 2, p. 187-244, 1991.

SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. Concepções de ciência de um grupo de licenciandas em Pedagogia e suas relações com o processo formativo. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 945-957, 2015.

SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. Concepções de ciência de um grupo de licenciandas em Pedagogia e suas relações com o processo formativo. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 945-957, 2015.

SOUZA, G. A. P. **Influências de uma Política Pública Educacional na transformação de uma obra didática de Química**. 2016. 174p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007, 223 p.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 3685-3690, 2013.

THOMAS, G.; DURANT, J. Why Should we Promote the Public Understanding of Science? In: **Scientific Literary Papers: A Journal of Research in Science, Education and Research**, 1987. Disponível em: <http://mirror.mit-ocw.sbu.ac.ir/courses/science-technology-and-society/sts-014-principles-and-practice-of-science-communication-spring-2006/readings/durant_promote.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

UNESCO. A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação – Texto baseado na "Conferência Mundial sobre Ciência, Santo Domingo, 10-12 mar, 1999" e na "Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico, Budapeste, 1999". Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003, 72p.

VAN DRIEL, J. H.; BERRY, A.; MEIRINK, J. Research on science teacher knowledge. In: **Handbook of research on science education**. Routledge, 2014. p. 848-870.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; de VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of research in science teaching**, n. 35, p. 441-461, 1998.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Evidencias e implicaciones para su enseñanza. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 34, n. 1, p. 1-37, 2004.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; APONTE, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; MONTESANO, M. Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula. **Educación química**, v. 25, p. 190-202, 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A.; ANTONIO, J.; DÍAZ, A.; ROMERO, P. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. **Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.

VIANNA, D. M.; CARVALHO, A. M. P. Bruno Latour e contribuições da antropologia da ciência: aspectos para o ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, v. 10, n. 1, p. 14-19, 2001.

VIANNA, H. M. Fundamentos de um programa de avaliação educacional. **Meta: Avaliação**, v. 1, n. 1, p. 11-27, jan./abr. 2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and language**. Tradução de Alex Kozulin. MIT Press: Cambridge, Massachusetts, 1986.

YAGER, R. E. (Ed.). **The status of science-technology-society reform efforts around the world**. ICASE, 1992.

ZANCAN, G. T. Educação Científica: uma prioridade nacional. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, vol. 14, n. 3, p. 03-07, jul./set., 2000.

ZEMBAL-SAUL, C.; STARR, M. L.; KRAJCIK, J. S. Constructing a framework for elementary science teaching using pedagogical content knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education**. Springer Netherlands, 1999. p. 237-256.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO.

FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO DO CURSO: Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula - 1ª Edição/2021

Caro(a) professor(a),
Para participação no curso de formação "Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula", que acontecerá no período de 04 de setembro a 23 de outubro de 2021, é necessário:

1. Preencher os campos indicados como obrigatório (marcados com *);
2. Aceitar todas as regras de participação e certificação, dispostas no item "Termo de Aceite";
3. Assinalar o "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido";
4. Pressionar o botão "Enviar" ao final do formulário de inscrição.

Como haverá limite de vagas de acordo com a ordem de inscrição, o(a) professor(a) deverá inscrever-se no curso apenas se tiver interesse e disponibilidade para realizá-lo.

Todos(as) aqueles(as) que se inscreverem serão notificados via e-mail institucional com a confirmação da inscrição até o dia 01 de setembro de 2021.

*** Indica uma pergunta obrigatória**

Nome Completo: *

Sua resposta

RG: *

Sua resposta

CPF: *

Sua resposta

Data de Nascimento: *

Data

dd/mm/aaaa

e-mail institucional (obrigatório) *

Seu e-mail institucional (domínio @prof.educacao.sp.gov.br) será utilizado para cadastro no ambiente virtual do Google Classroom para acesso ao curso de formação.

Sua resposta

Telefone (opcional)

Sua resposta

e-mail pessoal (opcional)

Sua resposta

Formação/Graduação *

Informar o(s) curso(s) de graduação em que é formado; exemplo: Licenciatura em Ciências Biológicas; Bacharelado em Física; Engenharia Química; Pedagogia; etc.

Sua resposta

Realizou especialização ou pós-graduação? Se sim, qual? *

Sua resposta

A quanto tempo leciona? *

Aqui você pode considerar o tempo que leciona no setor público e privado.

Sua resposta

Quais disciplinas leciona? *

☐ Biologia

☐ Física

☐ Química

☐ Matemática

☐ Ciências

☐ Outro: _____

Por que o interesse em participar deste curso de formação? *

Sua resposta

Faço parte do público-alvo descrito no regulamento:

☐ Sou Professor(a) da Educação Básica II na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Física, Química ou Biologia) da rede estadual paulista do segmento do Ensino Médio, ativo(a) na SED no ano de 2021 vinculado(a) à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá.

☐ Sou Coordenador(a) da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da rede estadual paulista do segmento do Ensino Médio, ativo(a) na SED no ano de 2021 vinculado(a) à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá.

☐ Sou Coordenador(a) geral na rede estadual paulista do segmento do Ensino Médio com formação na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ativo(a) na SED no ano de 2021 vinculado(a) à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá.

☐ Sou Coordenador(a) na rede estadual paulista do segmento do Ensino Médio com formação na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ativo(a) na SED no ano de 2021 vinculado(a) à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá.

Próxima Página 1 de 4 Limpar formulário

Termo de Aceite

Assinando este termo estou ciente que:

a. O curso será realizado no período de 04 de setembro a 23 de outubro de 2021.

b. O curso será promovido de forma virtual, com momentos de reflexão síncronos por meio de encontros em sala virtual no Google Meet. As atividades virtuais síncronas do curso somarão 21 horas e a carga horária EAD abrangerá 36 horas, totalizando 57 horas.

c. A validação do curso se dará pelo desempenho suficiente em todas as etapas do mesmo, bem como: pela frequência e participação nas atividades de 75% dos encontros virtuais síncronos (aos sábados das 9h00 às 12h00); execução de 100% das atividades remotas assíncronas (EAD); preenchimento do questionário inicial e do formulário final de avaliação do curso.

d. O cursista será considerado desistente se não atingir a participação mínima em 75% dos encontros virtuais síncronos aos sábados e não desenvolver 100% das atividades semanais nos prazos estipulados.

e. A Diretoria de Ensino - Região Guaratinguetá emitirá certificado ao participante regularmente inscrito, com frequência e participação mínima em 75% dos encontros virtuais síncronos, que tenha executado 100% das atividades EAD e com aproveitamento considerado satisfatório.

Estou ciente de todas as regras de participação e certificação descritas no regulamento do curso e resumidas acima. *

Regulamento completo: <https://drive.google.com/file/d/11P4nZJH5pVtJy1tSO4LxRfQAS7k4x/view?usp=sharing>

☐ Estou ciente.

Voltar Próxima Página 2 de 4 Limpar formulário

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Caro(a) professor(a), o curso ao qual você demonstra interesse em participar está dentro do contexto da pesquisa de doutorado "ABORDANDO A NATUREZA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA: contribuição para a formação de professores".

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), desta pesquisa. No caso de você concordar em participar, favor assinalar ao final do documento.

Sua participação não é obrigatória e não afeta sua participação no curso de formação. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação à pesquisadora, a instituição ou à sua participação no curso de formação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e e-mail da pesquisadora principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

TÍTULO DA PESQUISA: ABORDANDO A NATUREZA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA: contribuição para a formação de professores.
PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Natália de Paiva Diniz, e-mail: ndiniz@prof.educacao.sp.gov.br, telefone: (12)981936608.

Um dos desdobramentos desta pesquisa é verificar se o processo de formação continuada, por meio do curso "Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula", contribui para a prática pedagógica do professor. Para isso, é importante que a pesquisadora acompanhe (observando de forma a não interferir) as aulas de alguns professores no período em que o curso de formação estiver acontecendo. Esta observação é estritamente para verificar se o curso de

formação possibilita alguma mudança na prática diária em sala de aula e não tem como objetivo avaliar o professor participante. Caso haja possibilidade, você autoriza a observação das suas aulas pela pesquisadora?

Observação: devido a disponibilidade de tempo, serão selecionados de forma aleatória apenas 2 professores para a realização da observação, por isso, a autorização não garante que o acompanhamento acontecerá.

☐ Sim

☐ Não

☐ Gostaria de saber mais antes de me decidir

Voltar

Próxima

Página 3 de 4

Limpar formulário

Dou meu consentimento livre e esclarecido para participar como voluntário do projeto de pesquisa supracitado, sob a responsabilidade da Pesquisadora Natália de Paiva Diniz, doutoranda no curso de Pós-Graduação em Ciências da Universidade Estadual Paulista.

Assinalando o campo "concordo com a participação na pesquisa", estou ciente de que: 1) O objetivo do estudo é verificar o impacto decorrente de um processo de formação continuada, que visa a discussão sobre a Natureza da Ciência e formas de abordá-la em sala de aula, na prática pedagógica dos professores da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. 2) Durante o estudo serão realizadas coletas de dados por meio de

questionários que buscam explorar as concepções dos professores sobre a natureza da ciência, gravações dos encontros de formação e da prática do professor. 3) Este estudo oferece risco mínimo de constrangimento, pela não obrigatoriedade de identificação dos participantes. 4) Minha participação virá beneficiar o estudo e o aprofundamento das questões relacionadas a abordagem de aspectos relacionados à Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. 5) Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação na referida pesquisa. 6) Estou livre para interromper, a qualquer momento, minha participação na pesquisa, sem prejuízos à minha participação no curso de formação. 7) Meus dados pessoais serão mantidos em sigilo, bem como os resultados gerais obtidos através da pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos do trabalho, expostos acima, incluída sua publicação na literatura científica especializada. 8) Poderei contatar o Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual Paulista da Faculdade de Ciências – Campus de Bauru, para apresentar recursos ou reclamações em relação à pesquisa através do endereço Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, bairro Vargem Limpa Bauru, São Paulo, CEP: 17033-360; através do telefone (14) 3103-6075 ou do e-mail cepesquisa@fc.unesp.br.

☐ Concordo a participação na pesquisa.

Para saber mais sobre a pesquisa e a etapa de observação, a pesquisadora entrará em contato pelo e-mail ou telefone cadastrado no formulário de inscrição.

Voltar

Enviar

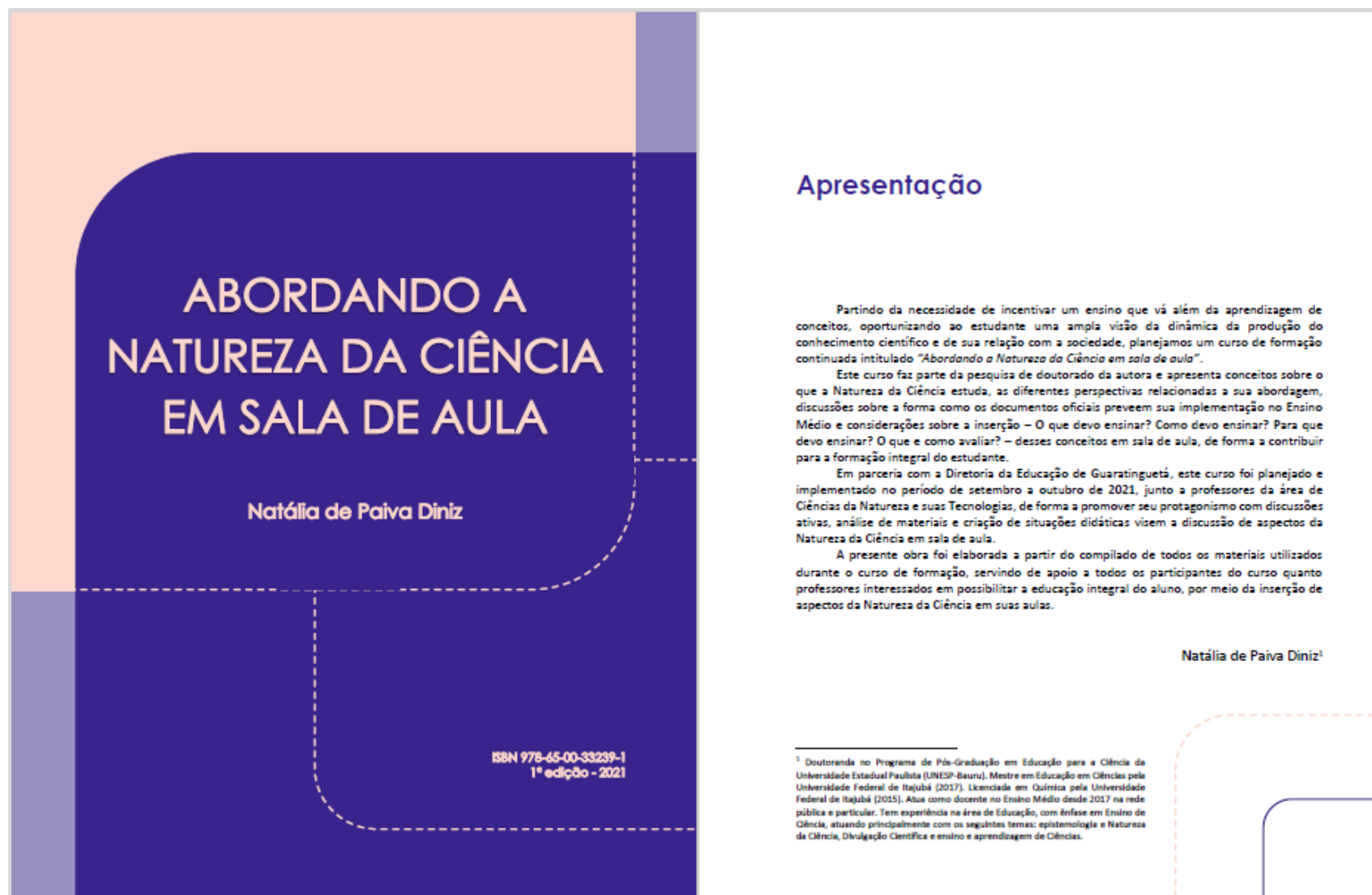
Página 4 de 4

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em SEDUC. [Denunciar abuso](#)

APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO ELABORADO PELA PESQUISADORA.



Sumário

Apresentação	3
Módulo 1: Conceitos sobre a Natureza da Ciência	6
Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos	8
A NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio	15
Módulo 2: Considerações para inserção da NdC em sala de aula	18
Para que ensinar?	18
O que ensinar?	22
Como ensinar?	28
Abordagem implícita versus explícita	28
Contexto para abordagem da NdC em aulas de ciências	29
Materiais	29
Estratégias	38
Como avaliar?	45
Considerações sobre a avaliação de aspectos da NdC em sala de aula	47
Módulo 3: Currículo em ação	49
Relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula	50
Referências Bibliográficas	61

Módulo 1

Conceitos sobre a Natureza da Ciência

O termo *Natureza da Ciência* (a partir de agora denominado pela sigla NdC) é popular entre pesquisadores da área de Ensino de Ciências, embora seja pouco disseminado no meio escolar, sendo mais conhecido por seus sinônimos: construção do conhecimento científico, ideias sobre Ciência, epistemologia da ciência, entre outros. Encontrar um único termo que a defina um conceito complexo é extremamente ingênuo, por isso, trazemos neste primeiro módulo do curso um panorama geral de conceitos sobre NdC apresentados na literatura para guiar as discussões que realizaremos em nossos estudos.

Lederman (2007), um dos principais autores nesse campo de estudo, indica que a "NdC normalmente se refere à epistemologia da ciência, à Ciência como uma maneira de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento." (p. 833). Essa definição já havia sido apresentada pelo autor em 1992 e retrata de forma muito geral tal conceito.

McComas, Clough e Almazora (1998) apresentam a NdC como uma "arena híbrida fértil" (p. 4), pois combina elementos da história, sociologia e filosofia da ciência e da ciência cognitiva, como a psicologia, para descrever o funcionamento da Ciência, o trabalho dos cientistas, como um grupo social, e a forma como a própria sociedade dirige e reage às atividades científicas.

Para Moura (2014), a NdC "envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência". Compreendê-la "significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada" (p. 33). O autor destaca que a NdC abrange tanto questões internas da Ciência, como as relativas aos métodos de produção do conhecimento científico, quanto externas, como a influência de elementos sociais, históricos, culturais, religiosos e políticos.

Acevedo-Díaz et al. (2007) apresentam a NdC como um "metac conhecimento sobre a Ciência que decorre das reflexões interdisciplinares feitas a partir da filosofia, história e sociologia da ciência por especialistas dessas disciplinas e, também, por alguns ilustres cientistas" (p. 43-44). Dessa forma, o autor indica que a NdC reflete não apenas os métodos de validação do conhecimento científico, mas a própria natureza da comunidade científica, os valores envolvidos na Ciência, a sua relação com a tecnologia e com a sociedade, bem como a própria relação da sociedade com o sistema tecnocientífico.

Trataremos então por *Natureza da Ciência* as reflexões sobre a construção do conhecimento científico, os métodos de validação desse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades da Ciência, as relações com a Tecnologia, considerações sobre a comunidade científica, as relações da sociedade etc. Um metaconhecimento² formado por reflexões interdisciplinares feitas a partir da filosofia, história e sociologia da ciência por especialistas dessas disciplinas e, também, por cientistas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007). Dessa forma, a Figura 1 representa uma visão de como as reflexões das diferentes áreas contribuem para a nossa compreensão da NdC.

Figura 1 - Áreas que contribuem para a compreensão da natureza da ciência.



Fonte: adaptado de McComas e Olsen (2002, p. 30).

Mas essas áreas auxiliam nas reflexões sobre a NdC?

A epistemologia é o estudo do conhecimento, e se dedica ao estudo das origens e dos processos de construção da Ciência, tendo como objeto de investigação a maneira pela qual o conhecimento é adquirido, aderido ou rejeitado (Nouvel, 2013). As discussões desse estudo buscam “extrair regras bastante gerais e que se aplicam, para além das disciplinas particulares, à compreensão da atividade científica” (NOUVEL, 2013, p. 20). Ela se diferencia da filosofia da ciência, que não discute o processo de construção do conhecimento científico de uma forma geral, mas domínios específicos do conhecimento e como delimitá-lo, como reflexões sobre o que é ciência, o que é química, ou mais precisamente, um campo específico em determinado limite de tempo – como as reflexões sobre o modelo atômico de Dalton. Levando em consideração a classificação de Nouvel (2013), essa “forma de considerar a filosofia das ciências aparece assim, imediatamente, vinculada às bases da produção efetiva do cientista” (p. 21).

A sociologia da ciência compreende declarações relacionadas a quem são os cientistas, como e onde trabalham, como agem e produzem o conhecimento, dentre outros aspectos ainda distantes dos manuais escolares (MCCOMAS; OLSEN, 2002; VIANNA; CARVALHO, 2001; MOTA *et al.*, 2017). Embora empreguem perspectivas teóricas diversas, os sociólogos tendem a utilizar a

² Entendemos o metaconhecimento como reflexão sobre o processo de conhecimento. A NdC como um metaconhecimento, realiza a compreensão de várias áreas do conhecimento e reorganiza esse conhecimento criando novos conceitos, um conceito próprio por ela estudado, renovando a compreensão sobre a ciência.

pesquisa de campo, o convívio direto com os cientistas e suas práticas (MATTEDI, 2007), o que permite um contato com o dia a dia do pesquisador, a descrição sistemática das formas como ele atua e a análise de seu comportamento, como um grupo social – a comunidade científica.

A história da ciência é o estudo “das formas de elaboração, transformação e transmissão de antigos conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e a sociedade, [...] em diferentes épocas e culturas” (BELTRAN *et al.*, 2014, p. 17-18). Assim, ela traz contribuições sobre a forma como a produção do conhecimento vem se modificando com o tempo.

Considerar a NdC como sendo um campo formado pelas reflexões do cruzamento entre as teorias filosóficas, sociológicas, epistemológicas e históricas, traz uma percepção mais ampla e contextualizada sobre Ciência, sendo essa perspectiva que devemos nos apoiar ao abordá-la em sala de aula.

Porém, uma descrição geral sobre a NdC, como a descrita acima, não revela características mais detalhadas acerca do que está envolvido para compreender este conceito. Para isso, precisamos ir além, estudando e buscando conhecer as diferentes perspectivas que contribuem para as discussões sobre a NdC: a de que existe um conjunto de aspectos consensuais a respeito da NdC; e a que não considera a existência de um consenso sobre esses aspectos.

Diferentes perspectivas na abordagem da NdC: consensos e dissensos

Mesmo não havendo uma unanimidade sobre os aspectos a se considerar na abordagem da NdC em sala de aula, existe um consenso de que percepções que favorecem uma imagem estereotipada da Ciência – ligada à visão positivista³ – devem ser evitadas na educação em ciências, por contribuírem para a construção dessas percepções.

Gil-Pérez *et al.* (2001), por exemplo, expressam um conjunto de sete ideias que devem ser evitadas em relação à NdC, baseadas nessas percepções que se afastam do que se considera aceito como sendo a construção do conhecimento científico, pois promovem uma imagem ingênua e estereotipada do seu processo de construção e do próprio cientista, sendo elas:

1. Visão empírico-indutivista e teórica da ciência: em que a experimentação e a observação são reconhecidas como atividade neutra, independente de hipóteses e teorias como orientadoras da investigação.
2. Rigidez do método científico: em que se acredita que existe um conjunto de etapas definidas a ser seguido mecanicamente, o suposto “Método Científico”, que garante a exatidão dos resultados. Essa ideia também está diretamente ligada à ideia de infalibilidade e superioridade da Ciência, pois, se existe um método rigoroso a ser seguido, ele deve produzir resultados precisos e exatos. Assim, tem-se a ideia de que a ciência nunca erra.

³ De uma forma bem simplificada, o positivismo é formalizado pela primeira vez por Auguste Comte no século XIX (BORGES, 1996; NOUVEL, 2013), defendendo a ideia de que o conhecimento científico é a única forma válida de conhecimento, pois é comprovado por meio de procedimentos definidos, confiáveis e precisos devido à sua linguagem clara e à sua lógica matemática – O Método Científico, que seria capaz de “proporcionar uma verdadeira demonstração sobre o que é verdadeiro ou falso” (KÖCHE, 2011, p. 30) por meio da observação e indução.

3. Visão aporética e a-histórica: em que não se reconhece os problemas que deram origem ao conhecimento, seus caminhos e construções com o passar do tempo. Essa imagem dogmática e fechada não possibilita reconhecer as limitações e possibilidades do conhecimento científico dificultando a compreensão do fazer Ciência.
4. Visão exclusivamente analítica e reducionista: considera o conhecimento das partes suficientes para a compreensão do todo, simplificando e reduzindo os conceitos, desvalorizando e até mesmo esquecendo os processos de unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos.
5. Percepção de ciência acumulativa e de crescimento linear: em que a construção do conhecimento científico é vista como um processo linear, que acumula os conhecimentos bem-sucedidos da Ciência, deixando de lado as crises e descontinuidades sofridas durante esse processo.
6. Ciência individualista e elitista: em que o conhecimento científico é percebido como obra de gênios que trabalham isolados em seus laboratórios, não sendo reconhecido o trabalho coletivo, as parcerias e a própria comunidade científica. Essa visão elitista faz com que a sociedade reconheça o trabalho científico como reservado a minorias superdotadas de inteligência, transmitindo aos alunos expectativas negativas e causando o desinteresse pela Ciência.
7. Visão socialmente neutra da ciência: em que predomina a visão internalista e descontextualizada da atividade científica, esquecendo-se das relações e influências entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, proporcionando "uma imagem deformada dos cientistas como seres 'acima do bem e do mal', fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções" (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 133).

Segundo os autores, essas imagens deformadas possibilitam a proposição de um contraponto de aspectos que possam contribuir para que as percepções sobre a Ciência não se tornem demasiadas simplificações ingênuas. Dessa forma, eles expressam cinco características fundamentais do trabalho científico, sendo elas:

1. Recusa de um Único Método Científico.
2. Recusa do empirismo puro.
3. Importância do papel da investigação e do pensamento divergente.
4. Procura da coerência global.
5. Caráter social do desenvolvimento científico.

Essas proposições de Gil-Pérez e seus colaboradores vão ao encontro das apresentadas por Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz (2002). Conhecidas como *Lederman seven*, as características consensuais propostas por eles são:

1. Natureza empírica do conhecimento científico.
2. Diferença entre leis e teorias científicas.
3. Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico.
4. Embasamento teórico da natureza do conhecimento científico.
5. Caráter social e cultural do conhecimento científico.
6. Mito do Método Científico.
7. Natureza tentativa do conhecimento científico.

Lederman e seus colaboradores constituíram as principais contribuições nesse campo de estudo ao desenvolver o questionário *Views on the Nature of Science (VNOS)*, que é amplamente utilizado para verificar as percepções sobre a NdC nas pesquisas. Esses sete aspectos listados em suas pesquisas são passíveis de identificação por meio desse instrumento de análise, somado a entrevistas individuais com os sujeitos investigados.

Já McComas e Olson (1998), por meio de um estudo transversal de oito documentos curriculares internacionais, reúnem os consensos sobre NdC de diferentes países, agrupando-os

em quatro categorias e indicando quantas vezes cada aspecto característico apareceu em tais documentos:

- A categoria filosofia da ciência agrupa as seguintes declarações: o conhecimento científico muda com o tempo (em todos os documentos) e essa mudança geralmente é gradual (7 documentos); revoluções científicas como um agente adicional de mudança (5); o conhecimento é derivado (5); há observação e evidência experimental (5); a Ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos; a Ciência é criativa; tem limitações inerentes à ela; e a Ciência se baseia em evidências empíricas, argumentos lógicos e ceticismo.
- A categoria sociologia compreende declarações relacionadas a quem são os cientistas e como trabalham, como: a tomada de decisão ética dos cientistas (todos os documentos); novos conhecimentos devem ser relatados clara e abertamente pelos cientistas (6); a revisão por pares, a replicação e a manutenção de procedimentos precisam de registros.
- A categoria psicologia inclui declarações sobre as características dos cientistas, como: os cientistas geram conhecimento de maneira criativa (6); viés inerente que existe com qualquer observação (4); necessidade dos cientistas estarem abertos a novas ideias e de serem intelectualmente honestos.
- A categoria história da ciência se refere à Ciência como uma tradição social (todos os documentos); a Ciência tem implicações globais (7); importante papel que a Ciência teve no desenvolvimento da Tecnologia (5); efeito que contextos sociais e históricos têm no desenvolvimento de ideias científicas (6).

Embora sejam considerações que revelam os consensos dos documentos analisados, McComas e Olson (1998) deixam claro que rejeitam "o impulso de criar uma nova declaração do conteúdo da NdC, listando os elementos que aparecem na maioria dos documentos" (p. 49). Porém, em outro trabalho, McComas, Clough e Almazroa (1998), com base nas principais coincidências no conteúdo dos documentos listados, sugerem 16 consensos sobre as características da NdC, listando-os na forma dos seguintes tópicos:

1. Embora durável, o conhecimento científico é provisório.
2. O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não completamente, baseado em observação, evidência empírica, argumentos racionais e ceticismo.
3. Não existe uma maneira única de fazer Ciência; portanto, não existe método científico universal em estágios sucessivos.
4. A Ciência é um esforço para explicar fenômenos naturais.
5. Leis e teorias desempenham papéis diferentes na Ciência; as teorias não se tornam leis que acumulem mais evidências adicionais.
6. Pessoas de todas as culturas contribuem para a Ciência.
7. Novos conhecimentos devem se comunicar de forma clara e aberta.
8. Os cientistas precisam ter registros precisos, passar por revisão por pares, divulgar informações verdadeiras e a possibilitar replicar os resultados obtidos na pesquisa.
9. As observações científicas são carregadas de teoria.
10. Os cientistas são criativos.
11. A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário.
12. A Ciência faz parte das tradições sociais e culturais.
13. Ciência e tecnologia interagem entre si.
14. As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social.
15. A Ciência tem implicações globais.
16. Os cientistas tomam decisões éticas.

Essa lista de aspectos, apesar de unir características comuns que se repetiam nos documentos analisados por McComas e Olson *et al.* (1998) de forma a organizar melhor as ideias, acabam por descaracterizar a criação das categorias que indicam as áreas que contribuem para a compreensão da NdC como metacognição.

Gil-Pérez *et al.* (2001), Lederman *et al.* (2002) e McComas *et al.* (1998) apresentam uma síntese de ideias largamente aceitas em relação à NdC que se aproximam de uma visão considerada mais adequada do fazer científico nos tempos atuais, que passaram a ser conhecidas na pesquisa como *visão consensual* ou *consensus view*. Entretanto, as visões consensuais vêm sendo criticadas na literatura por apresentarem certo reducionismo sobre as características da NdC no ensino (DAGHER; ERDURAN, 2016; MATTHEWS, 2012; ALLCHIN, 2011; IRZIK; NOLA, 2011). De maneira geral, defende-se que não se pode generalizar esses aspectos devido às particularidades de cada área ou disciplina científica. Por tanto,

[...] é útil entender a NdC não como uma lista de condições necessárias e suficientes para que uma prática seja científica, mas como algo que [...] identifica uma 'semelhança familiar' de características que justificam diferentes empreendimentos, o qual chamamos de científico. (MATTHEWS, 2012, p. 04)

Matthews (2012) propõe a substituição do termo *Natureza da Ciência* por *Características da Ciência* (FOS – Features of Science), ressaltando que o termo não deve resumir a uma lista de condições que definam ou limitem a Ciência, mas destacar alguns de seus aspectos constitutivos. A crítica está diretamente ligada aos sete aspectos apontados por Lederman e seus colaboradores que, segundo Matthews (2012), não enfatizam de forma clara aspectos filosóficos e históricos que sejam úteis aos professores.

O autor reconhece que as listas consensuais possibilitam a inserção da NdC em sala de aula, porém, se preocupam que elas possam “funcionar como um mantra, como um catecismo, como mais uma coisa a ser aprendida”, mesmo que esse não tenha sido o objetivo de seus idealizadores (MATTHEWS, 2012, p. 11).

Matthews (2012) destaca várias possibilidades de ampliação da lista de características de Lederman *et al.* (2002) considerando maiores contribuições da filosofia da ciência. Ele amplia os sete itens listados para 18 – descritos a seguir –, deixando claro que “essa lista estendida das FOS pode simplesmente ser estendida para incluir qualquer número de outros recursos importantes e interessantes da Ciência” (MATTHEWS, 2012, p. 20):

1. Natureza empírica do conhecimento científico
2. Diferença entre leis e teorias científicas
3. Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico
4. Embasamento teórico da natureza do conhecimento científico
5. Caráter social e cultural do conhecimento científico
6. Mito do Método Científico
7. Natureza tentativa do conhecimento científico
8. Experimentação
9. Idealização
10. Modelos
11. Valores e questões sócio-científicas
12. Matematisação
13. Tecnologia

14. Explicação
15. Visões de mundo e religião
16. Escolha da teoria e racionalidade
17. Feminismo
18. Realismo e construtivismo

Também propondo uma nova terminologia, Allchin (2011) caracteriza a NdC em termos de interpretação da confiabilidade, denominando-a de *Whole Science*. Inicialmente, o autor traça um método alternativo ao VNOS e abordagens semelhantes para avaliar conhecimentos sobre a NdC, baseado em estudos de casos científicos com base em notícias contemporâneas e históricas. Esses casos permitem a discussão de diversos aspectos da Ciência de modo mais aprofundado, a fim de que os alunos compreendam como as evidências funcionam (ou não), contribuindo para a formação de cidadãos responsáveis e bem informados.

Avaliações da natureza e limites do conhecimento confiável são especialmente importantes para orientar as decisões e ajudar a planejar contingências. [...] O cidadão informado - o aluno maduro e com boa educação - será, então, capaz (pelo menos) de interagir com especialistas em tópicos sobre os quais eles talvez não conheçam quase nada; reconhecer evidências relevantes, bem como evidências falsas; apreciar os limites e os fundamentos de alegações científicas emergentes; e negociar através da incerteza científica. Ele/ela será um intérprete competente, ou “crítico” da Ciência, mesmo que não seja um praticante. (ALLCHIN, 2011, p. 522)

Compreendendo que o ensino sobre a NdC deve ser orientado para a confiabilidade de informações em contextos da vida real, Allchin (2011) conclui que as listas de consenso são “deficientes” (p. 532), pois, além de incluírem itens que não considera relevante para a alfabetização científica funcional (como a diferença entre lei e teoria), ela também omite muitos outros que o autor acredita ser importante, como “o papel significativo da credibilidade, por exemplo (mesmo entre os cientistas), raramente aparece” (p. 524).

Em sua proposta, Allchin (2011) sugere que notícias científicas podem conter informações importantes sobre a NdC, sendo necessário identificar e catalogar esses elementos. Com base em um dos estudos de caso apresentado na pesquisa, o autor lista esses elementos em uma tabela, na página 525, que chama de *dimensões da confiabilidade na ciência*, que contém os itens:

1. Observação e raciocínio
2. Métodos de investigação
3. História e criatividade
4. Contexto humano
5. Cultura
6. Interações sociais entre os cientistas
7. Processo cognitivo
8. Financiamento
9. Instrumentação e prática experimental
10. Comunicação e transmissão do conhecimento

Cada uma dessas dimensões se desdobra em itens mais detalhados, que seriam as características que as descrevem. A dimensão *métodos de investigação*, por exemplo, apresenta como subitem as seguintes características: experimento controlado; estudos cegos e duplo-

cegos; análise estatística de erro; e replicação e tamanho da amostra. Essas foram as características detectadas nas notícias científicas usadas para o estudo de caso proposto por Allchin (2011), que foram agrupadas na dimensão mencionada. As demais dimensões citadas também possuem características específicas que as compõem.

Segundo o autor, "o inventário pode parecer longo e pesado, mas (diferentemente da lista de consenso) é unificado pelo tema da confiabilidade" (ALLCHIN, 2011, p. 524). Mesmo apresentando um maior detalhamento e incluindo uma série de fatores relativos à sociologia da ciência – que não aparecem de forma explícita em trabalhos como os de Gil-Pérez et al. (2001) e Lederman et al. (2002) –, as dimensões não deixam de ser uma lista com características da NdC retiradas desses textos e notícias analisadas pelo autor.

Outra crítica às listas de consensos é apresentada por Irzik e Nola (2011), que, embora declarem não possuir objeções à elas, acreditam que a visão consensual apresenta deficiências e fraquezas, dentre elas: retrata uma imagem limitada da Ciência, por exemplo, não há menção aos objetivos da Ciência ou regras metodológicas; manifesta uma imagem única da Ciência, desconsiderando as especificidades das disciplinas científicas; carecem de unidade sistemática, uma vez que não deixam claro como itens controversos, como teoria e subjetividade, permanecem juntos.

A solução proposta pelos autores envolve a ideia de uma semelhança familiar, que "se baseia no fato de que os membros de uma família podem se parecer uns com os outros em alguns aspectos, mas não em outros" (IRZIK; NOLA, 2011, p. 594). Dessa forma, propõem uma rede de características em que as Ciências seriam discutidas em suas especificidades com base nas proximidades entre as diferentes disciplinas, que denominam de abordagem por semelhança familiar (no inglês *Family Resemblance Approach – FRA*).

Inicialmente, foram descritas quatro categorias que "fornecem uma descrição estrutural da NdC: (1) atividades, (2) objetivos e valores, (3) metodologias e regras metodológicas e (4) produtos" (IRZIK; NOLA, 2011, p. 596). Posteriormente, os autores introduziram as normas institucionais e valores sociais como um quinto componente, a dimensão sócio-institucional (IRZIK; NOLA, 2014), que inclui as categorias: (5) atividades profissionais, (6) ética científica, (7) certificação e disseminação social e (8) valores sociais.

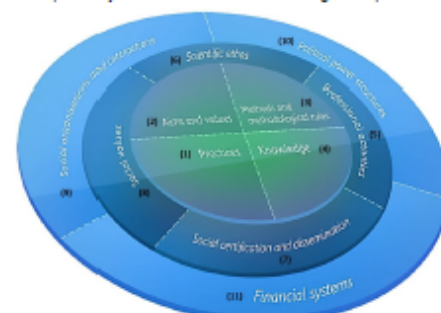
Dagher e Erduran (2016), com base nas ideias de Irzik e Nola (2014), propõem três novas categorias de semelhança familiar que consideram significativas para o currículo de Ciências: (9) organizações e interações sociais, (10) estruturas de poder político e (11) sistemas financeiros. Segundo os autores, elas "impactam o modo como a Ciência é feita e abordam aspectos do trabalho científico, pois, é influenciado por forças sociais e culturais, como observado no campo dos estudos científicos" (DAGHER; ERDURAN, 2016, p. 154).

Eles representam essas ideias no que chamam de *FRA Wheel* – roda/círculo da abordagem por semelhança familiar – que apresentamos, na Figura 2, descrevendo-a da seguinte forma:

A Ciência como sistema cognitivo-epistêmico ocupa um espaço dividido em quatro quadrantes que acomodam suas quatro categorias. Esse círculo flutua dentro de um maior concêntrico também dividido em quatro quadrantes, pertencentes aos quatro componentes da Ciência como sistema social-institucional. Por sua vez, isso é cercado por um círculo externo que inclui os três componentes adicionais. A localização das três novas categorias no círculo externo reflete simplesmente o papel das influências sociais no empreendimento científico, reforçando ainda mais que a Ciência não está isolada da sociedade maior em que existe. Os limites entre os círculos e os compartimentos

individuais da roda FRA são porosos, permitindo o movimento fluido entre seus componentes. Na realidade, esses componentes não são compartimentados, mas fluem naturalmente em todas as direções. (DAGHER; ERDURAN, 2016, p. 154-155).

Figura 2 - FRA Wheel: Representação de ciência como um sistema cognitivo-epistêmico e social-institucional.



Fonte: adaptado de DAGHER; ERDURAN (2016, p. 155).

Legenda: (1) atividades/práticas, (2) objetivos e valores, (3) metodologias e regras metodológicas, (4) produtos/conhecimento, (5) atividades profissionais, (6) ética científica, (7) certificação e disseminação social, (8) valores sociais, (9) organizações e interações sociais, (10) estruturas de poder político e (11) sistemas financeiros.

Segundo Dagher e Erduran (2016), a vantagem de utilizar a abordagem por semelhança familiar é que ela possibilita que um conjunto de categorias abarque características comuns a todas as ciências. Isso acontece, pois, as diferentes disciplinas compartilham determinados pontos, mas não outros. Dessa forma, uma área (ou disciplina), por si só, não é suficiente para definir um domínio como sendo ou não científico. Além disso, os autores afirmam que essa abordagem possibilita a discussão de uma gama mais ampla de questões da NdC, viabilizando uma representação mais diversa da Ciência, por apresentar, por exemplo, aspectos sócio-institucionais.

As preocupações dos autores com relação às listas consensuais são relevantes para refletirmos a forma como as características da NdC podem ser inseridas em sala de aula: como itens a serem decorados e assimilados pelos estudantes, em que tudo o que está na lista deva ser contemplado ou como possibilidades de discussão em momentos apropriados dependendo dos objetivos do professor, das estratégias utilizadas ou dos temas abordados.

Independente desse fato, a substituição de uma nomenclatura para o termo NdC, como proposto por Allchin (2011) e Matthews (2012), não é suficiente para esclarecer os conceitos por trás do termo. Tão pouco a ampliação das características a serem inseridas nas discussões sobre NdC sanarão a complexidade e dinamismo envolvidos nesse empreendimento. Se olharmos para a "lista de consensos" como algo que vai além de uma lista que deva ser seguida ou que reflita exatamente a forma como a Ciência vem sendo construída poderemos compreender que ela

ainda tem muito a oferecer, pois possui pontos de atenção para o professor na inserção de discussões em sala de aula.

Mesmo não existindo consenso sobre todos os aspectos da NdC – nem entre epistemólogos, filósofos, professores e pesquisadores da área – existem trabalhos bem conceituados na literatura que apresentam recomendações sobre o que deve ser evitado e o que deve ser incentivado no ensino de ciências: Forato *et al.* (2011), por exemplo, enfatizam que a compreensão da Ciência como uma atividade humana, desenvolvida em um contexto sociocultural e contextualizada com informações que vão além dos conteúdos disciplinares, são importantes para a formação de professores e alunos, possibilitando um conhecimento metodológico que pode servir como “antídoto à interpretação empírico-indutivista da Ciência”. (p. 32-33); Barbosa e Aires (2018) defendem a necessidade de compreender a ciência como um empreendimento social além de um empreendimento científico, em que o cientista, enquanto ser humano, está sujeito a “erros, usa a criatividade e a imaginação na formulação de hipóteses e é também influenciado por outros cientistas, outras ideias, já que não vive num mundo à parte.” (p. 118).

A vantagem de considerar que há um consenso mínimo a ter em conta ao abordar a NdC no contexto escolar voltado para a área das Ciências da Natureza é que essa perspectiva apresenta um caminho mais claro a nós professores sobre: o que é importante considerar no planejamento das situações de aprendizagem, quais cuidados são necessários ao definir os recursos e estratégias a serem utilizados, como guiar as discussões em sala de aula de forma a propiciar uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência, etc.

Vimos que o conceito de NdC é complexo e varia de acordo com os pesquisadores da área – mesmo que tenha um eixo comum. Isso acontece, pois as percepções sobre a NdC são tão tentativas e dinâmicas quanto o próprio conhecimento científico (LEDERMAN, 2007). Portanto, as formas de ver o processo de construção da Ciência mudaram e continuarão mudando ao longo do tempo, de modo que qualquer representação da NdC tenderá a ser parcial e forçada a viver em concorrência com outras representações também tendenciosas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007).

15

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

A NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio

A atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) apresenta, no artigo 5º, como princípios específicos de orientação para o Ensino Médio (EM):

- I – formação integral do estudante, expressa por valores, aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais;
- II – projeto de vida como estratégia de reflexão sobre trajetória escolar na construção das dimensões pessoal, cidadã e profissional do estudante;
- III – pesquisa como prática pedagógica para inovação, criação e construção de novos conhecimentos;
- IV – respeito aos direitos humanos como direito universal;

V – compreensão da diversidade e realidade dos sujeitos, das formas de produção e de trabalho e das culturas;

VI – sustentabilidade ambiental;

VII – diversificação da oferta de forma a possibilitar múltiplas trajetórias por parte dos estudantes e a articulação dos saberes com o contexto histórico, econômico, social, científico, ambiental, cultural local e do mundo do trabalho;

VIII – indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos protagonistas do processo educativo;

IX – indissociabilidade entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem. (BRASIL, 2018a).

Esses princípios demonstram que o estudante do EM precisa ter contato com mais do que apenas o conteúdo, que ele deve saber tomar decisões para agir sobre sua própria vida e sobre a sociedade. O inciso VIII, do artigo 6º, relaciona ainda a diversificação dos saberes e suas relações com o contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural, com a contextualização do conteúdo em diferentes situações, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura, trazendo o que se compreende por cada um desses termos:

- a) o trabalho é conceituado na sua perspectiva ontológica de transformação da natureza, ampliada como impulsionador do desenvolvimento cognitivo, como realização inerente ao ser humano e como mediação no processo de produção da sua existência;
- b) a ciência é conceituada como o conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca de compreensão e transformação da natureza e da sociedade;
- c) a tecnologia é conceituada como a transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida;
- d) a cultura é conceituada como o processo de produção de expressões materiais, símbolos, representações e significados que correspondem a valores éticos, políticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade. (BRASIL, 2018a).

Mesmo que os termos Ciência e Tecnologia sejam difíceis de serem definidos devido às suas relações e à própria natureza de cada um, a caracterização no documento demonstra, mesmo de forma implícita, que aspectos relacionados à NdC são relevantes para que os estudantes tenham uma percepção mais contextualizada e ampla sobre ela, levando em consideração as reflexões sobre a produção histórica e social desses conhecimentos, as relações entre eles e a sociedade, suas formas de produção, etc.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁴ apresenta de forma mais explícita a necessidade de se discutir aspectos da NdC no ensino, uma vez que destaca que

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias [...] Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio

⁴ “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...]” (BRASIL, 2018b, p. 7), garantindo a formação geral básica por meio de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes.

16

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

de linguagem específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (BRASIL, 2018b, p. 472, grifo nosso).

Dessa forma, o documento reconhece que os aspectos da NdC são essenciais para a formação dos estudantes e que “aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais”, sendo necessário o contato com a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos” (BRASIL, 2018b, p. 547). Isso não significa que devemos negligenciar os conteúdos conceituais, mas que devemos buscar uma educação que contemple tanto os conteúdos de Ciência, quanto os sobre Ciência e os pela Ciência (FORATO et al. 2011).

O Currículo Paulista, alinhado com a BNCC, aponta que os estudos proporcionados pela área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem possibilitar

[...] que o estudante seja capaz de analisar, compreender e interpretar o mundo de forma contextualizada e, necessário, também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais. Além disso, que possua maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia, essencialmente àqueles aplicados à vida pessoal e coletiva. (SÃO PAULO, 2020, p. 135)

A contextualização, segundo o Currículo Paulista, deve ir além de uma relação dada apenas pelo contexto imediato do aluno, abrangendo conhecimentos que proporcionem ao estudante a capacidade de refletir e agir de maneira efetiva e autônoma perante sua realidade, extrapolando seus conhecimentos para outras situações mais complexas (SÃO PAULO, 2020, p. 134-135).

Dessa forma, observamos que os documentos que regem oficialmente o Ensino de Ciências indicam ser necessário que os estudantes possam ser protagonistas conscientes do mundo ao seu redor. Portanto, possibilitar a discussão de aspectos da NdC na sala de aula de modo articulado aos conhecimentos específicos da área, é uma forma de contextualizar as diversas dimensões que compõem as reflexões sobre a NdC (históricas, filosóficas, sociológicas e epistemológicas, conforme figura 1, p. 7), possibilitando aos estudantes a tomada de decisões e contribuindo para que eles participem de debates sociais, em que o grupo científico corresponde a uma das vozes da sociedade (MOURA, 2014; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011).

Após conhecermos a complexidade por trás dos conceitos sobre a NdC e a forma como ela está articulada aos documentos oficiais que regem o Ensino Médio, no Módulo 2 do nosso curso, aprofundaremos essas questões de forma a discutir como a inserção da NdC em sala de aula pode acontecer.

Módulo 2

Considerações para inserção da NdC em sala de aula

Assim como na abordagem de conceitos, no desenvolvimento de competências e de habilidades, a inserção de discussões sobre a NdC em sala de aula deve levar em consideração os objetivos a serem alcançados pelos alunos, as estratégias e materiais a serem utilizados pelo professor e as considerações sobre a avaliação deste processo. De forma a apresentar possibilidades para implementação de conhecimentos sobre a NdC no Ensino Médio, apresentamos considerações sobre: O que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? Como avaliar?

Para que ensinar?

A visão estereotipada das Ciências da Natureza está inserida na sociedade contemporânea fazendo com que as pessoas percebam o conhecimento científico como algo imutável, reservado a uma pequena parcela da população portadora de mentes privilegiadas. Guiada pelo senso comum, parte da população acredita que a Ciência é algo anormal, feita por loucos que vivem isolados em seus laboratórios, não sendo alcançável pela população considerada normal.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, realizaram em 2019 a quinta edição da pesquisa sobre *Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil*³, com o objetivo levantar informações sobre o interesse, o grau de informação, as atitudes e as visões que os brasileiros têm em relação a Ciência e a Tecnologia (C&T). Foram realizadas cerca de 2.200 entrevistas em todo o país, revelando que o perfil de interessados em relação à C&T foi de 61%, enquanto 38% dos entrevistados indicou não possuir interesse sobre tais assuntos.

O estudo também mostrou que a grande maioria (73%) dos brasileiros acredita que a C&T traz mais benefícios do que malefícios para a humanidade, sendo que, destes, 31% tem uma percepção ingênua de que a Ciência apresenta apenas benefícios para a sociedade. Padrão que vem se mantendo desde a última edição da pesquisa em 2015. A percepção sobre o cientista e seu trabalho também vem se mantendo: a de pessoas inteligentes que fazem coisas úteis à sociedade (41%) e a de pessoas comuns com treinamento especial (23%). Algumas descrições

³ Disponível em: <https://www.cgee.org.br/web/percepcao/home>. Acesso em 24 de setembro 2020.

mais estereotipadas sobre cientistas, como a de pessoas excêntricas (5%), que trabalham muito sem ambição de riqueza (4%) e que se interessam por temas distantes da realidade da sociedade (8%), estão em queda.

Análises referentes às concepções sobre a ciência, a tecnologia e o trabalho do cientista também tem sido uma preocupação dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Ao investigar a percepção de estudantes da educação básica sobre quem é e o que faz o cientista, diversos trabalhos retratam a visão estereotipada do cientista maluco, de jaleco branco em um laboratório com seus vidrinhos coloridos, como podemos observar por meio das imagens dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 - Desenhos do cientista realizados por estudantes de Educação Básica.



Fonte: imagens (a), (b), (c) e (d) retiradas de Diniz e Oliveira (2014); imagens (e) e (f) retiradas de Machado e Bartholomei-Santos (2017); imagem (g) retirada de Reis et al. (2006); e imagens (h) e (i) retiradas de Serna-Rosell e Vichez-Gonzalez (2018).

Embora essas imagens tenham sido desenhadas por estudantes, elas representam muito a percepção da sociedade, inclusive de professores, sobre o cientista. Em um extenso mapeamento das pesquisas na área de Educação em Ciências, Diniz e Rezende Junior (2019a) verificaram que alunos e professores percebem a Ciência como um conhecimento neutro e

acabado, construído segundo as regras de Método rígido, que cresce linearmente acumulando os acontecimentos bem-sucedidos. A ideia de que a Ciência solucionará os problemas da humanidade, baseada em uma percepção utilitarista, também está presente nas percepções dos sujeitos investigados. Além disso, a desumanização do cientista que acaba sendo percebido como um ser genial, que vive sozinho em seu laboratório, predominantemente do sexo masculino, também está muito presente nas ideias de alunos e de professores. Segundo o estudo dos autores, os principais influenciadores dessas ideias são a mídia de forma geral e os professores, por meio de sua prática, de sua própria percepção sobre a NdC e de um currículo que priorize conceitos prontos e isolados, sem qualquer reflexão sobre os processos de produção envolvidos na Ciência.

Atualmente, observamos que um currículo restrito à abordagem de conceitos científicos isolados, sem conexão com as diversas instâncias da sociedade – como os aspectos políticos, econômicos, éticos, culturais e ambientais – já não faz sentido para os estudantes. É necessário ir além do enfoque de conceitos científicos, para que o estudante possa compreender, interpretar e agir no seu cotidiano e na sociedade, participando de forma ativa e autônoma na resolução de problemas, perspectiva que se aproxima da visão de que o Ensino de Ciências deva promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

O cidadão considerado alfabetizado científica e tecnologicamente precisa reconhecer o papel fundamental da Ciência e da Tecnologia na sociedade, o que vai além de conhecer os produtos da Ciência, incluindo seu processo de construção e o seu papel como instituição social (Krasilchik, 1996). Portanto, as questões sobre a NdC vêm sendo consideradas um dos elementos centrais dessa discussão, principalmente no sentido de contribuir para a humanização da Ciência e para a tomada de decisões tecnocientíficas dos estudantes, como indicam Sasseron e Carvalho (2011):

Com vista para a sala de aula, [...] esse eixo [compreensão da NdC] fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas sejam colocados em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão. (p. 75-76)

A falta de entendimento sobre a NdC é potencialmente prejudicial para a sociedade, principalmente naquelas em que os cidadãos têm voz nas decisões de financiamento da Ciência (MCCOMAS et al., 1998). Krupczak e Aires (2018) também afirmam que, em sociedades desenvolvidas científica e tecnologicamente, o cidadão só consegue exercer a democracia se compreender o que ocorre no meio onde vive. Portanto, tomar decisões baseadas em evidências científicas, avaliar questões políticas, ter alguma atitude frente a um determinado problema, são apenas alguns exemplos que conhecimentos sobre a Ciência podem influenciar, evitando (ou amenizando) a tomada de decisões precipitadas ou sem fundamentos.

Como vimos no Módulo 1 deste material, os documentos oficiais que legislam a estrutura do currículo brasileiro apresentam aspectos da NdC como essenciais para a formação integral do estudante do Ensino Médio (EM), corroborando para o que as pesquisas na área de Ensino de Ciências vêm apontando a algum tempo (GARCIA-CARMONA et al., 2012; VÁZQUEZ-ALONSO, et al., 2007).

O inciso I, do artigo 6º da Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018, que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, define formação integral do estudante como: “o desenvolvimento intencional dos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais do estudante por meio de processos educativos significativos que promovam a autonomia, o comportamento cidadão e o protagonismo na construção de seu projeto de vida” (BRASIL, 2018a).

Se os estudantes têm de chegar a ser um cidadão responsável, é preciso que sejam proporcionadas situações em que ele analise problemas globais – e não apenas do seu cotidiano – que caracterizam situações de emergência planetária, considerando sua posição e possíveis soluções referente a elas (Hicks; Holden, 1995). Tendo em vista que o nível de alfabetização científica da população e as possibilidades de participação em decisões relacionadas a políticas científicas e ambientais são condição necessária para uma sociedade democrática, a preocupação com a formação que promova essa formação integral do estudante e da sociedade como um todo vem sendo fortalecida com o tempo:

[...] aproximadamente vinte anos que as preocupações sobre o conhecimento público de vários tópicos sobre política científica começaram a emergir. Grupos ambientalistas, por exemplo, perceberam que um nível mínimo de conhecimento científico era necessário para os indivíduos acompanharem os debates sobre poluição do meio ambiente. Além disso, o grande número de plebiscitos sobre tópicos tais como energia nuclear, gerou apreensão nos meios científicos sobre a possibilidade do público em compreender questões desta natureza e fazer julgamentos bem informados. (CARVALHO, 2001, p. 141)

Podemos afirmar que a preocupação apontada pelo autor ainda é atual. A esse respeito citamos as catástrofes anunciadas, como a mancha de óleo que poluiu mais de 2.000 km do litoral no Nordeste brasileiro⁶ e o vazamento de petróleo no Lago de Maracaibo⁷, na Venezuela, dentre outras situações ambientais que se apresentam como “acidentes”. Somamos os recentes acontecimentos relacionados à pandemia da COVID-19, que geraram um turbilhão de notícias que circularam na internet como “cientificamente corretas” gerando caos e fazendo com que milhares de pessoas se automedicassem ou tomassem medidas preventivas incorretas com base em *Fake News*⁸.

Cada vez mais se justifica a recomendação⁹ de que sejam desenvolvidos esforços para que a Ciência seja apresentada como um processo compreensível ao ser humano, que por ele pode ser controlado. Para isso, seja na sala de aula ou na mídia, essas informações devem ser expressadas em uma linguagem acessível.

⁶ Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/09/26/mancha-de-oleo-nas-praias-do-nordeste-atingem-99-locais-ibama-diz-que-elas-tem-a-mesma-origem-e-nao-ao-do-brasil.ghtml>>. Acesso em 18 nov. 2019.

⁷ Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/03/lago-de-maracaibo-na-venezuela-sofre-com-vazamento-de-petroleo.ghtml>>. Acesso em 18 nov. 2019.

⁸ Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9774/cp.v13i2.COVID-19.33978>>. Acesso em 28 ago. 2020.

⁹ De autores como Miller (1983), Driver et al. (1996), Prais et al. (2007) e Krupczak e Aires (2018).

[...] para não se ver recusada com o argumento de que problemas como a mudança climática ou a manipulação genética são de uma grande complexidade. Naturalmente, são necessários estudos científicos rigorosos, mas tão pouco eles, por si só, bastam para adotar decisões adequadas, dado que, por vezes, a dificuldade não está na falta de conhecimentos, mas na ausência de um planejamento global que avalie os riscos e contemple as possíveis consequências a médio e a longo prazo. (PRAIA et al., 2007, p. 144-145)

Ressaltamos que os conhecimentos científicos são importantes para que os estudantes tenham embasamento teórico para fortalecer seus argumentos em situações que podem encontrar na escola e na vida. Porém, é necessário ir além do conteúdo pelo conteúdo. Ter acesso às formas como esse conhecimento vem se desenvolvendo e como ele afeta a sociedade e por ela é afetado é fundamental para a formação de cidadãos críticos¹⁰ que participem da tomada de decisões (PRAIA et al., 2007).

Levando em consideração estas reflexões buscamos, por meio de uma resposta para pergunta “para que ensinar?”, apontar alguns caminhos que nos auxiliem no direcionamento das abordagens de aspectos da NdC em sala de aula. Dessa forma, ensinar, no sentido de discutir/refletir, sobre a NdC é necessário para que os estudantes possam:

- Ter contato com uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade;
- Consumir de forma mais consciente as informações científicas;
- Refletir sobre problemas e acontecimentos cotidianos que envolvam a Ciência e Tecnologia;
- Participar de discussões sócio-científicas de forma a tomar decisões mais informadas;
- Ter contato com reflexões mais humanizadas da Ciência e do cientista e, consequentemente, adquirir uma imagem menos estereotipada.

O que ensinar?

A revisão dos principais estudos sobre a NdC, apresentada no Módulo 1 deste material, nos permite verificar a existência de uma série de interpretações: das mais restritas, nas quais a NdC se refere a questões epistemológicas da Ciência; às mais amplas, que somam à estas questões as relações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, a sociologia interna e externa da ciência, etc. Nosso objetivo aqui não é enfatizar uma listagem ou forma de abordar a NdC em relação à outra, mas fornecer informações que auxiliem na realização de escolhas por parte dos docentes para abordagem desse tema em sala de aula de modo a contribuir para a

¹⁰ Quando optamos por explicitar a formação crítica dos estudantes, adotamos uma perspectiva de que a educação científica crítica está voltada para a cidadania (CAMPOS et al. 2019). Proporcionando aos estudantes situações formativas que possibilitem a observação, a análise, a reflexão, o questionamento e a explicação dos fenômenos naturais – de forma contextualizada a aspectos políticos, econômicos, éticos, culturais e ambientais – para que possam construir os conhecimentos necessários à interpretação, ao entendimento e à crítica do desenvolvimento científico e tecnológico (PINHEIRO et al., 2007).

formação do estudante, levando em consideração os argumentos do *para que ensinar sobre a NdC*.

Tendo em conta todas as perspectivas sobre a NdC apresentadas anteriormente, verificamos que elas possuem aspectos semelhantes aos descritos por Aikenhead e Ryan (1992) ao apresentarem o esquema conceitual do VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*, Visões sobre a Ciência-Tecnologia-Sociedade), de forma que os argumentos dos pesquisadores que defendem os consensos ou as demais abordagens podem ser unificados pelo domínio das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Para saber um pouco mais sobre a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

O principal propósito da perspectiva CTS na educação é o de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), capacitando os estudantes para a compreensão da ciência de forma que possam tomar decisões e resolver problemas relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade (MANSOUR, 2009; AIKENHEAD, 1988; YAGER, 1992). Na perspectiva CTS, a ciência e a tecnologia influenciam e são influenciadas pela sociedade no seu processo de construção e, para a compreensão desse processo, se faz necessário o estabelecimento de articulações que envolvem aspectos da NdC. Segundo Santos (2001, *apud* STRIEDER, 2012):

[...] são "pontos chave" da educação CTS: proporcionar aos alunos meios para emitir julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade; proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência; tornar a ciência mais acessível e mais atraente a alunos de diferentes capacidades e sensibilidades, e preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática (p.13-16).

Segundo Aikenhead (2009), a abordagem CTS foi originalmente inspirada no ambientalismo e na sociologia da ciência, centrando-se em valores e responsabilidade social. Posteriormente, uma estrutura conceitual para a abordagem CTS foi alcançada por meio da relação entre dois campos: "(1) as interações da ciência e dos cientistas com questões e instituições sociais externas à comunidade científica; e (2) as interações sociais dos cientistas e suas comunidades, valores epistêmicos e ontológicos internos à comunidade científica" (AIKENHEAD, 2009, p. 02, grifo do autor).

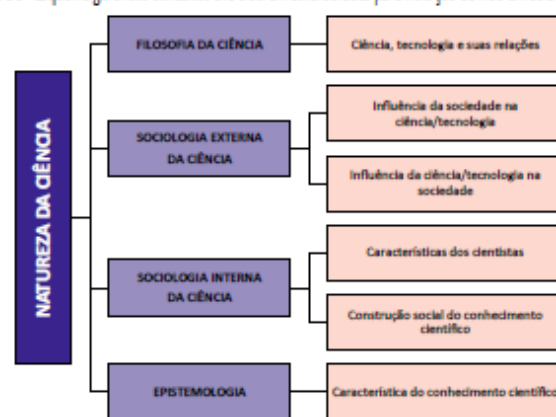
A abordagem CTS enfatiza a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, incluindo necessariamente a epistemologia da ciência e seu status como empreendimento social (AIKENHEAD, 1988). Dessa forma, a aprendizagem é voltada para o desenvolvimento de habilidades e investigações relevantes para o cotidiano da sociedade, porém, os conceitos tradicionais não são negligenciados, eles apenas possuem menos influência sobre o escopo e a sequência do currículo de ciências (AIKENHEAD, 1988).

Por possibilitar reflexões sobre a NdC, pesquisas apontam que a abordagem CTS pode orientar o ensino de ciências (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007), proporcionando aos alunos a compreensão de uma Ciência mais contextualizada com relação ao seu processo de construção e incentivando os professores a refletirem sobre a NdC em sala de aula, de forma a planejar e implementar ações que permitam o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades de resolução de problemas tecnocientíficos (GATHONG; CHAMRAT, 2019; PEDRETTI; NAZIR, 2014).

Observando o esquema dos conceitos apresentados por Aikenhead e Ryan (1992), vemos que o currículo CTS inclui aspectos relativos: à ciência e à tecnologia; a estudos políticos de ciência, vinculados às questões sociais externas à comunidade científica (éticas, militares, industriais, relacionadas a financiamentos, etc.); às questões internas à comunidade científica (motivação, ideologia, interações sociais, gênero, etc.); e, por fim, à epistemologia e filosofia. Esses tópicos envolvem os principais aspectos da NdC descritos pelas principais referências da área (que estudamos no Módulo 1 deste curso) além de novas relações entre esses conceitos, de forma a contextualizar as relações da ciência com a sociedade ou com a tecnologia, que muitas vezes se encontram ausentes quando as discussões sobre a NdC são restringidas apenas às questões epistemológicas.

Os itens do formulário são carregados de um conteúdo humanístico (AIKENHEAD, 2003), podendo ir além do teste de percepções sobre a NdC. Eles podem nos guiar nos momentos de abordar a NdC com os alunos, pois evidenciam uma série de aspectos a serem considerados na construção do conhecimento científico. Esses aspectos são descritos de forma aberta, sem amarras, servindo como ponto de partida para que o professor estabeleça relações e discussões mais contextualizadas em sala de aula, trazendo diferentes perspectivas para abordar um mesmo tópico em diferentes momentos em que o conteúdo tratado permita. Na Figura 3 apresentamos um esquema geral com as áreas e dimensões presentes no questionário VOSTS, que permitem as relações com os aspectos da NdC como veremos logo mais.

Figura 3 - Esquema geral dos conceitos CTS a serem considerados para inserção da NdC em sala de aula.



Fonte: traduzido e adaptado de Aikenhead e Ryan (1992).

Partindo dos conceitos CTS para abordagem da NdC em sala de aula, consideramos as diferentes áreas que compõem esse metac conhecimento e que vimos no Módulo 1 deste curso, sendo elas: a filosofia, a sociologia, a epistemologia e os aspectos históricos, que perpassa por todos as áreas, estando implícito nas reflexões para inserção em sala de aula. Assim, descrevemos de forma mais detalhada no

Quadro 2 os aspectos a serem considerados por nós professores ao inserir discussões sobre a NdC em sala de aula, com base nas dimensões e tópicos da abordagem CTS.

Observação: O quadro apresenta quatro colunas, sendo as três primeiras os conceitos do VOSTS, às quais chamamos de: área, pois apresentam as disciplinas que formam o metac conhecimento da NdC; dimensão, que explicitam qual a relação geral que está sendo estabelecida naquele tópico; e aspectos da NdC, que detalham os aspectos que podem ser articulados na abordagem em sala de aula, de acordo com o VOSTS. Além disso, tomamos o cuidado em descrever algumas considerações para a abordagem em sala de aula com base na relação dos itens do VOSTS e dos aspectos da NdC descritos pelas principais referências da área (que estudamos no Módulo 1 deste curso). Entretanto, reforçamos que isso não esgota as possibilidades e as relações que podem ser realizadas pelo professor em sala de aula, mas indica um caminho, que pode auxiliar nos primeiros passos daqueles que estão estabelecendo um contato inicial com este tema.

Quadro 2 - Aspectos da NdC a serem considerados para inserção em sala de aula com base nos conceitos CTS.

Área	Dimensão	Aspectos da NdC	Considerações para inserção em sala de aula
1. Filosofia da Ciência	5. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	As Ciências da Natureza buscam estudar e explicar os fenômenos naturais, buscando a coerência global. Seus conhecimentos e produtos também influenciam a sociedade e o mundo em que vivemos. Como ela é produzida por pessoas, em um ambiente histórico-cultural, os objetivos, valores e atividades desenvolvidas pelos cientistas são parte essencial deste conhecimento.
		02. Definição de tecnologia	A Tecnologia é um modo específico de conhecimento e não uma mera extensão da Ciência, pura ou aplicada. Cada um possui sua dinâmica de construção, porém, interagem entre si, contribuindo uma com a outra (a Ciência no desenvolvimento de novas Tecnologias e a Tecnologia na construção da Ciência).
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	
2. Sociologia Interna da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia	01. Governo	A sociedade influencia a Ciência e a Tecnologia, pois, o financiamento de pesquisas está diretamente relacionado ao interesse dos grupos que a compõe (governo, indústria, militares, ambientalistas, organizações religiosas e estudantis, população de forma geral, etc.). Portanto, a divulgação científica é essencial para o apoio desses grupos e, consequentemente, para maior suporte e financiamento do desenvolvimento científico e tecnológico. Como existem interesses por trás da demanda social, os cientistas precisam tomar decisões éticas, entretanto, os interesses humanos podem sobresair em suas decisões. Por isso, a Ciência e a Tecnologia não são consideradas atividades socialmente neutras, dependendo dos interesses do cientista, da sociedade e daqueles que detêm o poder de financiamento das pesquisas.
		02. Indústria	
		03. Militar	
		04. Ética	
4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	05. Instituições de ensino	
		06. Grupos de interesse especial	
		07. Influência pública em cientistas	
			A Ciência e a Tecnologia influenciam a sociedade, portanto, cientistas e tecnólogos são responsáveis pelos conhecimentos e produtos decorrente de seu trabalho e pela divulgação clara e aberta dos mesmos para a sociedade. Entretanto, os cientistas são seres humanos que podem controlar os dados a serem divulgados a fim de buscar maior credibilidade. Por isso, a importância da comunidade científica e da revisão dos pares no trabalho científico, buscando validar o conhecimento produzido.

Área	Dimensão	Aspectos da NdC	Considerações para inserção em sala de aula
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	02. Contribuição para decisões sociais	Os conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos pelos grupos de pesquisa podem contribuir para a tomada de decisões sociais, para amenizar problemas sociais, ambientais, econômicos, etc. Porém, esses mesmos conhecimentos podem gerar outros problemas na sociedade, inclusive aumentando a desigualdade social, a poluição, as guerras, etc. Portanto, o conhecimento científico pode trazer benefícios e malefícios para a sociedade.
		03. Criação de problemas sociais	
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	06. Contribuição para o poder militar	Os cientistas são seres humanos comuns, que possuem vida social como todas as pessoas, que possuem valores, crenças, motivações, anseios, criatividade, etc. Essas características pessoais também podem influenciar a forma como conduzem seu trabalho. Portanto, o conhecimento científico também é fruto dessas subjetividades.
		07. Contribuição para o pensamento social	
		01. Motivação pessoal dos cientistas	
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa	
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	03. Ideologias de cientistas	Não existe uma característica específica que uma pessoa precisa ter para ser um cientista. Assim como em qualquer outra profissão que exija uma certificação, todos aqueles (independente do sexo ou gênero) que se dedicam a uma área de estudo das Ciências são cientistas.
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência	
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência	
		06. Sub-representação de mulheres	
3. Sociologia Interna da Ciência	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência	A Ciência é uma atividade coletiva realizada por meio da interação entre pesquisadores que fazem parte de uma comunidade científica. Como o conhecimento científico se controla por meio dessa comunidade, é imprescindível a comunicação entre os profissionais sobre os passos realizados em suas pesquisas, os resultados obtidos, as informações necessárias para que possam ser avaliados e validados pelos pares, etc. É por meio dessa comunicação, que é possível tomar decisões científicas e compartilhar o conhecimento produzido na comunidade e, também, com a sociedade.
		02. Decisões científicas	
		03. Comunicação profissional entre cientistas	
		04. Interação profissional em face da concorrência	
3. Sociologia Interna da Ciência	7. Construção social do conhecimento científico	05. Interações sociais	As interações entre os cientistas são essenciais para o desenvolvimento científico, inclusive, no sentido de buscar mais apoio e suporte para as pesquisas de um determinado grupo, por meio do financiamento e da concorrência dos grupos de pesquisa.
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico	
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica	
		08. Ciência privada versus ciência pública	
4. Epistemologia	9. Características de conhecimento científico	01. Características das observações	O conhecimento científico é fundamentalmente, mas não exclusivamente, baseado em observações, evidências empíricas e argumentos racionais. Além de sofrer influência da subjetividade do cientista e de fatores externos, as observações são orientadas por teorias. Portanto, o conhecimento científico pode sofrer mudanças significativas com base nas teorias que guiam o trabalho científico em uma determinada época.

Área	Dimensão	Aspectos da NdC	Considerações para inserção em sala de aula
		02. Características dos modelos científicos	Com o intuito de explicar fenômenos naturais, a Ciência utiliza de modelos, analogias, matematizações e esquemas que buscam a coerência global das observações e/ou das hipóteses lançadas. Esses processos não descrevem a natureza como ela realmente é, mas buscam explicar da forma mais coerente possível seu funcionamento. Por isso, o conhecimento científico é considerado mutável, pois, com o passar do tempo, novas explicações podem surgir para descrever um determinado fenômeno.
		03. Características dos esquemas de classificação	
		04. Tentatividade do conhecimento científico	
		05. Hipóteses, teorias e leis	
		06. Abordagem científica das investigações	As hipóteses, leis e teorias são guias da atividade científica, são elas que garantem a objetividade das investigações e guiam a pesquisa científica. Com o tempo e as novas evidências científicas e tecnológicas, elas podem ser modificadas ou substituídas. Mesmo quando isso ocorre, elas podem ser usadas como exemplo de situações que contribuíram para a construção do conhecimento em determinada época, possibilitando novos olhares para determinado fenômeno, mas que não consegue mais explicá-lo devido às suas limitações.
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico / tecnológico.	Não existe uma maneira única de fazer ciência; portanto, não existe um método científico universal, com etapas rígidas e sucessivas a ser rigorosamente seguido. Mesmo que nas Ciências da Natureza predominem investigações empíricas, existem pesquisas baseadas em modelos teóricos, computacionais e matemáticos, por exemplo, que não podem ser observados ou verificados experimentalmente.
		08. Raciocínio lógico.	O conhecimento científico busca raciocinar de maneira lógica com base nos dados provenientes dos estudos realizados pelos pesquisadores. Embora busque a precisão nas investigações, o conhecimento científico e tecnológico, pode ser considerado incerto, pois, depende de equipamentos e pessoas para obter e analisar dados. Ele também é pautado por teorias e observações, que podem se modificar com o tempo de acordo com novas informações que surgem nesse processo. Entretanto, o raciocínio lógico, o suporte das teorias, as observações sistemáticas e outros fatores, como a própria validação da comunidade científica, contribuem para um conhecimento seguro com base no que se conhece sobre a natureza.
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência	As Ciências são divididas em diversos campos ou disciplinas, tendo semelhanças e diferenças na forma como produzem conhecimento. Portanto, não se pode afirmar que existe uma única forma de fazer ciência, uma vez que esses campos investigam fenômenos diferentes. Entretanto, pode-se dizer que os cientistas, de uma forma geral, buscam explicar fenômenos com base em suportes teóricos e metodológicos, procurando uma coerência global.
		10. Status epistemológico do conhecimento científico	
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas	

Fonte: elaborado pelos autores.

Dessa forma, além de abranger os aspectos da NdC que se aproximam das ideias mais difundidas pelos especialistas da área, a perspectiva CTS possibilita abordar a NdC em sala de aula de forma articulada com os objetivos do *para que* de sua inserção, pois quando a consideramos como uma forma de ir além de uma mudança da percepção do estudante sobre a Ciência, podemos tratá-la como uma forma de expandir a visão do aluno (e de nós professores), contextualizando e humanizando a Ciência e o cientista. As discussões deixam de estar em torno de um parâmetro do que seria mais ou menos correto. Elas apresentam subsídios para que os sujeitos reflitam como o conhecimento científico se relaciona com a sociedade, seja de forma implícita ou explícita, e como as discussões sobre a sua natureza podem auxiliá-los na tomada de decisões. Mas, para isso, é necessário que o “*para que ensinar*” e o “*o que ensinar*” estejam alinhados com o “*como ensinar*”.

Como ensinar?

Mais do que conhecer aspectos relacionados à NdC é importante identificar as diferentes formas de abordá-los em sala de aula, as potencialidades e as limitações dos materiais e das estratégias de ensino e de aprendizagem, de forma que se possa escolhê-los adequadamente de acordo com diferentes contextos. Para isso, apresentamos considerações sobre o *como abordar* aspectos da NdC em sala de aula, com foco no tipo de abordagem que pode ser utilizada, o contexto em se pode abordar esses conceitos, os materiais e as estratégias que vem sendo empregado na Educação Básica, para que tenhamos subsídios para a criação e implementação de propostas didáticas.

Abordagem implícita versus explícita

Em uma abrangente revisão de literatura, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) observaram que estudos utilizam duas abordagens gerais para discutir a NdC em sala de aula: a *abordagem implícita* e a *explícita*.

A primeira abordagem defendida por educadores científicos foi a implícita. Ela sugere que a compreensão da NdC é resultado de estratégias que possibilitem o “fazer ciência”, por meio da instrução de habilidades em processos científicos, atividades de investigação científica e cursos de conteúdo científico. Porém, essa abordagem se mostrou desprovida de reflexões relacionadas à NdC, por isso denominada de implícita.

A segunda abordagem verificada nos trabalhos adotou uma posição explícita para refletir sobre a NdC, principalmente por meio de elementos da história e filosofia da ciência e da instrução voltada para discussão de aspectos da NdC. Abd-El-Khalick e Lederman (2000) concluíram que a abordagem explícita e reflexiva possibilitava, em comparação à abordagem implícita, maior promoção de concepções consideradas “adequadas” sobre NdC.

Ao compararem trabalhos que utilizaram abordagens implícitas e explícitas de forma quantitativa Deng et al. (2011) verificaram que 88% dos estudos com abordagens explícitas relataram melhorias estatisticamente significativas sobre a compreensão dos sujeitos com relação à NdC. Nos estudos que utilizaram a abordagem implícita, apenas 47% identificaram melhorias. Os autores apontam ainda que, nos estudos em que fizeram uma comparação entre ambas abordagens indicaram mudanças favoráveis naqueles indivíduos que puderam participar de situações em que se utilizou a abordagem explícita, enquanto pouca ou nenhuma mudança foi observada naqueles participantes da abordagem implícita.

Por tanto, o uso da abordagem explícita é indicado nas pesquisas¹¹ como condição essencial para a eficácia do ensino sobre a NdC em sala de aula. Ressaltamos que essa abordagem não se resume a enumeração de uma lista de características exposta pelo professor durante uma aula ou atividade, mas sim oportunizar momentos de reflexão entre os estudantes, mediados por meio de questões cuidadosamente elaboradas pelo professor, permitindo o debate de ideias. Para isso é essencial que os alunos sejam protagonistas nesse processo e que o professor haja como um mediador, de forma a planejar e orientar atividades cognitivas de reflexão sobre NdC que permitam, por exemplo, análise, argumentação, discussão, debate, conclusão, exploração, etc. (VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2014). Dessa forma, o tratamento intencional e claro

¹¹ Acevedo (2009), Hodson (2008), Abd-El-Khalick e Lederman (2000) e Vázquez-Alonso et al. (2014)

dos aspectos específicos da NdC implica em planejar todos os seus elementos curriculares (objetivos, conteúdos, atividades, metodologia, avaliação) para que estejam alinhados.

Contexto para abordagem da NdC em aulas de ciências

A NdC pode ser discutida no próprio conteúdo curricular escolar usual de ciências, de duas maneiras (Garcia-Carmona et al., 2012): **integrada ao conteúdo curricular tradicional** ou **inserida como novo conteúdo do currículo**, com seus próprios objetivos, conteúdos, atividades e critérios de avaliação.

Ao comparar a eficácia de ambos os métodos, **integração** ou **inserção**, com estudantes do ensino médio, Khishfe e Lederman (2006, 2007) observaram que as percepções sobre a NdC dos alunos se aproximaram das consideradas mais adequadas independentemente do método utilizado. Segundo Garcia-Carmona et al. (2012), isso sugere que a compreensão da NdC pode ser aprimorada introduzindo explicitamente seu conteúdo nos currículos escolares de ciências, mas que não é necessário optar por criar um momento específico para abordar a NdC ou integrá-la ao currículo que já é utilizado pelo professor. Ela pode aparecer inclusive em ambos os formatos, podendo variar de acordo com os objetivos do professor, as necessidades dos alunos ou com momentos oportunos que podem surgir durante as situações de aprendizagem. Desde que a abordagem seja explícita ou reflexiva, o contexto em que ela será realizada não trará grandes consequências no processo de ensino e de aprendizagem.

De modo a articular a NdC com o Currículo Paulista e cotidiano do professor em sala de aula torna o contexto da integração a forma ideal de trabalho, uma vez que a discussão sobre a NdC poderá aparecer em diversos momentos do percurso escolar do aluno e de forma mais natural, uma vez que estará atrelado ao currículo escolar. Além disso, o professor, que já possui tantas demandas, não terá que elaborar um momento específico para introduzir o tema, mas poderá, dentro das possibilidades do que já trabalha em sala de aula, reconfigurar e adaptar os conteúdos para que possa também discutir os aspectos relacionados à NdC que aquele conteúdo específico oportuniza.

Materiais

Embora existam inúmeros recursos didáticos de apoio ao professor, o principal adotado na organização e seleção de conteúdo das aulas é o livro didático (SOUZA, 2016; SANTOS, 2017), sendo, para grande parte dos docentes, o principal – senão o único – instrumento de auxílio (SILVA, 2012). Porém, o livro didático nem sempre traz conteúdos direcionados a uma abordagem de aspectos sociais, históricos e filosóficos da ciência e, quando o fazem, continuam apresentando-os de forma descontextualizada, por meio de resumos e box de conteúdo (BONFIM, 2014), que enfatizam o quando tais eventos ocorreram, em detrimento do como impactaram a época e o conhecimento científico desenvolvido (MORAES, 2016).

Dessa forma, o livro didático acaba por contribuir para visões ingênuas em relação ao conhecimento científico, como: a visão de ciência neutra, sem influências externas na sua construção; percepção analítica, aproblemática e linear sobre a construção do conhecimento científico; reprodução de uma visão individualista e elitista da ciência, com pouca preocupação

na humanização dos relatos históricos e do trabalho científico; dentre outras visões simplistas que podem reforçar estereótipos em relação à NdC.¹²

Pesquisadores têm se empenhado em estudar materiais que tratem contextos mais variados sobre a Ciência e que possam ser utilizados para abordar aspectos da NdC em sala de aula, tais como: textos originais de cientistas, textos de divulgação científica, ilustrações, documentários, biografia, entre outros. Apresentamos a seguir os materiais que têm sido apontados nas pesquisas como recursos que podem abordar a Ciência de forma mais contextualizada sala de aula, bem como alguns exemplos de situações em que eles são empregados:

• Textos, livros e materiais escritos:

Textos jornalísticos, artigos em revistas, obras literárias ou de ficção científica, têm aparecido nas pesquisas como uma forma de abordar aspectos da NdC em sala de aula. Dentre os principais materiais escritos utilizados, estão os textos de divulgação científica (TDC), que tem por objetivo que transformar a linguagem científica em linguagem acessível ao público não-especializado em Ciência e Tecnologia – ou não especializado em determinada área da Ciência –, facilitando a compreensão do leitor em relação ao conteúdo e estabelecendo a ligação entre a Ciência e o mundo em que vivemos (ZAMBONI, 1997). Isso acontece não apenas com os textos, mas todo material que tem como finalidade a DC, como filmes, documentários, imagens, etc.

Sento Sé (2016) utiliza do texto *Um pouco da História no Ano Internacional da Luz*, escrito pela professora Dra. Indira Lima Silva, disponível no site da Sociedade Brasileira de História da Ciência, para discutir temas da Física Moderna e Contemporânea, como o efeito fotoelétrico, o efeito Compton, a dualidade onda-partícula, o experimento HBT e noções da Óptica Quântica. Steconi (2017) utiliza uma série de TDC para discutir sobre radiação em um contexto interdisciplinar. Bejarano et al. (2019) utilizaram o livro de ficção *Oxigênio*, escrito por Roald Hoffmann e Carl Djerassi, para discutir aspectos da NdC utilizando como pano de fundo o contexto histórico da “descoberta” do oxigênio.



Textos encontrados em revistas de divulgação científica, como *Ciência Hoje*, *Ciência Hoje das Crianças*, *Superinteressante*, *Pesquisa FAPESP*, *VEJA*, etc., são os mais utilizados em situações didáticas, pois possuem textos relativamente curtos, de visual atrativo e linguagem mais acessível, publicam uma variedade de temas e disponibilizam seu conteúdo total ou parcialmente na Internet (BATISTELE et al. (2018).

¹² (MICEU; ROCHA, 2020; BIGHETTI, 2019; FABRÍCIO; AIRES, 2016; NASCIMENTO et al., 2016; CIVIERO et al., 2016)

Essas características discursivas do TDC fazem com que ele receba críticas sobre a forma como aborda o conteúdo científico: o conteúdo divulgado pode ter pouca interface com as diferentes áreas da sociedade expondo um conhecimento sensacionalista, em que prevalece a ideia de uma ciência neutra e mitificada (MOREIRA; MASSARANI, 2002; ROCHA, 2012); a própria natureza da divulgação é um dos fatores de distorção e deturpação da informação, quando há o excesso de simplificação do conteúdo abordado, sendo necessário alcançar um equilíbrio entre os objetivos da divulgação, o entusiasmo com que se transmite a informação e o conteúdo científico, evitando a comunicação de uma “visão exagerada das possibilidades da ciência moderna” (ALBAGLI, 1996, p. 402).

Apesar desses apontamentos, diversos autores indicam diferentes benefícios para justificar seu uso em sala de aula: possibilita o desenvolvimento de habilidades de leitura e argumentação, a aprendizagem de conceitos e o acesso a uma maior diversidade de informações e terminologias científicas (MARTINS et al., 2001; ROCHA, 2012); a utilização do TDC em sala de aula, atrelada às estratégias de trabalho dos professores, pode ser capaz de veicular informações sobre a construção da ciência (CARDOSO et al., 2015) e até mesmo proporcionar uma mudança na maneira de enxergar o cientista e seu trabalho (DINIZ; OLIVEIRA, 2014). Em uma análise sobre o potencial de TDC para abordar aspectos da NdC, Diniz e Rezende Júnior (2018; 2019b) verificaram que as informações contidas nesse material podem contribuir para uma visão mais contextualizada do processo de construção do conhecimento científico, pois possibilita conhecer diferentes dimensões pelas quais ele perpassa. A coexistência de diversas características da NdC nos TDC também foi apontada como significativa no sentido de possibilitar a argumentação de alunos e professores sob diferentes pontos de vista. Entretanto, os autores ressaltam que tais aspectos nem sempre são colocados de maneira explícita nos TDC. Dessa forma, o professor tem papel essencial como mediador das leituras e discussões, principalmente no sentido de identificar e intervir em momentos nos quais uma imagem deformada da ciência possa ser apresentada.



Livros de divulgação científica, obras de ficção e textos literários também são utilizados como materiais que podem trabalhar aspectos da NdC (GROTO; MARTINS, 2012). Mesmo que não tenham como objetivo principal divulgar ciência, essas obras são potencializadoras de aprendizagem em sala de aula, pois: favorecem a aprendizagem de conceitos e estimulam nos alunos o interesse por temas científicos; possibilitam uma aula dinâmica e com uma perspectiva interdisciplinar; têm impacto direto na própria formação dos professores e no desenvolvimento de novas estratégias didáticas; e, como ponto principal, auxiliam no desenvolvimento do hábito (e do prazer) da leitura (ZANETTI, 1998).

Materiais escritos criados por professores e pesquisadores, como textos informativos e narrativas criadas com base em um tema específico, também são usadas em sala de aula para

trabalhar aspectos da NdC: Pereira (2020) elaborou um texto que narra o episódio histórico da descoberta da dupla hélice do DNA, de forma a abordar a participação de Rosalind Franklin e discutir questões controversas na História da Ciência (HC); Martins (2020) elaborou textos com base aspectos históricos para discutir questões sobre reprodução animal; Callegario (2017) elaborou um texto para aplicar em uma sequência didática que apresenta o episódio histórico da potassa, fundamental para a economia da Europa no século XVIII. Entretanto, a elaboração desses materiais leva tempo e necessita de um aprofundamento teórico sobre o tema que se deseja abordar, um tempo que o professor que está na sala de aula muitas vezes não tem disponível. Utilizar materiais já existentes ou, até mesmo, as criações disponibilizadas em teses e dissertações ou em artigos científicos, pode ser uma alternativa interessante.¹³

• Artigos e/ou fontes históricas primárias

Assim como os textos de divulgação científica, os artigos científicos ou fontes históricas primárias podem ser utilizados para apresentar informações sobre a construção do conhecimento científico. As fontes primárias são os textos originais dos cientistas ou dos filósofos da ciência (MARTINS, 2005). Essas fontes podem ser históricas, como os manuscritos com os registros originais ou traduções oficiais desses registros, ou atuais, como os artigos científicos escritos pelos cientistas que trabalham um determinado assunto.

Diniz e Furlani (2016), ao analisarem artigos que abordam a HC no desenvolvimento dos modelos atômicos, verificaram que os artigos apresentam uma visão mais contextualizada sobre a NdC e são um recurso que possibilitam mostrar ao aluno que a construção do conhecimento se dá por meio de continuidades e rupturas, que a Ciência está em constante mudança e apresenta falhas como toda atividade desenvolvida pelo ser humano. Os artigos também consideram aspectos externos à ciência, como os diferentes contextos sociais, culturais, políticos e econômicos, que podem proporcionar outras reflexões em sala de aula. Entretanto, as autoras reforçam que mesmo os artigos científicos podem trazer alguns elementos de uma visão mais ingênua frente ao conhecimento científico, cabendo ao professor o papel de mediador desse conhecimento em sala de aula.



Imagem do artigo "Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton", de Filgueiras (2004).

¹³ Como esses materiais são provenientes de pesquisas e disponibilizados nas teses e dissertações dos autores que serviram de fonte de informação para este material, disponibilizaremos ao final da apostila, no apêndice A, o levantamento das teses, dissertações e artigos com os respectivos links para consulta dos materiais criados e/ou utilizados pelos autores de forma a auxiliar aqueles que tenham interesse em conhecê-los e utilizá-los.



à linguagem utilizada e a elaboração de atividades pedagógicas interessantes (BATISTA et al., 2015). Portanto, as dificuldades que cercam esses materiais costumam ser reconhecidas mesmo por quem registra suas potencialidades (MOURA; BOSS, 2015).

Dessa forma, existem as fontes secundárias, que são obras historiográficas ou obras de apoio realizadas por especialistas da área (MARTINS, 2005), que podem auxiliar os professores na inserção desses materiais em sala de aula, como a própria proposta de Ortega e Moura (2019), que estudaram aspectos da história da óptica até o século XVII, em diversas obras, para a criação de um novo material que trouxesse "informações necessárias para que fosse possível compreender os assuntos, termos, ideias e experimentos trabalhados por Descartes, Huygens e Newton em suas respectivas obras" (p. 06). Esse recurso de didatização por meio de narrativas ou textos que abordem episódios históricos é muito utilizado quando se deseja inserir informações sobre a HC no ensino, porém, demanda do professor a elaboração ou a busca por materiais já criados por professores e pesquisadores, geralmente, disponíveis em suas teses, dissertações e em artigos publicados.

- Materiais audiovisuais (filmes, documentários, curtas, etc.)

Recursos audiovisuais são aqueles que utilizam da imagem e do som juntamente com o texto em uma apresentação (ROSA, 2000), como filmes, documentários, curtas de animação, slides, programas multimídia, etc. São considerados um importante recurso para ilustrar aspectos da Ciência, tais como as implicações econômicas, tecnológicas e éticas decorrentes da sua aplicação (OSBORNE et al., 2002). Além disso, conseguem expressar narrativas visuais, verbais e sonoras de forma simultânea, proporcionando ludicidade e apelo emocional, mas sem deixar de apresentar conceitos e fenômenos de forma concisa, representando processos dinâmicos (REZNIK et al., 2019).

Ortega e Moura (2019) elaboraram uma proposta baseada na leitura contextualizada de fontes primárias para trabalhar fenômenos da reflexão e da refração da luz a partir de uma abordagem histórica da ciência. Segundo os autores, a construção da proposta requerer "[...] um estudo detalhado das obras dos cientistas escolhidos — Descartes, Huygens e Newton —, bem como do contexto em que foram produzidas." (p. 06). Porém, a inserção didática de fontes históricas primárias é cercada de desafios, como a localização de materiais adequados, a compreensão dos originais devido

Ao estudar as potencialidades de discussão de controvérsias sócio-científicas por meio de documentários em vídeo, Linhares e Reis (2013) observaram que o confronto com perspectivas distintas sobre o fenômeno do aquecimento global proporcionou o estímulo no processo de análise dos argumentos apresentados nos documentários; contribuiu para o processo de raciocínio dos alunos; e possibilitou uma melhor compreensão do problema abordado. Isso indica que esse material pode ser uma forma de trabalhar a NdC por meio do estudo de controvérsias sócio-científicas. Entretanto, os autores evidenciam que o papel do professor é fundamental para explorar esse recurso, para que se possa ir além da simples observação de conteúdo ou em discussões superficiais por parte dos estudantes.

Barbosa e Bazzo (2013) apontam que filmes do tipo documentário podem ser recursos importantes que auxiliam na desmitificação de concepções ingênuas sobre ciência e tecnologia, retratando sua relação com a sociedade de forma a demonstrar a sua não neutralidade. Contudo, é importante ressaltar que quando se trabalham filmes ou animações, sem fim educativo, o uso de metáforas e imagens estereotipadas da Ciência e do cientista podem reforçar concepções que não condizem com o que se considera "adequado" com relação à NdC.

Ao analisar as representações de Ciência e do cientista em filmes de curta-metragem, Reznik et al. (2019) verificaram que em 80% dos curtas analisados apresentam o cientista como sendo homens brancos e adultos, de jaleco/uniforme, em seus laboratórios secretos. Destacam, porém, que a presença dos cientistas em locais como: as universidades, o campo, as residências onde vivem, o palco, a mídia e as coletivas de imprensa, as empresas e indústrias, é o que o aproxima de uma imagem mais realista do cotidiano. Esses autores destacam ainda que a temática abordada em tais recursos está diretamente relacionada a eventos e debates que circularam na esfera pública, tendo como enfoque narrativo dilemas éticos e morais da pesquisa.

Haynes (2003) chama atenção para a presença do estereótipo do cientista como homem louco e perigoso de forma recorrente na literatura e em filmes até o século XX. No entanto, a autora observa que esse estereótipo vem sendo substituído. Em uma análise de filmes e



Cena do documentário O Zero Absoluto - A Conquista do Frio do canal BBC (British Broadcasting Corporation), usado em uma proposta pedagógica de Cruz e Fernandes (2013).



Cena do curta metragem Rockstar e o origem do metal, analisado por Reznik et al. (2019).

Arthur e Terrazan (2018), utilizaram trechos do documentário *The Story Of Science*, da BBC, sobre a evolução dos conceitos da cosmologia, e do episódio *The Elegant Universe*, do documentário *COSMOS*, da PBS-NOVA, que contém ilustrações didáticas de elementos da gravidade, além do filme *Einstein and Eddington*, que apresenta o contexto do teste da Relatividade Geral, para discutir elementos da NcC em estudos sobre a Gravitação. Bomfim (2017), em uma sequência didática que envolvia as Leis de Newton, movimento e conceitos de energia, promoveu um debate baseado na exibição do filme *Steamboy* (2004) e na elaboração de uma pesquisa paralela sobre o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), de forma a proporcionar argumentação acerca do papel da Ciência na sociedade.

• Elementos visuais: quadrinhos, tiras, cartuns, etc.

Os quadrinhos (HQ), tiras, charges e cartuns possuem linguagem diferenciada: um texto não verbal capaz de transmitir significados, podendo ou não estar associado a textos verbais (MORETTI, 2006). Seu uso vem se tornando cada vez mais significativo no contexto educacional, tanto em materiais didáticos como em avaliações externas (vestibulares, processos seletivos, etc.), sobretudo por essa forma de representação fazer parte da rotina de muitas pessoas e por ser muito difundida nos meios de comunicação (ROXAEI et al., 2015). Como possui uma leitura agradável e envolve seu emprego em sala de aula pode ser facilitado, pois os alunos podem achá-la prazerosa.

Schummer e Spector (2007), ao investigarem uma série de imagens, verificaram que os desenhos animados são uma fonte ideal para analisar a imagem popular da Ciência, seus clichês culturais e estereótipos visuais. Segundo os autores, os cartunistas analisam e reproduzem visualmente estereótipos que fazem parte do patrimônio cultural das imagens visuais e literárias, de forma humorística ou satírica. Dessa forma, é importante que o professor tome alguns cuidados na escolha e na abordagem deste material com seus alunos, para não reforçar esses estereótipos.

Ao analisarem cartuns produzidos por Sidney Harris, Roxael et al. (2015) observaram aspectos relacionados ao trabalho do cientista, que incluem não somente o laboratório, mas todo um esforço com pesquisa e literatura, para que seu trabalho seja reconhecido e aceito pelos pares. Tais autoras também destacam práticas comuns da comunidade científica observadas nas obras, como: a valorização das publicações, o trabalho colaborativo na produção do conhecimento, o julgamento da credibilidade de um pesquisador pelo seu currículo etc.

romances produzidos desde a década de 1990, Haynes (2014) observa que o cientista passa a ser retratado por personagens mais humanizados, com preocupações com questões familiares e outras características que auxiliam na desmistificação da imagem estereotipada.

Os recursos audiovisuais podem ser um material interessante para abordar aspectos da NcC em sala de aula. Entretanto, é necessário ter uma leitura crítica em relação a ele – assim como a todo material que se deseja utilizar – de modo a “questionar a veiculação dos mitos, as naturalizações, as representações, as espetacularizações da natureza, as simplificações [...] seja no momento da escolha dos materiais, seja durante seu uso e elaboração junto aos alunos” (MARANDINO et al., 2009, p.184).

A charge é um texto de humor que, por meio de ilustração, aborda temas do noticiário e trabalha com figuras reais caricaturadas, sendo muito parecida com o cartum, pois ambos têm, em suas características, o senso crítico e podem ou não ser acompanhados de legenda. A principal diferença é que o cartum não está vinculado a um fato do noticiário jornalístico e sim a uma situação corriqueira, sendo atemporal, enquanto a charge geralmente é datada e localizada geograficamente (BATISTA, 2011).

Diferentemente das charges e cartuns, as HQ já apresentam uma perspectiva mais ampla, podendo ser críticas, esotéricas, infantis, adultas. De acordo com Moretti (2006), eles possuem narrativa sequencial em quadros numa ordem de tempo onde um fato se desenvolve por meio de legendas e balões com texto pertinente à imagem de cada quadrinho, sendo necessários no mínimo dois quadrinhos (ou cenas) para se caracterizar uma HQ, se for apenas um quadro, ela se torna uma tira.



Cartum ilustrando o dilema de um pesquisador: de um lado, esperar por todo o processo desde a produção de dados até a publicação; por outro, falsificar dados.

Fonte: ROXAEI et al., 2015.

Ao analisar as HQ *Os cientistas*, produzidas por jornalistas e pesquisadores brasileiros, Fioravanti et al. (2016) verificaram que a prática científica era apresentada de modo crítico e irreverente, expondo de forma realista a insegurança e as frustrações dos cientistas, os conflitos entre eles e a dificuldade de comunicação com outros grupos de pesquisa ou com jornalistas. Os autores apontam ainda que as HQ nacionais centradas na ciência possuem um traço em comum: a preocupação didático-pedagógica, buscando promover no leitor a compreensão de conceitos científicos por meio da sua linguagem, além de possibilitar o contato com personagens importantes da ciência nacional.

A elaboração de HQ para fins didáticos também tem sido fonte de interesse de professores e pesquisadores. Leite (2020) desenvolveu uma HQ para abordar aspectos da HC em sala de aula, como: as dimensões representacionais da Química, a origem dos elementos químicos, os fatores que influenciam o processo científico, o trabalho coletivo na Ciência, etc.



• Jogos e simulações

Os jogos e simulações são recursos de caráter prático que trazem elementos que mobilizam os saberes por meio da ação dos alunos sobre o material. Os jogos possuem caráter lúdico, proporcionando momentos descontraídos para trabalhar as dificuldades dos alunos, facilitando a construção do conhecimento de uma maneira diferente em sala de aula (SCHULTZ et al., 2005). As simulações possibilitam realizar observações e explorar fenômenos que são de difícil acesso ou que não podemos realizar na prática por falta de equipamento e insumos adequados.

Quanto ao uso desse material no ensino sobre a NdC, verificamos que muitos professores-pesquisadores criam seus próprios jogos de acordo com os objetivos iniciais planejados, já as simulações são usadas de sites que disponibilizam gratuitamente o material, como o PHET Interactive Simulations e o Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Henrique (2013) elaborou e aplicou um jogo, que buscava discutir influências socioculturais sobre a Ciência, em que os alunos atuavam como membros de uma organização de financiamento à Ciência e argumentavam sobre o valor de teorias cosmológicas, no período entre 1914 a 1939, articulando aspectos da história da cosmologia e da história política, cultural e econômica nesse período. Associando o uso de jogos às tecnologias, Cortez (2018) criou e aplicou um jogo eletrônico de Role Playing Game (RPG) chamado *Uma ideia perigosa*, em que o aluno assume o papel de um personagem e se vê protagonizando uma aventura em um mundo virtual. Reis (2013), além de vídeos e textos na construção de uma sequência didática para abordar conceitos relacionados ao espaço e tempo em aulas de Física, utiliza uma simulação sobre o experimento do Plano Inclinado de Galileu, de forma a relacionar contexto histórico e experimental, discutindo aspectos da construção do conhecimento.

O uso de tecnologias, inclusive associadas aos jogos e ao uso de simulações no Ensino de Ciência, tem se mostrado um meio de tornar a aprendizagem mais significativa, pois possibilitam ao estudante adquirir conhecimentos e compreender conceitos variados, oferecendo um conjunto de situações, procedimentos e representações simbólicas amplo, de forma a ressignificar os conteúdos das disciplinas (BONA, 2009).

Apesar de trazer uma série de possibilidades, o professor deve se atentar na escolha dos materiais para que possa explorar as potencialidades das ferramentas, bem como ter cuidado com suas limitações. Silva (2018), por exemplo, atenta que ao usar simulações deve-se levar em conta que elas são baseadas em modelos e não são uma representação do real, mas "não apenas isso, é preciso ter a concepção de que a observação do real é muito mais complexa, do que a ideia superficial, onde as respostas são obtidas através do experimento" (p. 44).

Independente da escolha do material a ser usado em sala de aula, é necessária atenção, tanto aos objetivos de ensino e de aprendizagem e às estratégias que se pretende utilizar quanto às formas de veiculação das informações presentes neles. É preciso verificar as potencialidades e os limites daquele material, para que, em momentos em que uma imagem estereotipada da Ciência possa aparecer, uma discussão mais atenta junto aos estudantes seja realizada, para que esse estereótipo não seja reforçado. Exceto os textos criados pelos pesquisadores no contexto da pesquisa, todos os demais são recursos sem fins educativos, não tendo sido criados com o objetivo didático. Por isso, é importante que o professor esteja familiarizado não apenas com o material, mas com aspectos da NdC, a fim de identificar as possibilidades de utilização de tais materiais, estando atento ao processo de escolha e análise antes de sua implementação em sala de aula.

Estratégias

As competências, as habilidades que se deseja desenvolver e os objetivos didáticos almejados estão diretamente relacionados com a forma pela qual um determinado assunto será abordado. Por este motivo, a escolha das estratégias é essencial para abordar qualquer tema em sala de aula, não sendo diferente para a abordagem de aspectos da NdC.

A seguir, apresentamos as estratégias mais utilizadas para a inserção da NdC em sala de aula de acordo com as pesquisas na área de Ensino de Ciências:

• Estudos de Casos:

De acordo com as características fundamentais de estudos de caso apresentadas por André (2013), podemos dizer que essa estratégia: enfatiza a interpretação de um determinado contexto; representa diferentes pontos de vista, muitas vezes conflitantes sobre um determinado tema; procuram retratar a realidade de forma completa e profunda em uma dada situação. Assim, quando falamos de estudos de caso abordamos situações reais ou hipotéticas, históricas ou contemporâneas, que retratam essas mesmas características mencionadas, que deverão ser analisadas pelos estudantes em uma situação de ensino.

Allchin (2011) enfatiza que os estudos de caso devem ser complexos e não apenas vinhetas ou anedotas. Precisam retratar uma situação que necessite de um olhar criterioso por

parte do estudante, podendo relatar aspectos históricos ou contemporâneos, por meio da reflexão explícita sobre a NdC.

O primeiro currículo desenvolvido para trabalhar as concepções de alunos sobre NdC foi desenvolvido por Klopfer e Cooley (1963) e chamado de *History of Science Cases for High Schools* (História de Casos Científicos para Escolas de Segundo Grau). A lógica do currículo era que o uso de materiais derivados da História da Ciência ajudaria a transmitir ideias importantes sobre ciência e cientistas. Desde então, o uso da História, Filosofia da Ciência (HFS) é uma das estratégias que mais aparecem nas pesquisas como forma de abordar aspectos da NdC em sala de aula (DINIZ; REZENDE JUNIOR, 2019; MOURA, 2014).

Acevedo-Díaz et al. (2017) recomendam o trabalho em pequenos grupos, para que se realize a leitura do texto que contenha o caso/controvérsia histórica, orientada por perguntas que possibilitem a reflexão de aspectos relacionados à NdC. As respostas às perguntas devem ser compartilhadas e debatidas entre os grupos, por meio da mediação do professor. O uso de casos históricos também é apontado por Almeida e Justi (2019) como meio de favorecer reflexões para o ensino contextualizado e funcional sobre a NdC. Na pesquisa realizada por essas autoras, foi explorada a discussão de trechos de um filme e a leitura de um texto que apresentam o processo de construção das ideias sobre a radioatividade e os obstáculos que Marie Curie enfrentou como cientista. Segundo as autoras, aspectos da NdC, tais como: o contexto cultural que permeia a elaboração de teorias científicas, a influência das concepções pessoais dos cientistas na interpretação de dados e as tentativas e erros que ocorrem na ciência, só podem ser compreendidos por meio da História da Ciência.

Embora seja um recurso que possibilite reflexões sobre a NdC, por si só, a história da ciência não consegue contemplar os mais variados aspectos para que os estudantes tenham contato com a natureza complexa e multifacetada da ciência, sendo necessário o uso combinado de outros contextos educacionais que possibilitem uma percepção mais ampla e eficaz da NdC (ACEVEDO-DÍAZ et al., 2017), com: os casos históricos, o uso de textos de divulgação científica, a reflexão de temas sócio-científicos, resolução de situações problemas, etc.

Ao utilizar casos históricos para abordar aspectos da NdC é possível:

- Unir contexto histórico, social e filosófico;
- Ter contato com procedimentos de investigação utilizados em diferentes contextos;
- Exemplificar o desenvolvimento de teorias;
- Melhorar a compreensão da ciência;
- Desenvolver o raciocínio;
- Aumentar a conscientização sobre os relacionamentos CTS;
- Ilustrar a natureza universal e multicultural da ciência, bem como contribuir para a integração e coerência do currículo de ciências.

Fonte: HODSON (2008).

Riscos e dificuldades relacionadas à abordagem HFS:

- Pode confundir ou fazer com que o aluno perca a confiança em um conhecimento seguro;
- Pode sofrer distorções ou simplificações, tendendo a estereótipos extremos (mitos de heróis e vilões) ou internalismo (ciência descontextualizada) ou externalismo (historicismo científico) excessivos;
- É um dos poucos espaços para desmitificação da ciência e limita sua discussão em tópicos específicos nas disciplinas;
- Por não fazer parte de discussões no cotidiano da população, ela pode ser um momento isolado de reflexão, com foco na ciência do passado e pouca contribuição para uma visão mais atual das relações CTS.

Fonte: GARCIA-CARMONA et al. (2012); NASCIMENTO et al. (2013).

Casos contemporâneos são formas de entrar em contato com situações atuais sobre a ciência, que afetam o cotidiano das pessoas, oferecendo oportunidades de ensino sobre a NdC (ALLCHIN, 2011; ELLIOT, 2006; MCCLUNE; JARMAN, 2010). Eles estão principalmente atrelados às notícias científicas que circulam atualmente na mídia. Essas notícias são consideradas materiais de Divulgação Científica (DC), pois disseminam a ciência para o público não-especializado, permitindo um maior alcance da informação pela sociedade se comparado aos artigos científicos, que acabam por circular somente dentro da comunidade científica. Porém, a DC é constituída de uma gama de materiais mais abrangentes do que apenas notícias sobre a ciência atual, podendo abranger: a veiculação da ciência histórica, artigos ou textos em revistas de divulgação científica, obras literárias, livros de divulgação científica, histórias em quadrinhos, cartoons, etc.

Elliot (2006) verificou que futuros professores comentaram efetivamente sobre aspectos da NdC em notícias jornalísticas, por meio de questões que mediaram a reflexão sobre os relatos da ciência na mídia. O autor sugere que essa estratégia pode ser benéfica para a discussão de aspectos da NdC com alunos em idade escolar, pois as notícias apresentam possibilidades de discussão de temas e situações variadas.

Assim como os casos históricos, casos modernos também podem ser problemáticos na instrução, pois seu conteúdo pode distorcer as percepções sobre a NdC, uma vez que a ciência atual ainda está em construção, podendo promover desilusão e confusão nos estudantes (ALLCHIN, 2011).

Entretanto, é necessário uma postura crítica em relação à ciência nas notícias, é necessário que o leitor tenha conhecimento do uso da linguagem e dos gêneros de escrita, reconhecendo a influência que o escritor pode trazer implicitamente à sua escrita (MCCLUNE; JARMAN, 2010). Essa familiaridade só acontecerá com a implementação da leitura e mediação do professor nas aulas de ciências de modo a promover um espaço de reflexão constante sobre essas notícias. Segundo Allchin (2011), mesmo um professor que não tenha profunda experiência com a NdC pode apresentar um caso a um aluno, compartilhando uma postura reflexiva e possivelmente aprendendo juntos, "o pré-requisito básico é a conscientização da diversidade de dimensões epistêmicas e a abertura para explorar quaisquer problemas de NdC que um caso possa apresentar." (p. 535).

• Questões Sócio-científicas:

São problemas em aberto que não possuem soluções dadas em que a sociedade e a ciência desempenham um papel importante.

A incorporação das discussões de problemas socio-científicos em sala de aula tem sido proposta principalmente por fornecerem subsídios para a tomada de decisão dos alunos em questões vinculadas à sua realidade envolvendo desde contextos de

discussão de questões morais e éticas, à compreensão sobre a NdC, bem como à aquisição de conhecimento científico (KORTLAND, 1996; SADLER, 2004).

Driver et al. (2000) apontam a argumentação como ferramenta importante para o processo de tomada de decisão. Segundo os autores, a decisão requer análise de diferentes fontes de informações, comparando as razões que conferem confiabilidade a cada uma delas. Isso envolve uma complexidade de fatores, pois nem mesmo os cientistas possuem o mesmo ponto de vista quando analisam questões sócio-científicas, como o uso de energia nuclear, a clonagem ou o uso de células tronco. Assim, é fundamental que o aluno compreenda as diferentes visões científicas sobre uma mesma questão e perceba que os argumentos usados com base nas evidências científicas disponíveis podem afetar a tomada de decisão.

A argumentação tem sido considerada como a melhor estratégia para obter essas competências, pois fornece esquemas produtivos de pedagogia e avaliação para considerar contra-argumentos de várias perspectivas e fornecer refutações para esses contra-argumentos (ERDURAN et al., 2004). Patronis et al. (1999) conduziram estudos para compreender o processo de tomada de decisão de estudantes quando apresentados a aspectos sócio-científicos em sala de aula. Por meio de discussões em pequenos grupos e, posteriormente, envolvendo toda a classe, os autores verificaram a cooperação dos indivíduos em ajustar suas intenções e interpretações durante o processo de argumentação e tomada de decisões.

Investigação por meio de situações problema:

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, do inglês *Problem Based Learning*), como o próprio nome indica, é uma proposta pedagógica baseada em problemas, reais ou simulados, que auxiliam no desenvolvimento do conhecimento dos alunos.

Para solucionar um problema, os estudantes recorrem a seus conhecimentos prévios, além disso, discutem, estudam, adquirem e integram novos conhecimentos (BORGES et al. 2014).

Segundo Moutinho et al. (2015), a PBL pode ser útil para ajudar os alunos a aprenderem aspectos sobre a NdC. Em uma investigação com futuros professores de Ciências, os autores

Construto teórico do raciocínio sócio-científico como um veículo para abordar a educação para a cidadania, requer a inclusão de quatro práticas para a tomada de decisão no contexto do problema, sendo elas:

1. Reconhecer a complexidade inerente ao problema sócio-científico: portanto, devem evitar se debruçar sob um único fator de um contexto mais amplo. Em vez de restringir a análise a um simples raciocínio de causa-efeito, interações dinâmicas de fatores dentro do problema sócio-científico devem ser reconhecidas.
2. Examinar questões sob diferentes perspectivas: devem reconhecer outras perspectivas além de seu próprio ponto de vista e avaliar criticamente os argumentos de cada uma.
3. Apreciar que o problema sócio-científico está sujeito a uma investigação em andamento: portanto, podem ser considerados problemas mal estruturados, estando abertos à investigação social e científica, inclusive, podendo estar atrelado ao estudo de um caso contemporâneo.
4. Exibir ceticismo quando são apresentadas informações potencialmente tendenciosas: como existem múltiplas perspectivas em um problema sócio-científico, os cidadãos devem estar cientes dos possíveis vieses causados pela distorção dos dados de uma perspectiva específica, recusando informações que não tenham sido analisadas um possível viés.

Fonte: SADLER et al. (2007)

verificaram por meio de entrevistas semiestruturadas que os participantes reconheceram que essa metodologia tem potencial para promoção de atividades de pesquisa e contribui para o aprendizado de aspectos da investigação científica. Além disso, os estudantes consideraram que a PBL pode promover a compreensão da natureza experimental do conhecimento científico e do papel da criatividade implícita na atividade científica.

Castañeda e Suárez (2016) atentam para o fato de os alunos possuírem pouca experiência em estratégias de resolução de problemas, tendo uma maior dependência do professor. Isso vai se modificando conforme mais atividades desse tipo vão sendo realizadas, dependendo também da dinâmica do professor em sala de aula, do protagonismo do aluno e do próprio nível de dificuldade do problema (CASTAÑEDA; SUÁREZ, 2016).

O planejamento de situações problemáticas deve considerar sua relevância para a construção de conhecimentos científicos (STINNER, 1995) de forma a proporcionar discussões de aspectos variados sobre a NdC. Praia et al. (2007) reforçam que as atividades devem ser abertas e criativas, de forma a possibilitar várias soluções possíveis por parte dos alunos, com a devida orientação do professor.

Procedimentos e Investigação Científica:

Existem evidências de que a NdC é melhor ensinada dentro de um contexto de investigação científica, proporcionando aos alunos experiências fundamentais sobre as quais refletir sobre aspectos da NdC. Seja por meio de problemas teóricos, empíricos e/ou experimentais, as estratégias de investigação estão intimamente relacionadas à aprendizagem de aspectos sobre a NdC (LEDERMAN, 2007), podendo ser mais um contexto de abordagem em sala de aula.

Os procedimentos científicos fazem parte do currículo de ciências da escola. Porém, há uma confusão generalizada de que praticar procedimentos de investigação seja suficiente a aprendizagem sobre NdC. Veja o exemplo no quadro abaixo:

[...] observar é um processo científico, mas a conscientização sobre o ônus teórico da observação ou a limitação imposta pelos dispositivos de medição é a NdC. As diferentes atividades que levam a responder a uma pergunta são procedimentos relevantes para uma investigação, mas o entendimento da natureza mutável das descobertas de uma investigação está dentro do escopo do NdC. (GARCÍA-CARMONA et al., 2012, p. 27)

Ford (2006) considera que o "domínio da prática" é uma fonte de raciocínio e pesquisa que auxilia melhor na compreensão de habilidades associadas à NdC por parte dos alunos se comparado ao conhecimento declarativo. No entanto, ao investigar a evolução das percepções sobre a NdC de estudantes, Moss et al. (2001) verificaram que ao final do curso prático de ciências baseado em projetos as concepções dos estudantes permaneceram praticamente inalteradas. O impacto na compreensão de aspectos sobre a NdC em estudantes do ensino médio, que frequentavam um programa de pesquisa científica, também foi apontado por Bell et al. (2003) como imperceptíveis. Os pesquisadores afirmam que, embora os conhecimentos sobre processos de pesquisa tenham aumentado em muitos integrantes, suas concepções sobre aspectos da NdC permaneceram praticamente inalteradas.

Observação: o problema pode estar relacionado a um tema sócio-científico ou vir na forma de um estudo de caso – a interação das diversas estratégias aqui apresentadas são possíveis.

Mesmo com indícios de que a investigação por si só não é efetiva na promoção de uma visão mais ampla sobre a NdC, essa ainda é uma das estratégias mais empregadas, ficando atrás apenas da abordagem que trabalha a história da ciência. Porém, quando usada pelo professor de forma a discutir de forma explícita e reflexiva os aspectos da NdC, a investigação pode ser uma ferramenta que promove uma participação efetiva dos estudantes relativa ao debate de aspectos abrangentes sobre a NdC (SILVA; JUSTI, 2019).

• **Leitura seguida de debate ou discussão:**

Quando se utiliza algum texto ou material escrito, a leitura individual ou coletiva seguida de um momento de discussão ou debate do texto é muito usada em sala de aula, podendo contribuir para o desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação dos estudantes. Essas habilidades são essenciais não apenas no cenário educacional, mas no dia a dia das pessoas, não devendo ser algo restrito apenas à área de linguagens. Segundo Bertoldo et al. (2015), a leitura e interpretação são fundamentais para a alfabetização científica. Dessa forma, trabalhar textos no Ensino de Ciências da Natureza pode ser um meio de possibilitar que os alunos se beneficiem desse contato devido ao:

[...] acesso a uma maior diversidade, e até a divergência de informações; o desenvolvimento de habilidades de leitura e; o domínio de conceitos, de formas de argumentação e de elementos da terminologia científica. Embasando esta visão está uma concepção na qual a leitura confere aos indivíduos a possibilidade de se envolver e se incorporar às práticas sociais que estas demandam. (MARTINS et al., p. 2, 2001)

Porém, destacamos que o professor deve ter um cuidado com o tipo de texto escolhido, uma vez que a linguagem pode interferir no interesse do aluno com relação à leitura do material. O TDC, por exemplo, possui recursos discursivos que contextualizam o tema abordado, estabelecendo relações com o cotidiano do leitor, contribuindo no envolvimento dos alunos com o texto (ZAMBONI, 2001). Os artigos científicos ou obras historiográficas primárias, por sua vez, apresentam uma linguagem mais densa, devido seu caráter científico, podendo desmotivar a leitura por possuir termos desconhecidos por parte dos estudantes.

De forma a facilitar o processo de leitura, o estudo dirigido pode ser uma estratégia de leitura a ser usada. Além de guiar o estudante para pontos de atenção nos textos – como: termos novos/desconhecidos, assunto geral do texto, principais conceitos, características da atividade dos cientistas, o tempo necessário para a realização da pesquisa científica, os processos envolvidos, os resultados e as dificuldades enfrentadas pelos pesquisadores, etc – o estudo dirigido facilita a discussão e o debate por meio das anotações realizadas.

Segundo Altarugio et al. (2010), a prática do debate a partir de TDC, por exemplo, possibilita que os estudantes exponham suas ideias a respeito do tema, dos conceitos científicos e seus impactos para a sociedade, propiciando, inclusive o desenvolvimento da argumentação. Portanto, o debate de ideias pode ser estimulado de diversas formas, como o diálogo espontâneo com os estudantes (estruturado anteriormente pelo professor), a resolução de um problema que os alunos têm que se colocar como a favor ou contra, até realização de um júri simulado que

Os procedimentos de investigação científica são uma rica estratégia que proporciona aos estudantes o contato com processos da ciência. Porém, se não houver intervenção no sentido de refletir explicitamente sobre a NdC nesse processo, os estudantes podem não reconhecer esses aspectos ou, até reforçar percepções ingênuas e limitadas da atividade científica.

possibilita amplos debates de temas polêmicos e/ou controversos, possibilitando que os alunos realizem “[...] inúmeras operações de pensamento, como: defesa de ideias, argumentação, julgamento, tomada de decisões, etc.” (ANASTASIOU; ALVES, 2009, p. 99).

• **Modelos e Modelagem Científica:**

Os modelos científicos podem ser considerados representações que servem para descrever, explicar ou prever a realidade observada, fenômenos abstratos ou estruturas pequenas ou grandes demais para serem vistas (GILBERT, 2004). Dessa forma, representam uma infinidade de fenômenos, incluindo: objetos, abstrações, sistemas e partes de sistemas, entidades, relacionamentos entre entidades, eventos, comportamentos e processos (GILBERT, 2004).

Pietrocola et al. (1999) e Campomanes et al. (2020) indicam a modelagem científica como uma alternativa para proporcionar aos alunos uma reflexão crítica sobre as relações entre teorias e realidade, evidenciando o caráter representacional do conhecimento científico. Nessa perspectiva, a modelagem pode ser entendida como um campo que possibilita a mobilização de conhecimentos em situações que demandam a construção, o uso e a validação de modelos científicos (HEIDEMAN et al., 2016).

Compreender o conceito de modelo científico auxilia na superação da visão empirista da NdC, na percepção de que a ciência também é uma construção humana criativa e na compreensão de que os modelos não são definitivos porque o que é modelado muda constantemente ao longo do tempo (RAVIOLO et al., 2011).

Atividades de ensino baseadas em modelagem também podem contribuir para a compreensão de aspectos da NdC, como a produção, a comunicação, a avaliação, a revisão e a validação de conhecimentos científicos (SILVA; JUSTI, 2019). Além disso, eles podem favorecer a aprendizagem de conceitos muitas vezes abstratos aos estudantes, como o de “substância” e de “reação química” (GARRITZ et al., 2013).

As estratégias apresentadas não esgotam as possibilidades e formas de abordar a NdC em sala. As descrições que realizamos neste material expressam as estratégias mais citadas em artigos, teses e dissertações da área de Ensino de Ciências, porém, cabe ao professor, no contexto da sala de aula e dos objetivos de ensino e de aprendizagem, definir qual ou quais estratégias poderão proporcionar um maior aproveitamento do aluno. Variar as estratégias, assim como os materiais, é uma forma de diversificar o contato dos alunos com o conhecimento, possibilitando que eles desenvolvam habilidades de leitura, interpretação, investigação, discussão, resolução de problemas etc. Ressaltamos que, independentemente da estratégia a ser utilizada, é imprescindível que a abordagem dos aspectos da NdC aconteça de forma explícita oportunizando momentos de discussão e de reflexão das ideias dos alunos.

É comum os estudantes entenderem os modelos científicos como cópias fiéis da realidade.

Fonte: BRANDÃO et al., 2011 e RAVIOLO et al., 2010

Como avaliar?

A avaliação escolar é – ou deveria ser – uma parte importante do processo educativo estando intrinsecamente associada ao ensino e à aprendizagem, tendo como finalidade a orientação desses processos (FERNANDES, 2006). Segundo Silva e Moradillo (2002), o ato de avaliar é intrínseco ao ensino, pois cabe ao professor avaliar se os alunos assimilam os significados planejados para aprendizagem e, aos alunos, avaliarem se compreendem os significados propostos pelo professor. A avaliação é também intrínseca à aprendizagem, pois, durante ou após o processo de ensino, pode acontecer a assimilação e internalização dos significados captados, acarretando a aprendizagem.

Quando planejada de forma a considerar o que é importante que os alunos aprendam, a avaliação tem impacto relevante para o ensino e para a aprendizagem, pois:

[...] a) orienta os estudantes acerca de saberes, capacidades e atitudes que têm de desenvolver; b) influencia sua motivação e percepção do que é importante aprender; c) estrutura a forma como os alunos estudam e o tempo que dedicam ao trabalho acadêmico; d) melhora e consolida as aprendizagens; e) promove o desenvolvimento dos processos de análise, de síntese e de reflexão crítica; e f) desenvolve os processos metacognitivos, o autocontrole e a auto-regulação. (FERNANDES, 2006 p. 17)

Por isso, avaliar vai muito além de aplicar provas e atribuir notas: não deve ser um processo apenas de quantificação, mas um instrumento para diagnosticar, planejar, recalculer, corrigir desvios e aprender com os próprios erros. O que vale tanto para os estudantes, quanto para professores e instituições de ensino, que podem utilizar a avaliação para refletir suas decisões pedagógicas. Entretanto, o que se percebe é que as avaliações escolares acabam por verificar o desempenho dos alunos frente a situações padronizadas, que se traduz em notas de acordo com a maior ou menor proximidade das respostas em relação às normas, tendo como resultado a classificação dos alunos para a promoção (SILVA; MORADILLO, 2002). Essa percepção da avaliação está diretamente relacionada à concepção positivista da ciência – já explicitada no Módulo 1 deste curso.

Entretanto, quando falamos sobre NdC, devemos considerar que não há como avaliar os aspectos internalizados pelos estudantes como verdadeiros ou falsos. Como vimos no Módulo 1, existem divergências entre os próprios especialistas da área, uma vez que a própria ciência tem caráter provisório e sofre diversas influências. Dessa forma, os processos de avaliação dos aspectos da NdC discutidos em sala de aula precisam levar em consideração as relações que os alunos fazem com as diversas dimensões da construção do conhecimento, o reconhecimento de uma ciência dentro de um contexto social, com percepções que se aproximam das mais contextualizadas com as relações CTS.

Embora os objetivos da avaliação estejam relacionados aos objetivos de aprendizagem propostos pelo professor, a participação do aluno neste processo é fundamental. Silva e Moradillo (2002) defendem a apropriação da aprendizagem por parte do aluno por meio de sua participação do processo avaliativo, o que, segundo os autores, se dá por meio da cooperação entre professores e alunos, pois,

Embora o professor seja mais experiente e conheça o assunto em discussão, não deve monopolizar as decisões. [...] É preciso agir socialmente, partilhar seus significados com os colegas e o professor, expor-se à crítica e criticar, falar e ouvir, perguntar e responder,

conhecer e valorar tanto o conhecimento aprendido quanto o processo de ensino/aprendizagem. (SILVA; MORADILLO, 2002, p. 07-08)

Porém, a escolha sobre o que avaliar recai muitas vezes sobre o conceito de ensino que o professor ou a instituição tem, se resumindo a avaliações somativas, com função de atribuir nota e classificar os estudantes com base em modelos pré-definidos. Mainardes (2016) acredita que a avaliação deve ser formativa, oferecendo “elementos (diagnóstico) para que o professor possa planejar as intervenções necessárias e garantir aos alunos, a continuidade da aprendizagem” (p. 111-112). Portanto, deve facilitar o processo de ensino e de aprendizagem, atuando, de certa forma, como avaliação do próprio professor e auxiliando na manutenção ou no redirecionamento do ensino, sempre no sentido de melhorar a aprendizagem dos alunos (SILVA; MORADILLO, 2002).

Segundo Haydt (1997), a avaliação é:

- a) um processo contínuo: ocorre ao longo de todo o processo de ensino e de aprendizagem de forma a reorientá-lo e aperfeiçoá-lo;
- b) funcional: quando verifica se os objetivos estão sendo alcançados;
- c) orientadora: quando indica os avanços e dificuldades dos alunos e do professor levando-os a progredir;
- d) integral: considerando o avaliado com um todo, seus elementos cognitivos, afetivos, psicomotores – sendo necessário diversificar as ferramentas avaliativas.

Inclusive, a formação integral do estudante defendida pelos documentos que regem a educação no Brasil indica que a avaliação das competências é essencial no meio educacional, uma vez que envolve a “mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018b, p. 13), como representa a Figura 4.

Figura 4 - Representação dos elementos que compõem o conceito de competência e que devem ser considerados no processo de avaliação.



Fonte: adaptado de Oliveira (2018).

Compreender a avaliação como um processo que engloba conhecimentos, habilidades e atitudes dos estudantes necessários para o desenvolvimento de uma competência nos leva a

refletir sobre a diversidade de ferramentas a serem utilizadas na hora de avaliar. Como avaliar se o estudante elabora argumentos sobre um determinado tema se eu não possibilito momentos de reflexão e discussão sobre temas controversos em sala de aula? Como não tornar a avaliação subjetiva de forma que eu “apenas” observe as discussões que estão sendo realizadas?

Segundo Miras e Solé (1992), é necessário que a avaliação tenha níveis de explicitação para que seja reconhecida como uma situação formal de avaliação por todos os sujeitos envolvidos. Por isso, os critérios de avaliação devem ser explícitos aos alunos antes da realização das atividades, o que facilita o processo de avaliação por parte do professor, uma vez que deve pré-estabelecer o que irá avaliar com foco no desenvolvimento das competências (conhecimentos-habilidades-attitudes).

Mas como isso tudo se relaciona com a avaliação de aspectos da NdC em sala de aula?

Considerações sobre a avaliação de aspectos da NdC em sala de aula

Pensar sobre avaliar a compreensão acerca da NdC é algo ainda muito restrito ao meio acadêmico, uma vez que essa avaliação está geralmente associada à utilização de testes para verificar se a compreensão de professores ou estudantes se aproximam ou não de uma percepção mais contextualizada e contemporânea sobre a NdC. O VNOS, por exemplo, destina-se apenas à pesquisa educacional e não como forma de avaliação em sala de aula (LEDERMAN et al. 2002). O mesmo pode ser dito sobre outros testes, como o VOSTS (que fizemos no início do curso) e similares, que são ferramentas importantes para avaliar a percepção dos sujeitos investigados nas pesquisas sobre a NdC, porém, podem interferir na forma como se abordam os aspectos da NdC em sala de aula. Segundo Allchin (2011), muitos pesquisadores temem que os professores ensinem para o teste, para que os alunos possam responder às perguntas da forma considerada correta. Isso acaba dificultando que o professor consiga acessar outras relações que o estudante possa fazer no contexto da NdC e discutir o porquê de determinada percepção frente ao conhecimento científico.

Quando se trata de analisar aspectos da NdC, vemos que os professores-pesquisadores apontam os materiais provenientes das atividades desenvolvidas como uma possibilidade. Mesmo que não tenham sido pensados com essa finalidade, podem ser instrumentos úteis na avaliação dos estudantes. Dentre eles, destacamos: questionários relacionados às atividades; desenhos do cientista; criação de história em quadrinho; realização de mapas conceituais; escrita livre/portfólios; elaboração de relatórios e pesquisas (incluindo momentos de apresentação do material, em que os alunos se expressam com mais desenvoltura); argumentação e discussões gerais em grupos ou em rodas de discussão; observações diretas (por meio de roteiros com critérios pré-definidos); respostas aos estudos de caso/situações-problema/investigações realizadas durante as aulas; etc.

Assim como a inserção de aspectos relacionados à NdC em sala de aula se dá de forma integrada ao currículo e não de forma isolada, a avaliação de tais aspectos deve seguir a mesma linha. Dessa forma, não se planeja uma atividade com objetivo exclusivo de verificar se os estudantes atingiram os objetivos relacionados à aprendizagem de aspectos da NdC, como reconhecer a influência do indivíduo na construção do conhecimento científico, a tentatividade e incerteza de determinado conhecimento. O ideal é que, em um contexto de avaliação formal na disciplina, em que se busque avaliar as competências, os saberes e as habilidades, sejam proporcionadas situações em que esses aspectos também sejam verificados. Isso só será possível

com o planejamento, a prática e a reflexão do professor, não apenas do processo de avaliação, mas de todo o contexto de ensino e de aprendizagem. No Módulo 3 iremos verificar na prática como isso tudo pode ser aplicado em sala de aula levando em consideração o Currículo Paulista, que orienta as competências, as habilidades e os saberes das áreas de conhecimentos.

Por fim, reforçamos que, quando falamos do processo de avaliação dentro do contexto da NdC, não estamos direcionando nosso olhar para uma verificação do que foi ou não aprendido ou se o aluno adquiriu ou não uma percepção “correta” da NdC por meio de uma prova. O que se pretende é verificar, dentro do contexto das situações de ensino e de aprendizagem, se os estudantes conseguem fazer relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade em vive, as questões ambientais, éticas, culturais e históricas. Se eles conseguem utilizar as informações e discussões realizadas em aula para poder interpretar notícias, resolver problemas, refletir e agir sobre questões que envolvam a ciência e a tecnologia.

Independente da estratégia a ser utilizada no processo de avaliação, é necessário levar em consideração os objetivos do processo de ensino e de aprendizagem, a respeito “do que ensinar”, “como ensinar” e “para que ensinar” sobre a NdC, que estão intrinsecamente relacionados ao processo de avaliação. Apenas quando o professor se apropria da importância da aprendizagem sobre a NdC é que ele conseguirá relacionar todas essas variáveis no processo de avaliação.

Módulo 3

Currículo em ação

No Módulo 1 deste curso, apresentamos como aspectos da NdC aparecem nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio. A BNCC, por exemplo, traz diversos aspectos da NdC como essenciais para a formação integral do estudante, porém não os apresenta com essa nomenclatura. Por isso, é essencial que saibamos como identificar esses conhecimentos e articulá-los em sala de aula.

Lembramos que a BNCC não se trata do currículo em si (BRASIL, 2018b), tampouco substitui os currículos existentes no país. Ela é um documento de caráter normativo que define o conjunto das aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica, servindo de referência para a construção ou revisão dos currículos.

Os currículos devem adequar as proposições da BNCC à realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos. (BRASIL, 2018b)

Para isso, a BNCC se apoia em dois fundamentos pedagógicos: o compromisso com a educação integral e o foco no desenvolvimento de competências, que deverão ser assegurados a todos os estudantes. São essas competências gerais que definem as competências específicas para cada uma das áreas de conhecimentos.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possui três competências específicas que sintetizam um conjunto de habilidades a serem abordados:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

49

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Essas competências apresentam palavras-chave que nos remetem a um ensino que vai além do conteúdo conceitual, levando o aluno a: analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos; interpretar, realizar previsões, elaborar argumentos sobre esses fenômenos; defender decisões éticas; investigar situações-problemas; propor soluções; realizar procedimentos investigativos e comunicar usando a linguagem científica. Esses exemplos retirados das descrições das competências se relacionam direta e indiretamente aos aspectos da NdC discutidos neste curso: para investigar uma situação-problema, é necessário que o estudante tenha conhecimento sobre formas de investigação, sobre o trabalho coletivo na ciência, sobre aspectos internos e externos que podem influenciar as decisões tecnocientíficas, etc.

Dessa forma, verificamos que os Módulos anteriores forneceram subsídio teórico para reconhecermos tais aspectos e inseri-los em sala de aula. Neste momento, precisamos articular e integrar esses conceitos com as competências e habilidades previstas para serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. Para isso, tomamos como base o Currículo Paulista vigente de forma a demonstrar como ele possibilita a abordagem de aspectos da NdC.

Relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula

O Currículo Paulista, pautado nos documentos oficiais, apresenta como propósito da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

[...] ampliar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e possibilitar o prosseguimento dos estudos a todos que o desejarem, preparando o estudante para o exercício da cidadania de maneira crítica e protagonista. Para isso, é necessário que o ensino seja orientado pelos princípios da educação integral atrelada ao projeto de vida do estudante. Nesse sentido, falar em educação integral implica no desenvolvimento humano global que articula aspectos cognitivos e socioemocionais, em consonância com os princípios da justiça, da ética e da cidadania. (SÃO PAULO, 2020, p. 133).

Dessa forma, o documento aponta algumas características a serem consideradas pela área no sentido de promover a educação integral e o protagonismo do estudante, sendo elas: o uso das metodologias ativas (aprendizagem baseada em problemas, projetos em grupos, resolução de problemas, sala de aula invertida, etc.); a contextualização dos conteúdos, no sentido de "superar o nível inicial de uma aprendizagem dada apenas pelo contexto imediato, alcançando uma formação que proporcione ao estudante a capacidade de atuar perante sua realidade de maneira efetiva e autônoma" (SÃO PAULO, 2020, p. 134-135); e a investigação científica¹⁴.

¹⁴ Quando pensamos em investigação científica, considerando os aspectos da NdC abordados, não podemos resumir a uma mera experimentação, devemos considerar todo um processo de pesquisa que pode ou não envolver procedimentos experimentais. O próprio Currículo descreve que no processo investigativo é necessário: "identificar problemas, formular hipóteses, pesquisar, argumentar, levantar dados, utilizar instrumentos de medida e realizar atividades experimentais, o que demandará linguagens específicas da área, tais como códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais." Porém, devemos ter o cuidado de não levar isso ao estudante como etapas rigorosas de um método científico a ser seguido.

50

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Como o nosso objetivo neste Módulo é articular o Currículo Paulista com os aspectos da NdC de forma a inseri-los de forma prática em sala de aula, precisamos considerar a forma como a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foi estruturada. O organizador curricular ilustrado na Figura 5 é apresentado nas páginas 154 a 166 do documento, apresentando os seguintes componentes:

- Descrição da Competência específica da área que será abordada;
- Habilidade a ser desenvolvida atrelada à respectiva competência;
- Unidade temática a qual a competência está atrelada, sendo divididas em: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica;
- Objetos de conhecimento (conteúdos, processos e conceitos) que cada um dos componentes curriculares (disciplina de Física, Química e Biologia) tem possibilidade de abordar ao trabalhar aquela habilidade.

Figura 5 – Exemplo da estrutura do organizador curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias retirado do Currículo Paulista.

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que promovam processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	EM13CNT106) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais, equações, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre suas comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que promovam o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação de vida em todos os seus níveis.	MATÉRIA E ENERGIA	Biologia Fluxo de matéria e energia (alimentos e teias alimentares); Metabolismo energético (fotosíntese e respiração); Equilíbrio sistêmico de ecossistemas (transfêrência e impactos); Soluções para situações de ameaças ao equilíbrio do ecossistema. Física Conservação da energia (trabalho mecânico; potência; energia cinética; energia potencial gravitacional; conservação da energia mecânica; forças conservativas; energia potencial elástica); Conservação da quantidade de movimento; Impulso; Choques mecânicos (coeficiente de restituição; choques elásticos e inelásticos); Força (peso, tração, normal); Grandezas escalares e vetoriais. Química Transformações químicas fenômenos naturais e processos produtivos); Conservação de massa (quantidade de matéria - relações entre massas, mol e número de partículas, equações químicas, proporções entre reagentes e produtos); Constituição da matéria (modelo atômico de Dalton, elementos, símbolos, massa atômica, número atômico); Conservação de energia (potencial catalítico, reações de combustão).

Fonte: SÃO PAULO, 2020, p. 134.

Para demonstrar de maneira prática como inserir aspectos da NdC de forma integrada aos objetos de conhecimentos, auxiliando a desenvolver as competências e habilidades previstas na área, de forma natural no cotidiano escolar, sem a necessidade de criar momentos específicos para a abordagem do tema, criamos exemplos de situações de ensino e de aprendizagem envolvendo as unidades temáticas presentes no currículo.

As duas situações de ensino e de aprendizagem apresentadas a seguir foram criadas para exemplificar como o professor pode abordar aspectos da NdC atrelados ao Currículo Paulista. Portanto, focamos em descrever as unidades temáticas, as competências e as habilidades presentes no currículo e os aspectos do o que ensinar, para que ensinar, como ensinar e como avaliar, estudados durante este curso de formação. Três esclarecimentos são essenciais para a compreensão da estrutura da situação descrita:

1. Note que mais de uma competência/habilidade aparece nas situações, pois a unidade temática 3, que busca trabalhar a competência "Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo...", é muitas vezes reflexo das estratégias que o professor vai usar em seu trabalho.
2. Os objetos de conhecimentos destacados em negrito são os que deixamos evidentes na situação proposta. Os demais podem ser trabalhados durante o mesmo período em paralelo com a atividade proposta ou em outros momentos, dependendo da disciplina e da forma de organização do professor.
3. Partindo do pressuposto que a abordagem de aspectos da NdC deve primar pela abordagem explícita e reflexiva de forma que a sala de aula seja um espaço de diálogo e reflexão, em que os aspectos a serem trabalhados estejam integrados aos conteúdos e situações que o professor já promove em sala de aula, a descrição do como ensinar focará na descrição dos materiais (quando necessário) e de estratégias, bem como de um possível desenvolvimento da atividade.

Exemplo A

Unidade temática: Matéria e Energia

Competência:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Habilidade: p. 156 do Currículo Paulista

(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

Objetos de conhecimento:

Biologia:

- Alternativas ecológicas para produção de energia (biomassa e resíduos).

Física:

- Geradores e receptores elétricos (relação entre seus componentes e a transformação de energia; corrente contínua e alternada; transformadores).
- Produção e consumo de energia elétrica (usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas; relação custo benefício).
- Potência elétrica.

Química:

- Termoquímica (eficiência energética de diferentes combustíveis).
- Fontes alternativas de obtenção de energia elétrica.

- Impactos ambientais causados pela implementação de usinas hidrelétricas, térmicas e termonucleares.

Unidade temática: Tecnologia e Linguagem Científica

Competência:

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidade: p. 161 e 162 do Currículo Paulista

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Objetos de conhecimento:

Biologia, Física e Química

- Divulgação e comunicação de resultados, conclusões e propostas pautados em discussões, argumentos, evidências e linguagem científica (Feira de Ciências, Olimpíadas, canais digitais, jornal, rádio, painéis informativos, seminários e debates).
- Fontes de energia.

O que ensinar? (conteúdo sobre NdC que podem ser abordados)

- 2. Sociologia Externa da Ciência:
 - o 2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia:
 - 01. Governo
 - 02. Indústria
 - 03. Militar
 - 04. Ética
 - 06. Grupos de interesse especial
 - 07. Influência pública em cientistas
 - o 4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade:
 - 01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos
 - 02. Contribuição para decisões sociais
 - 03. Criação de problemas sociais
 - 04. Resolução de problemas sociais e práticos

53

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

- 3. Sociologia Interna da Ciência:
 - o 7. Construção social do conhecimento científico
 - 01. Coletivização da ciência
 - 02. Decisões científicas
 - 03. Comunicação profissional entre cientistas
 - 07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica

Para que ensinar? (objetivos)

- Participar de discussões sócio-científicas de forma a tomar decisões mais informadas;
- Refletir sobre problemas reais;
- Pesquisar e analisar informações para argumentar e resolver problemas que envolvam a Ciência e a Tecnologia;

Como ensinar? (desenvolvimento)

- **Material:** Artigo de opinião *O futuro das energias renováveis no Brasil*¹⁵, que traz algumas informações e especulações sobre a independência energética no país, com base no Plano de Expansão de Energia para o decênio 2019-2029, elaborado pelos estudos e projeções da Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia. O texto apresenta informações sobre planos de expansão de usinas nucleares a serem instaladas até 2050; retomada da mineração e ampliação de usinas de enriquecimento de urânio; questões sobre o potencial inexplorado das usinas hidrelétricas devido a impactos ambientais e sociais relacionados a elas; e as energias eólica e fotovoltaica como fontes de energia limpa e renovável como opção (cita brevemente a biomassa como fonte de energia).
- **Estratégia:** Abordagem de questões sócio-científicas por meio da resolução de um problema.
- **Descrição:** Esta proposta deve ser realizada em equipe, portanto, os alunos devem ser divididos em grupos de 5-6 integrantes. Cada grupo receberá uma cópia do texto para leitura em grupo de forma a problematizar o tema da independência energética no Brasil. Após a leitura e breve discussão do texto o professor lançará o problema a ser resolvido pelos alunos:

¹⁵ Disponível em: <https://opinio.estadao.com.br/noticias/espaco-aberto,o-futuro-das-energias-renovaveis-no-brasil,700030472728>, acessado em 14 de janeiro de 2020.

54

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

O comitê que definirá o Plano brasileiro de Expansão de Energia para os próximos 10 anos busca soluções para garantir a independência energética do país. Devido a especulações sobre os benefícios e riscos associados às diferentes fontes de energia, o comitê selecionou um grupo de cientistas e tecnólogos para avaliar qual a melhor fonte de energia para o Brasil. Vocês são o grupo de cientistas e tecnólogos que irão realizar essa pesquisa e fornecer os dados sobre as fontes energéticas e qual seria a opção mais viável para o país. Para isso, vocês deverão:

ETAPA 1: construir um roteiro de pesquisa.

Nesta etapa, os alunos deverão criar um roteiro dos itens necessários para realização da pesquisa, de forma que possam avaliar as diferentes fontes de energia: funcionamento e aspectos técnicos, seu custo e benefício, questões ambientais e sociais associados à sua implementação, condição geográfica/clima, etc. Essa etapa pode ser construída de duas formas: individual pelos grupos e depois socializada para que o professor possa verificar os tópicos que os alunos acreditam ser necessários para pesquisa e intervir, caso necessário; por toda a turma em conjunto com o professor, que pode ir levantando todas as sugestões dos alunos e anotando no quadro e mediando a construção de um roteiro unificado que será utilizado por todos os grupos.

ETAPA 2: pesquisar e analisar dados para propor uma resolução ao problema.

Os alunos deverão realizar sua pesquisa (atividade que pode ser realizada na escola, como tarefa ou no contraturno) e selecionar materiais que auxiliem na análise dos tópicos do roteiro. É interessante que ao menos a etapa de análise possa ser realizada em sala de aula, uma vez que o professor pode fazer um rodízio nos grupos e observar o tipo de material que o aluno está utilizando (se possui fonte confiável), sugerir outros materiais e verificar como o conhecimento está sendo construído pelo grupo para a resolução do problema (de forma a ter dados para discussão posterior sobre a sociologia interna da Ciência).

ETAPA 3: divulgar os dados e a conclusão do grupo.

O grupo deverá divulgar a conclusão ao qual chegou com base nos dados analisados. Essa divulgação pode ser feita na forma de um seminário, uma reunião, um relatório, ou qualquer situação que simule a apresentação formal do "grupo de cientistas e tecnólogos" ao comitê (professor da disciplina ou, caso possível, promover um mini evento com outros professores e/ou o coordenador). Cabe destacar que os grupos podem chegar a conclusões completamente diferentes, já que a interpretação dos dados depende do material analisado, as subjetividades dos pesquisadores e o que consideraram como mais relevante (custo, ambiente, população, etc.). Por tanto, a discussão realizada pelo professor com base na apresentação dos alunos é o momento crucial para abordar os elementos que influenciam a construção do conhecimento científico e tecnológico.

Como avaliar? (instrumentos e critérios de avaliação)

Como se trata de uma atividade de resolução de problema, devemos ter atenção para que nós professores não tenhamos uma resposta específica em mente na qual o aluno deva alcançar. Neste caso, é essencial verificar os argumentos do aluno na defesa da conclusão do grupo com base na análise realizada.

Para isso, propomos duas formas de avaliação:

1. **Observação dos grupos:** nos momentos em que os alunos estão discutindo e analisando os materiais, o professor pode observar: se todos estão interagindo ou se algum aluno não está contribuindo com a equipe; se os materiais de pesquisa são adequados; como se organizam para analisar o material. Essa observação está mais atrelada às atitudes e às habilidades de pesquisa propostas pelo currículo.

2. **Apresentação dos grupos:** neste momento o professor tem uma visão geral do que foi produzido pelos alunos: a pesquisa realizada; a forma como expõem as informações e utilizam a linguagem científica para dar credibilidade a elas; e como utilizam as informações de forma a embasar seus argumentos de forma coerente, ética, legal e responsável.

Observem que, não apontamos um momento específico em que o professor irá analisar um aspecto da NdC que foi trabalhado, uma vez que o objetivo que indicamos no *para que ensinar* sobre NdC é o de promover a participação de discussões, tomada de decisões, pesquisa e análise de problemas sócio-científicos. Assim, as discussões dos aspectos sobre NdC considerados na realização da atividade (o *que ensinar*) possibilita aproximar o aluno do processo de construção científico e tecnológico e, realizado em diversos momentos durante o período escolar do estudante, contribui para que ele construa uma imagem mais próxima do empreendimento científico e tecnológico.

Exemplo B

Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos

Competência:

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidade: p. 157 do Currículo Paulista

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

O que ensinar? (conteúdo sobre NdC que podem ser abordados)

- 1. Definições de ciência e tecnologia e suas relações:
 - 1. Ciência e Tecnologia:
 - 04. Interdependência entre ciência e tecnologia
- 3. Sociologia Interna da Ciência:
 - 7. Construção social do conhecimento científico
 - 01. Coletivização da ciência
- 4. Epistemologia:
 - 9. Características do conhecimento científico
 - 01. Características das observações
 - 02. Características dos modelos científicos
 - 04. Tentatividade do conhecimento científico
 - 05. Hipóteses, teorias e leis
 - 06. Abordagem científica das investigações
 - 07. Precisão e incerteza no conhecimento científico / tecnológico

Para que ensinar? (objetivos)

- Possibilitar a reflexão sobre a construção do conhecimento científico de forma proporcionar uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade;
- Proporcionar uma percepção mais humanizada da Ciência e do cientista e, consequentemente, uma imagem menos estereotipada.

Exemplo voltado para a disciplina de Biologia

Objetos de conhecimento:

- Teorias científicas sobre a origem da vida
- Teorias científicas sobre evolução (histórico e experimentos)

Como ensinar? (desenvolvimento)¹⁶

- o **Estratégia:** Procedimentos e investigação científica – lembrando que a investigação científica não se resume a experimentação. Neste caso, o foco da estratégia é a própria pesquisa teórica sobre o assunto, que também faz parte do processo de investigação.
- o **Desenvolvimento:** Os alunos devem ser divididos em grupos para realizar uma pesquisa sobre as diferentes teorias que buscam explicar a origem da vida. Cada grupo será responsável por uma teoria (criacionismo, panspermia, hipótese de Oparin e Haldane, experimento de Miller e Urey, hipótese heterotrófica e hipótese autotrófica, etc.) e deverá identificar a hipótese sobre a origem da vida defendida pela teoria, os argumentos que sustentam essas hipóteses e as limitações da teoria (fatos que ela não consegue explicar). Posteriormente, cada grupo deverá realizar uma apresentação para o restante da turma para que todos os alunos conheçam as teorias sobre a origem da vida. Durante as apresentações os alunos serão orientados a anotar as semelhanças e diferenças entre as teorias estudadas por todos os grupos para posterior discussão. Por fim, o professor deverá conduzir uma discussão/debate junto dos alunos, de forma a verificar quais as semelhanças e diferenças entre cada uma das teorias estudadas e qual teoria os alunos consideram como sendo a mais correta e o porquê. Nesse momento, o professor deve conduzir as discussões no sentido de explicitar: as características das observações científicas, a diferença entre crença e conhecimento científico, a tentatividade do conhecimento científico, as mudanças que sofre com o passar do tempo e com a identificação de novos indícios, as abordagens científicas existentes durante uma investigação, a precisão e a incerteza do conhecimento científico que pode vir a mudar de acordo com novas observações e novas evidências, bem como com o desenvolvimento de novas hipóteses ou até mesmo de novas tecnologias.

¹⁶ No contexto da estratégia a ser usada na atividade, também estamos trabalhando a habilidade EM13CNT302 (p. 161 do Currículo Paulista) da unidade temática Tecnologia e Linguagem Científica: Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Como avaliar? (instrumentos e critérios de avaliação)

Por se tratar de uma atividade que tem como objetivo a reflexão sobre a forma como a Ciência é construída, para que os estudantes tenham uma percepção mais contextualizada sobre ela e consigam perceber as mudanças que o conhecimento sofre com o passar do tempo, o ponto principal de observação é a discussão que será conduzida para o encerramento da atividade. Neste momento, o professor conseguirá verificar se os alunos demonstram esse olhar mais amplo e questionador sobre as teorias apresentadas, se reconhecem ou fazem relações entre elas, se percebem a forma com as observações/evidências/subjetividades influenciam a construção do conhecimento. Com isso, o professor será capaz de identificar as ideias sobre a NdC presentes na manifestação dos argumentos/fala dos alunos de forma que possa refletir e (re)orientar sua própria prática.

Além disso, em se tratando de uma pesquisa sobre as hipóteses que sustentam ou limitam uma teoria, seguida de uma apresentação, o professor também é capaz de avaliar as habilidades trabalhadas (EM13CNT201 e EM13CNT302) por meio da apresentação dos grupos.

Exemplo voltado para a disciplina de Física

Objetos de conhecimento:

- Teoria do Big Bang
- Modelos cosmológicos (espaço curvo; inflação)
- Expansão do universo
- Modelo Padrão
- Relatividade geral

Como ensinar? (desenvolvimento)¹⁷

- o **Material:** Texto de divulgação científica *O princípio e o fim*¹⁸, que aborda a forma como a Ciência contribui para a compreensão do Universo. O foco do texto está pautado no modelo inflacionário, identificando a teoria do Big Bang como a mais aceita atualmente. Dois pontos são destacados com base nessa teoria, a de que há uma controvérsia sobre a idade do Universo com base em diferentes estudos, e a incerteza sobre a forma como o ele “terminará”, sendo então apresentadas três hipóteses existentes sobre seu fim. O texto apresenta diversas características da construção do conhecimento científico: observações, hipóteses, teorias, precisão e incerteza, credibilidade, relações com a tecnologia e questões voltadas a financiamento e comunidade científica, abordando, inclusive, a ciência Brasileira dentro do contexto de pesquisa sobre o tema.
- o **Estratégia:** Leitura seguida de discussão.

¹⁷ No contexto da estratégia a ser usada na atividade, também estamos trabalhando a habilidade EM13CNT303 (p. 162 do Currículo Paulista) da unidade temática Tecnologia e Linguagem Científica: Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

¹⁸ Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-principio-e-o-fim/>, acessado em 08 de janeiro de 2021.

- o **Desenvolvimento:** Divididos em grupos, os alunos receberão uma cópia do texto para leitura e discussão guiada por meio das perguntas elaboradas pelo professor:

1. Quais as teorias sobre a origem do Universo o grupo conhece? Como ela se difere ou se assemelha da apresentada no texto?
2. Segundo o texto, a teoria do Big Bang é a mais aceita atualmente. Como os cientistas construíram essa teoria e chegaram a essa conclusão?
3. Por que os cientistas não chegam a um valor exato para a idade do Universo?
4. O texto cita três hipóteses sobre o que acontecerá com o Universo futuramente (a que considera o Universo fechado, o Universo aberto e o Universo plano). É possível afirmar exatamente o que acontecerá com o Universo? O que os cientistas dizem?
5. Existe uma relação entre o desenvolvimento de tecnologias e o desenvolvimento científico?
6. Como a Ciência contribui para conhecermos mais sobre o Universo e sua origem?
7. O último parágrafo do texto fala um pouco sobre os projetos e financiamentos que acontecem no Brasil em pesquisas que envolvem o tema origem do Universo. Como você acha que a Ciência é feita no Brasil?

As perguntas deverão ser respondidas pelos grupos e depois socializadas por meio da mediação do professor entre todos da turma. Nessa discussão, é interessante que o professor destaque características da construção do conhecimento científico abordadas no texto (observações, hipóteses, teorias, precisão e incerteza, credibilidade, relações com a tecnologia, financiamento, comunidade científica, Ciência no Brasil).

Como avaliar? (instrumentos e critérios de avaliação)

A resposta dos alunos as questões colocadas pelo professor são um guia para verificação de conceitos prévios dos alunos sobre a Ciência e uma forma de verificar a habilidade de leitura e interpretação de texto, prevista na EM13CNT303. Nesse sentido a avaliação tem como ponto principal o diagnóstico para o planejamento de novas intervenções em sala de aula, de forma a garantir que os alunos possam desenvolver as habilidades previstas no currículo e ter um contato maior com a construção do conhecimento científico.

Exemplo voltado para a disciplina de Química

Objetos de conhecimento:

- Evolução dos modelos atômicos

Como ensinar? (desenvolvimento)¹⁹

- o **Estratégia:** Modelos e modelagem científica e investigação científica.
- o **Desenvolvimento:** Antes de iniciar a discussão de modelos atômicos, é importante que os estudantes compreendam o conceito de modelo para a

¹⁹ No contexto da estratégia a ser usada na atividade, também estamos trabalhando a habilidade EM13CNT301 (p. 161 do Currículo Paulista) da unidade temática Tecnologia e Linguagem Científica: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Ciência. Para isso, o professor pode realizar a dinâmica da caixa preta. Nesta dinâmica, o professor leva uma caixa com um objeto dentro (pode ser uma chave, um alfinete, uma moeda, um dado, qualquer objeto pequeno). Essa caixa deve estar muito bem vedada, para que os alunos não consigam visualizar o que há dentro dela. O objetivo da atividade é que os alunos, divididos em grupo, tenham um tempo para manipular a caixa e descrever o objeto que está dentro dela por meio de palavras ou de um desenho. Por fim, cada grupo deverá apresentar aos demais o modelo que criaram para o objeto que está dentro da caixa, explicando como chegaram a ele. Neste momento, o professor deve instigar a discussão sobre: as características dos modelos científicos, a tentativa de conhecimento científico, as hipóteses criadas pelos alunos e a relação com as hipóteses científicas, a incerteza do conhecimento científico, entre outros aspectos que julgar necessário; tudo isso de forma a relacionar com os modelos usados para descrever o átomo (que algo que ainda não se pode ver) com base nas investigações científicas. É essencial que, ao final da atividade, os alunos não tenham acesso ao objeto que está dentro da caixa, pois, assim como não conseguimos ver o átomo e confirmar como ele é na verdade, não devemos ver o que está na caixa e confirmar se o modelo criado pelos grupos é igual ao objeto real.

Como avaliar? (instrumentos e critérios de avaliação)

Essa atividade além de construir conceitos de modelo científico com os estudantes irá trabalhar elementos importantes no processo de construção do conhecimento, como a formulação de hipóteses, etapas de um processo, resultados embasados em argumentos e formas de representação. Para isso, propomos dois momentos de avaliação:

1. **Observação da interação dos grupos com o objeto e com os integrantes da equipe** (como a Ciência não se constrói de forma individual, é importante verificar a forma como os alunos interagem). Como sugestão, o professor pode criar um roteiro de observações levando em consideração: o respeito entre os integrantes, cooperação e participação ativa no grupo, interação com o objeto dentro das regras da atividade (se estão tentando ver o objeto dentro da caixa ou se buscam estratégias para sentir a massa, forma, etc.).
2. **Apresentação dos grupos:** nesse momento é importante que o professor, sabendo o que está dentro da caixa, não busque avaliar se o modelo elaborado pelo grupo chegou ou não mais próximo ao objeto. A avaliação deverá considerar o nível de argumentação dos estudantes para justificar o resultado final. Para isso, durante a apresentação é importante questionar e instigar os estudantes a apresentarem detalhes sobre as hipóteses formuladas desde o início pelo grupo, as etapas que percorreram durante o processo e como chegaram ao modelo final. Assim, será possível verificar se as habilidades trabalhadas estão sendo desenvolvidas pelos estudantes e se compreendem a concepção de modelo na Ciência, para que possam extrapolar para outras situações futuramente.

Esses são apenas alguns exemplos que criamos como forma de ilustrar como incorporar os aspectos de NdC aos conhecimentos curriculares propostos para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Currículo Paulista, de forma que possamos refletir explícita e reflexivamente tais aspectos na sala de aula. Eles demonstram que adaptações simples em momentos oportunos podem proporcionar a contextualização da construção do conhecimento científico, os dilemas e controvérsias na Ciência, a influência de diversos fatores na construção do conhecimento científico, enfim, promover reflexões sobre a NdC e possibilitar uma visão mais ampla dos estudantes sobre ela.

Deixamos esses exemplos a você, professor, como forma de inspiração, para que possa criar e adaptar sua própria prática para inserir discussões sobre a NdC em suas aulas. Esperamos que este curso tenha sido proveitoso, que os materiais e as discussões que realizamos tenham dado suporte para somar a toda sua bagagem pedagógica e vivência em sala de aula, podendo auxiliá-lo nessa constante aprendizagem que é ser professor.

Referências Bibliográficas

- ABD-EL-KHALUCK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ACEVEDO, J. A. Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 355-386, 2009.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; DEL MAR ARAGÓN, M. Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación química*, v. 28, n. 3, p. 140-146, 2017.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.
- AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, 2009.
- AIKENHEAD, G. S. Review of research on humanistic perspectives in science curricula. In: 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Netherlands (August 19-23). 2003.
- AIKENHEAD, G. S. Teaching Science through a Science-Technology-Society-Environment Approach: An Instruction Guide. SIDRU Research Report No. 12. Saskatchewan Instructional Development and Research Unit, Faculty of Education, University of Regina, Regina, Saskatchewan, Canada S4S 0A2, 1988.
- AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). *Science education*, v. 76, n. 3, p. 477-491, 1992.
- ALBAGU, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? *Ciência da Informação*, v. 25, n. 03, p. 396-404, set./dez. 1996.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.
- ALMEIDA, B. C.; JUSTI, R. O caso histórico Marie Curie: investigando o potencial da história da ciência para favorecer reflexões de professores em formação sobre natureza da ciência. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 351-373, 2019.
- ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química nova na escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensino. In: ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs). *Processos de ensino na Universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula*. Joinville: Univille, 2009. p. 75-107.
- ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. *Cadernos de pesquisa*, n. 49, p. 51-54, 2013.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. *ACTIO*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 115-130, jan./abr. 2018.
- BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 15, n. 3, p. 149-161, 2013.
- BATISTA, G. L. F.; DRUMMOND, J. M. H. F.; DE FREITAS, D. B. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015.
- BATISTA, S. G. As charges de Caruso sob os vieses da interação e do ensino. *Revista Philologus*, v. 17, n. 51, 2011.

- BATISTE, M. C. B.; DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. O uso de textos de divulgação científica em atividades didáticas: uma revisão. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6002>>. Acesso em: 20 mai. 2020.
- BELL, R.L.; BLAIR, L.M.; CRAWFORD, B.A.; LEDERMAN, N.G. Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 40, n. 5, p. 487-509, 2003.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. História da Ciência para formação de professores. 12 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- BERTOLDO, R. R.; CUNHA, M. B.; STRIEDER, D. M.; SILVA, A. S. Momentos de leitura na escola: tem ciência? In: GORDAN, M.; CUNHA, M. B. (orgs). *Divulgação científica na sala de aula: perspectivas e possibilidades*. Ijuí: Editora Unijuí, 2015. p. 307-329.
- BIGHETTI, R. C. História da Ciência e Livro didático: Robert Boyle e o PNLD 2018-2020. 2019. 147f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019.
- BONFIM, B. G. O Princípio de Conservação da Energia nos Livros Didáticos: uma análise de conteúdos, 2014. 89 f. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.
- BORGES, M. C.; CHACHÁ, S. G. F.; QUINTANA, S. M.; DE FREITAS, L. C. C.; RODRIGUES, M. D. L. V. Aprendizagem baseado em problemas. *Medicina (Ribeirão Preto. Online)*, v. 47, n. 3, p. 301-307, 2014.
- BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECIS, 1996.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, L. S.; VBT, E. A. A modelagem científica vista como um campo conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 507-543, 2011.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018b. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EF_EF_110318_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018. 2018a. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/baset_publisher/Kujw0T2C2Mb/content/id/51281622>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- CALLEGARIO, L. J. A história da ciência em sala de aula: o episódio da potassa como uma proposta para ensino de química em nível médio. 2017. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Químicas. Campos dos Goytacases, 2017.
- CAMPOMANES, R. R.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E. A. Modelo de associação de molas em paralelo em atividades de ensino de Física: uma análise do domínio de validade. *Rev. Bras. Ensino Fis.*, São Paulo, v. 42, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbep-2019-0076>>. Acesso em: 16 de abr. 2020.
- CARDOSO, D.; NORONHA, A.; WATANABE, G.; GURGEL, I. Texto Jornalístico sobre Ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.8, n.3, p.229-251, 2015.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. O Saber Fazer do Professor. In: Castro, A. D. e Carvalho, A. M. P. *Ensinar a Ensinar*. São Paulo: Pioneira, 2001.
- CASTANEDA, H. A. A.; SUAREZ, C. J. M. Estudio de caso en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y respiración en plantas a partir de una unidad didáctica. *Rev. Fac. Cienc. Tecnol.*, Bogotá, n. 40, p. 30-80, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142016000200003&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 03 jun. 2020.
- QUIVIERO, P. A. G.; LIVRAMENTO, S.; OLIVEIRA, F. P. Z.; FRONZA, K. R. K. Uma análise dos livros didáticos de matemática e física: interseções de temas de História e Filosofia da Ciência. In: 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, Atas eletrônico... Florianópolis, SC, 16 e 18 nov. 2016.

- CRUZ, A. B.; FERNANDES, G. W. R. Limites e possibilidades sobre o uso do vídeo documentário científico no ensino de Física. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2016. Atas..., Águas de Lindóia, SP, 2013.
- CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. *Scientiae Studia*, v. 4, n. 3, p. 353-371, 2006.
- DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, v. 23, n. 1-2, p. 147-164, 2016.
- DENG F.; CHEN D.-T.; TSAI C.-C.; CHAI C.-S. Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, v. 95, p. 961-999, 2011.
- DINIZ, N. P.; FURLANI, J. M. S. A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS: análise da abordagem historiográfica nos anos do XIII ao XVII ENEQ. In: XVIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2016. Atas..., Florianópolis, SC, 2016.
- DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J.R.S. Concepções de estudantes sobre cientistas: (re)construções a partir de leitura de um texto de divulgação científica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química. Atas..., Ouro Preto, MG, 2014.
- DINIZ, N. P.; REZENDE JUNIOR, M. F. Percepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência e o trabalho científico nas produções acadêmicas das áreas de educação em ciências. *EDUCERE: Revista de Educação da UNIPAR*, v. 19, p. 29-71, 2019a.
- DINIZ, N. P.; REZENDE JUNIOR, M. F. Textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje online: potencial para discussão de aspectos da natureza da ciência. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 163-194, nov. 2019b. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5133.2019v12n2p163/41734>>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- DINIZ, N.; REZENDE JUNIOR, M. F. Percepções sobre a Natureza da Ciência em Textos de Divulgação Científica da Revista Ciência Hoje Online. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 4, 2018.
- DRIVER, R.; LEARCH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. Young people's images of science. Buckingham, UK: Open University Press, 1996. 172 p.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, p. 287-312, 2000.
- ELLIOT, P. Reviewing newspaper articles as a technique for enhancing the scientific literacy of student-teachers. *International Journal of Science Education*, v. 28, p. 1245-1263, 2006.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, v. 88, n.6, p. 915-933, 2004.
- FABRICIO, C. M.; AIRES, J. A. Concepções de Ciência e desenvolvimento científico nos Livros Didáticos de Química. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Atas... Florianópolis, SC, 23 e 28 jul. 2016.
- FERNANDES, D. Avaliação, aprendizagem e currículo: para uma articulação entre investigação, formação e práticas. In: Raquel Barbosa (Org.) *Formação de educadores: Artes e técnicas – Ciências e políticas*, p. 15-36, São Paulo: Editora UNESP, 2006.
- FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 38-44, 2004.
- FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.23, n.4, out.-dez. 2016, p.1191-1208.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-39, abr. 2011.
- FORD, M. 'Grasp of practice' as a reasoning resource for inquiry and nature of science understanding. *Science & Education*, v. 17, n. 2, p. 147-177, 2008.

- GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 3, p. 305-322, 2011.
- GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M. A. Comprensión de los Estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis de estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 30, n. 1, p. 23-33, 2012.
- GARRITZ, A.; SOSA, P.; HERNÁNDEZ-MILLÁN, G.; LÓPEZ-VILLA, N. M.; NIETO-CALLEJA, E.; MARÍA REYES-CÁRDENAS, F.; HARO, C. R. Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para los conceptos de sustancia y reacción química con base en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Educ. quím.*, México, v. 24, n. 4, p. 439-450, 2013.
- GATHONG, S.; CHAMRAT, S. Pre-service teachers' teaching practice of science technology society environment (STSE) learning approach integrated nature of science during internships. In: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2019. p. 030004.
- GILBERT, J. K. Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 2, n. 2, p. 115-130, 2004.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; AÚS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 123-153, 2001.
- GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. A literatura de Monteiro Lobato na discussão de questões acerca da Natureza da Ciência no ensino fundamental. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, v. 17, n. 2, p. 390-413, 2013.
- HAYDT, R. C. C. Avaliação do processo ensino-aprendizagem. 6ª ed. São Paulo: Ática, 1997. Auto-avaliação. p. 286-319. Disponível em: <https://reolique.files.wordpress.com/2010/08/didc3a1tica-texto-13.pdf>. Acesso em 18/01/2021.
- HAYNES, R. From alchemy to artificial intelligence. *Public Understanding of Science*, v. 12, n. 3, p. 243-254, 2003.
- HAYNES, R. Whatever happened to the "mad, bad" scientist? Overturning the stereotype. *Public Understanding of Science*, v. 23, n. 1, p. 31-44, 2014.
- HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 3-32, abr. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n1p3>. Acesso em 16 abr. 2020.
- HICKS, D.; HOLDEN, C. Exploring the future a missing dimension in environmental education. *Environmental Education Research*, London, v. 1, n. 2, p. 185-193, 1995.
- HODGSON, D. Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science. Brill Sense, 2008.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.
- IRZIK, G.; NOLA, R. New directions for nature of science research. In: *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Springer, Dordrecht, 2014. p. 999-1021.
- KHISHFE, R.; LEDERMAN, N. G. Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 43, n. 4, p. 395-418, 2006.
- KLOPFER, L. E.; COOLEY, W. W. The history of Science cases for high schools in the development of student understanding of science and scientists: a report on the HOSC instruction project. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 1, p. 33-47, 1963.
- KÖCHE, J. C. Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 29ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2011.
- KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

- KRASILCHIK, M. Formação de professores e ensino de Ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (org.) *Formação Continuada de Professores de Ciências*. Nupes, 1996. p. 135-170.
- KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 32, p. 19-32, 2018.
- LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, Present, and Future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-880.
- LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.
- LEITE, M. R. V. Histórias em quadrinhos como material didático para a aproximação da História e Filosofia da Ciência ao ensino dos elementos químicos. 2020. 235f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.
- LINHARES, E.; REIS, P. A discussão de controvérsias sócio-científicas a partir de documentários em vídeo. *Retos y perspectivas en la enseñanza de las ciencias*, p. 115-119, 2013.
- MACHADO, J. V. V.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Percepções sobre a Natureza da Ciência e o papel do Cientista de estudantes do Ensino Médio. *Acta Scientiae*, v. 19, n. 4, 2017.
- MAINARDES, J. Avaliação da aprendizagem na alfabetização. In: CRUZ, M. C. S.; BORBA, R. E. S. R. (Orgs.). *Ciclo de palestras: volume 1*. Recife: Editora UFPE, 2016. p. 109-123.
- MANGOUR, N. Science-technology-society (STS) a new paradigm in science education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. (S.l.: s.n.), 2009.
- MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. *Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências*, v. 1, n. 3, 2001.
- MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.
- MARTINS, N. A. George Newport (1803 - 1854) e os estudos sobre reprodução animal: uma aplicação de história da biologia em sala de aula. 2020. 220 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- MATTEDI, M. A sociologia da pesquisa científica: o laboratório científico como unidade de análise sociológica. *Teoria & Pesquisa*, v. 16, n. 2, p. 51-69, 2007.
- MATTHEWS, M. R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: *Advances in nature of science research*. Springer, Dordrecht, 2012. p. 3-26.
- MCCLUNE, B.; JARMAN, R. Critical reading of science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, v. 32, p. 727-752, 2010.
- MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: *The nature of science in science education*. Ed. MCCOMAS, W. F. Springer, Dordrecht, 1998. p. 3-39.
- MCCOMAS, W. F.; OLSEN, J. K. The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In: MCCOMAS, W. F. (ed.). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Ed. MCCOMAS, W. F. Springer, Dordrecht, 1998. p. 41-52.
- MICELI, B. S.; ROCHA, M. B. Análise da Natureza da Ciência em Textos de Divulgação Científica sobre genética inseridos em livros didáticos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 3, p. 37-53, 2020.
- MILLER, J. D. Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. *Deadalus*, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

- MIRAS, N.; SOLÉ, I. La evaluación del aprendizaje y la evaluación en el proceso de enseñanza e aprendizaje. *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la Educación*. Madrid: Alianza, 1993.
- MORAES, W. R. *História e Natureza da Ciência no Ensino de Biologia: perfil e concepções de professores em serviço e de materiais didáticos*. 2016. 230 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos Históricos da Divulgação Científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (org.). *Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. 1ª edição, Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 43-64.
- MORETTI, F. Qual a diferença entre charge, cartum e quadrinhos? Disponível em: <http://ocghumor.com.br>. Acesso em 18 set. 2006.
- MOSS, D.M.; ABRAMS, E.D.; ROBB, J. Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 8, p. 771-790, 2001.
- MOTA, G. P. R.; GONTUO, G. B.; OLIVEIRA, J. R. S. A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 3, p. 953-983, 2017.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.
- MOURA, B. A.; BOSS, S. L. B. Thomas Young e o resgate de teoria ondulatória da luz: Uma tradução comentada de sua Teoria Sobre Luz e Cores. *Rev. Bras. Ensino Fis.*, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 4203-1-4203-24, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1806-11173731818>. Acesso em 20 abr. 2020.
- MOUTINHO, S.; TORRES, J.; FERNANDES, I.; VASCONCELOS, C. Problem-based learning and nature of science: A study with science teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 191, p. 1871-1875, 2015.
- NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, H. R.; SILVA, B. V. C. A astronomia, a historiografia da ciência e os livros didáticos: uma história mal contada? *RENCIMA*, v. 7, n. 3, p. 40-52, 2016.
- NOUVEL, P. *Filosofia das Ciências*. Tradução de SCACHETT, R. E.; SIGRIST, V. C. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013.
- OLIVEIRA, E. T. *Projetos e metodologias ativas de aprendizagem*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2018. p. 33.
- ORTEGA, D.; MOURA, B. A. Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz. *Rev. Bras. Ensino Fis.* São Paulo, v. 42, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0114>. Acesso em 20 abr. 2020.
- OSBORNE, J.; DUSCHL, R.; FAIRBROTHER, R. *Breaking the mould? Teaching science for public understanding*. London: The Nuffield Foundation, 2002.
- PATRONIS, T.; POTARI, D.; SPILOTOPOULOU, V. Students’ argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 7, p. 743-754, 1999.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Tensions and Opportunities: A Baseline Study of Teachers’ Views of Environmental Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, v. 9, n. 3, p. 263-283, 2014.
- PEREIRA, H. W. F. *Mulheres e a construção do conhecimento: uma proposta de ensino por meio de uma sequência de atividade temática com abordagem histórica da ciência para o tema DNA*. 2020. 96f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema, 2020.
- PIETROCCIA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

- RAVIOLO, A.; AGUILAR, A.; RAMÍREZ, P.; LÓPEZ, E. Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Análisis de las observaciones de clase. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, v. 6, n. 1, p. 61-71, 2011.
- RAVIOLO, A.; RAMÍREZ, P.; LÓPEZ, E. Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, v. 7, n. 3, p. 591-612, 2010.
- REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, p. 51-74, 2006.
- REZNIK, G.; MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Como a imagem de cientista aparece em curtas de animação? *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 26, n. 3, p. 753-777, 2019.
- ROCHA, M. B. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. *Acta Scientiae*, v. 14, n. 01, jan/abr, 2012, p. 132-150.
- ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.
- ROXAS, F. R.; DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. O Trabalho do Cientista nos Cartuns de Sidney Harris: Um Estudo sob a Perspectiva da Sociologia da Ciência. *Revista Química nova na escola*, v. 37, p. 68-81, 2015.
- SADLER, T. D.; BARAS, S. A.; SCOTT, B. What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, v. 37, n. 4, p. 371-391, 2007.
- SADLER, T. D. Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. *The Science Educator*, v. 13, p. 39-48, 2004.
- SANTOS, D. B. S. *Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de Química*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017, 159p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista: etapa Ensino Médio. 2020. 301p. Disponível em: <https://etapa.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/CURR%C3%8DULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 08 set. 2020.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SCHULTZ, E. S.; MULLER, C.; CORRÊA, S. M. M. Laboratório de aprendizagem: o lúdico nas séries iniciais. 2005.
- SCHUMMER, J.; SPECTOR, T. I. Popular images versus self-images of science: Visual representations of science in clipart cartoons and internet photographs. *Science Images and Popular Images of Science*, London-New York: Routledge, p. 69-95, 2007.
- SERNA-ROSELL, C.; VILCHEZ-GONZALEZ, J. M. Estereotipos científicos: percepción del alumnado de un centro de adultos de Granada (España). *Rev. Cient.*, Bogotá, n. 32, p. 169-182, ago. 2018. Disponível em <http://dx.doi.org/10.14483/23448350.12799>. acessos em 24 set. 2020.
- SILVA, C. M.; JUSTI, R. Planejamento e condução de discussões sobre natureza da ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, v. 21, e10601, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1983-2117201921010124>. Acesso em 16 abr. 2020.
- SILVA, José Luis P. B.; MORADILLO, Edison Fortuna. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. *Ensaios Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2002.
- SILVA, M. A. A Feticização do Livro Didático no Brasil. *Educ. Real*, Porto Alegre, v. 37, n. 3, p. 803-821, set/dez 2012. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/edreal/v37n3/06.pdf>. Acesso em maio de 2020.

SILVA, M. M. A. *A confluência entre história e filosofia da ciência e o uso de objetos virtuais de aprendizagem: um estudo de caso na formação docente*. 2019. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SOUZA, G. A. P. *Influências de uma Política Pública Educacional na transformação de uma obra didática de Química*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016, 174p.

STACONI, J. P. *Textos de Divulgação Científica e Interdisciplinaridade: investigando suas potencialidades em superar concepções distorcidas de ciência e do trabalho científico*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

STINNER, A. *Contextual settings, science stories and large context problems: towards a more humanistic science education*. *Science Education*, Hoboken, New Jersey, v. 79, n. 3, p. 553-581, 1995.

STRIEDER, R. B. *Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. 2012. 283 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biotecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; APONTE, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; MONTESANO, M. *Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula*. *Educación química*, v. 25, p. 190-202, 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MAS, M. A. M.; ANTONIO, J.; DÍAZ, A.; ROMERO, P. A. *Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica*. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.

VIANNA, D. M.; CARVALHO, A.M.F. *Bruno Latour e contribuições da antropologia da ciência: aspectos para o ensino de ciências*. *Ciência & Ensino*, v. 10, n. 1, p. 14-19, 2001.

YAGER, R. E. *The status of science-technology-society reform efforts around the world*. ICASE, 1992.

ZAMBONI, M. S. Z. *Heterogeneidade e Subjetividade no Discurso da Divulgação Científica*. 1997. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1997.

ZANETTI, J. *Literatura e Cultura Científica*. In: ALMEIDA, M.J.P.M. e SILVA, H.C. (orgs.). *Linguagem, leituras e ensino de ciências*. Campinas: Mercado das Letras, 1998. p. 11-36.

Apêndice

Apresentamos no Quadro 3 uma relação de teses, dissertações e artigos científicos com análise de materiais e/ou descrição de situações didáticas criadas por professores-pesquisadores de forma a discutir a NdC em diversos contextos – Educação Básica (Ensino Fundamental e Ensino Médio) e formação inicial e continuada de professores. Esses trabalhos auxiliaram na construção do Módulo 2 deste curso, formando o arcabouço teórico e constituindo os exemplos do tema como ensinar.

O conteúdo presente nesses arquivos, desde os materiais utilizados (criados ou analisados pelos autores) às situações propostas, podem servir de um banco de dados para utilizarmos em nossas aulas ou para inspirar a criação de novas propostas que condizem com nossa realidade escolar.

Quadro 3 - Relação de trabalhos para inspirar a inserção da NdC em sala de aula.

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Análise de documentários científicos sobre o Mundo Natural no Ensino de Biologia: Nascimento do fogo (2004) e Explosão da vida (2005).	Documentários Científicos sobre o Mundo Natural no Ensino de Biologia.	SOUZA, J. C.	2020	Ciência & Educação	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Considerações históricas sobre a "descoberta" do oxigênio.	Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso	BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRACO, A.; BONFIM, C. S.	2019	Ciência & Educação	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Uso da modelagem em situações práticas no ensino de Química.	Planejamento e condução de discussões sobre natureza da ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação	SILVA, C. M.; JUSTI, R.	2019	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Análise da História da Ciência em livros didáticos sobre biologia celular.	História e Filosofia da Ciência no ensino de Biologia Celular	TEÓFILO, F. B. S.; GALLÃO, M. I.	2019	Ciência & Educação	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Abordagem histórica da reflexão e da refração da luz.	Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz	ORTEGA, D.; MOURA, S. A.	2019	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Energia, fontes de energia e meio ambiente.	La naturaleza de la ciencia y la tecnología. Una experiencia para desarrollar el pensamiento crítico	ORTEGA-QUEVEDO, V.; GIL, P. C.	2019	Revista científica	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf
Modelagem e história dos modelos atômicos.	Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de formação orientado para a História e Filosofia da Ciência	CORTEZ, J. M.; KOURANS, N. M. M.	2019	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/84444/1/tese.pdf

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Análise de TDC em livros didáticos de biologia.	O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos	SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B.	2018	Ciência & Educação	https://doi.org/10.1590/1516-73132018000100001
Estudo de caso com controvérsias históricas: <i>Semmelweis e a febre puerperal</i> ; <i>A controvérsia entre Pasteur e Liebig sobre a fermentação</i> ; <i>A polêmica entre Pasteur e Pouchet sobre a geração espontânea e Rosalind Franklin</i> ; e a elucidação da estrutura do DNA	Compreensão de futuros professores de ciência sobre aspectos epistemológicos da natureza da ciência em quatro controvérsias de história da ciência	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ARAGÓN-MÉNDEZ, M. M.; GARCÍA-CARMONA, A.	2018	Revista científica	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2018.03.001
Thomas Young e a teoria ondulatória da luz no início do século XIX.	Thomas Young e a teoria ondulatória da luz no início do século XIX: aspectos conceituais e epistemológicos	OLIVEIRA, R. A.; MARTINS, A. F. P.; SILVA, A. P. B.	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://doi.org/10.1590/1807-03042018000100001
Atividades investigativas variadas no contexto do Ensino de Física.	Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará	FRANJA, S.; PASCHOAL JR, W.; PEREZ, S.; TABOSA, C. E. S.; SILVA ALVES, J. P.; SILVA, C. R.	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://doi.org/10.1590/1807-03042018000100001
Sequência didática sobre gravitação.	A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação	ARTHURY, L. H. M.; TERRAZZAN, E. A.	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://doi.org/10.1590/1807-03042018000100001
Significado e papel de modelos científicos na prática científica.	Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN-MÉNDEZ, M. M.; OLIVA-MARTÍNEZ, J.	2017	Revista Científica	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2017.03.001
Sequência didática sobre física de Partículas (estrutura da matéria).	Noções de alunos do Ensino Médio a respeito da estrutura da matéria: investigação de uma abordagem histórico-didática para o ensino de Física de Partículas	COSTA, M.; BATISTA, L. L.	2017	Revista eletrônica de Investigación en ciencias	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2017.03.001
Estudo histórico sobre os mecanismos e os princípios matemáticos na física de Descartes e Fermat.	The heuristics of representation in science: the mechanisms and mathematical principles in physics of Descartes and Fermat	LABANJEIRAS, C. C.; SILVA, J. L.; CHIAPPIN, J. R. N.	2017	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://doi.org/10.1590/1807-03042017000100001
Estudo histórico da evolução das definições ácido-base.	Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química	SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M.	2017	Educación Química	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2017.03.001

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Estudo de caso com controvérsias históricas: <i>Semmelweis e a febre puerperal</i> ; <i>A controvérsia entre Pasteur e Liebig sobre a fermentação</i> ; <i>A polêmica entre Pasteur e Pouchet sobre a geração espontânea e Rosalind Franklin</i> ; e a elucidação da estrutura do DNA.	Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M.	2017	Educación química	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2017.03.001
Estudo histórico das teorias ácido-base no século XIX.	Teorias ácido-base no século XIX e uma análise reflexiva do trabalho científico.	SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M.	2017	Educación química	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2017.03.001
Episódios históricos e a experimentação no Ensino de Física.	Natureza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación	ROMERO CHACÓN, Á.; AGUILAR MOSQUERA, Y.; MEJÍA, L. S.	2016	Revista de Investigación Educativa	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2016.03.001
Estudo de caso sobre fotossíntese e respiração em plantas.	Estudio de caso en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y respiración en plantas a partir de una unidad didáctica	AFANADOR CASTAÑEDA, H. A.; MOSQUERA SUÁREZ, C. J.	2016	Tecné, Episteme y Didaxis: TED	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2016.03.001
Sequência didática sobre Modelos Atômicos.	Reflexões sobre o processo de construção da ciência na disciplina de química: um estudo de caso a partir da história dos modelos atômicos	BARBOSA DE MOURA, C.; GUERRA, A.	2016	Revista Eletrônica de Investigación en Ciencias	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2016.03.001
Controvérsia Pasteur vs. Pouchet sobre a geração espontânea.	La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M.	2016	Ciencia & Educación	https://doi.org/10.1590/1516-73132016000100001
Proposta didática baseada na controvérsia Pasteur x Liebig sobre a fermentação.	Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.	2016	Revista Iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2016.03.001
Atividade investigativa no estudo da lei de Boyle-Mariotte por meio da experimentação.	Implicações epistemológicas de aplicação de um método investigativo em aula experimental no ensino médio	MOURA DA SILVA, O. H.; LABURJÓ, C. E.	2016	Revista eletrônica de Investigación en ciencias	https://doi.org/10.1016/j.scieduc.2016.03.001
Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica no Ensino de Física.	Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a resignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física	HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, L. S.; VEIT, E. A.	2016	Revista Brasileira de Ensino de Física	https://doi.org/10.1590/1807-03042016000100001

Abordando a Natureza

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Controvérsias e questões sócio científicas sobre eugenia e descarte de embriões	Compreensões sobre a Natureza da Ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial	SIERRA, D. F. M.	2015	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
Enfoque histórico sobre efeito fotoelétrico e a natureza da luz	O efeito fotoelétrico e a natureza da luz através de um enfoque histórico-filosófico: uma proposta	NETTO, M. F. S.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
Abordagem histórica com uso de simulações sobre as partículas elementares da matéria	Uma abordagem histórico-didática com auxílio de multimídias para o ensino de partículas elementares no ensino médio	COSTA, M.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
Conceitos de energia com enfoque CTS	Aprendizagem relacionada ao conceito de energia visando à alfabetização científica e tecnológica de alunos do ensino médio utilizando o enfoque CTSA	NETO, F. P.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
Sequência didática que discute questões raciais na Ciência	Racismo científico como premissa crítica das relações CTS: o estudo de desenvolvimento de uma sequência didática	FADIGAS, M. D.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
Espalórios históricos: expedição do francês Pierre Couplet à Paraíba, com o objetivo de verificar o formato da Terra; desenvolvimento das máquinas térmicas; desenvolvimento das máquinas simples e as controvérsias no ensino de Portugal do século XVIII.	Uso de episódios da história da ciência na formação continuada de professores de física na modalidade do ensino à distância	RODRIGUES JUNIOR, E.	2015	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
História da genética: conceito de linkage	O desenvolvimento do conceito de linkage (1902-1915): uma contribuição histórica para o ensino de genética	BRUNELLI, A.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983
História e filosofia da ciência (contexto do ensino superior)	Contribuições da história e filosofia da ciência para a formação inicial de professores de ciências e biologia: limites e possibilidades	HIDALGO, M. R.	2015	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/67983

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Ole Roemer e a velocidade da luz	Ole Roemer e a velocidade da luz: explorando aspectos da natureza da ciência em uma proposta de ensino.	LAPORTE, R. S.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Uso de história da ciência e de experimentação com a temática de óptica	Concepções alternativas sobre natureza da ciência no contexto da formação inicial de professores de física de IFCE	CAVALCANTE, C. G.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Atividade Investigativas e debates no contexto da microbiologia	Sequência Didática (SD) de Microbiologia com enfoque em Natureza da Ciência e Tecnologia (NDC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para aulas de Biologia	SILVA, L. P.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Uso da história da ciência e de experimentação sobre micrografia: Robert Hook	Utilizando a história e a natureza da ciência por meio de uma atividade colaborativa como mecanismo motivador de aprendizagem	WOMMER, F. G. B.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Ephódio histórico da potassa	A história da ciência em sala de aula: o ephódio da potassa como uma proposta para o ensino de química em nível médio	CALLEGARIO, L. J.	2017	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Atividade experimental e uso de simulação sobre eletricidade atmosférica	Abordagem da Eletricidade Atmosférica sob o Enfoque CTS: um caminho para a Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino Médio	PEDROSO, M. L. S.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Uso da investigação científica e de estudos de caso contemporâneos para abordar a temática de recursos hídricos	Projeto Investigativo Interdisciplinar conexão delta e as potencialidades do ensino por investigação no ensino médio	PERSICH, G. D. O.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
História do vácuo e pressão atmosférica	Ensinando ciência e sobre ciência com a utilização de fontes primárias da história do vácuo e da pressão atmosférica	FONSECA, D. S.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944
Uso da história da ciência para abordar as Leis de Newton	Uma sequência de ensino para inserção da história e filosofia da ciência no ensino de física: uma experiência de ensino das leis de newton	GUIMARAES, I. N. D.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/documento/68944

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Uso da história da ciência e da resolução de problemas para abordar genética	Mapeando as Concepções de licenciandos em ciências biológicas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS): uma análise ator-rede	MELO, J. P.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Uso da resolução de problemas e vídeos para abordar opapel da mulheres na ciência no contexto do ensino superior	Mulheres invisíveis: uma proposta para inserção da temática de gênero na formação inicial de docentes de química	SOUZA, D. C.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Discussões sobre abordagem CTS para criação de sequências didáticas com temáticas variadas pelos professores em formação.	A perspectiva CTS no ensino de ciências: uma investigação na formação inicial de professores	SANTOS, A. B.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Uso de TDC sobre destinação do lixo; composição do solo.	A biologia celular em revistas de divulgação científica: contribuições na formação de licenciandos em ciências biológicas	MONERAT, C. A. A.	2017	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Uso da história da ciência e resolução de problemas no contexto do ensino superior	Abordagem contextual no âmbito do processo formativo do PIBID	RED, N. A.	2017	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Reprodução animal na primeira metade do século XVIII (Charles Bonnet e Abraham Tremblay)	História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Tremblay	BERCOT, F. F.	2018	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Seleção natural com uso da história da ciência	Descobrir uma seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência	CORTEZ, E. P. M.	2018	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Uso da investigação científica com a temática energia e meio ambiente	Alfabetização científica no ensino médio por meio do ensino por investigação	BOSCO, E. M. R.	2018	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000
Estudo de caso histórico sobre a história do barômetro	A ciência e o cientista em guerra dos mundos (1953)	SILVA, M. M.	2018	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/20000

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Eletromagnetismo: experimento demonstrativo de Oliver Lodge	O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo	PAULINO, G. O.	2018	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Criação de planos de aula dos professores com temáticas e estratégias diversas	Séberes docentes mobilizados por professores de ciências na abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências	FLÖR, P. R. C.	2018	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso de narrativas históricas sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX	Natureza da ciência por meio de narrativas históricas: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX	OLIVEIRA, R. A.	2019	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso da história da ciência para discutir os mitos e as concepções científicas sobre a cosmologia	A história e a natureza da ciência no ensino de física: cosmologia, dos mitos às concepções científicas.	MESQUITA, T. J.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso de história em quadrinhos para abordar a história da genética: herança mendeliana	Entre quadrinhos, teorias e histórias: uma proposta de abordagem contextual no ensino da herança mendeliana	CARNEIRO, L. F. P.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Estudo histórico sobre alquimia e química orgânica	Um estudo sobre o subprojeto PIBID UNIFESP: a história da ciência no ensino de química por meio de sequências de aprendizagem temática	SANTANA, E. F.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Resolução de problemas sócio-científicos sobre sangue artificial e problema na abscissadura (local/regional/Paraíba)	Questões sócio-científicas na elaboração de uma proposta didática discursiva em aulas de química no ensino superior	RODRIGUES, J. B. S.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Atividades investigativas e experimentais sobre eletricidade (pilhas)	Atividades investigativas e abordagem contextual no contexto da sala de aula	SOUZA, S. S.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso de modelos/modelagens e atividades experimentais sobre Física clássica; leis de Newton; Física relativista	Influência do discurso docente na construção da visão de ciência dos estudantes alinhada aos objetivos do enfoque CTS	BATISTA, K. C. P.	2019	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444

TEMA TRABALHADO	TÍTULO	AUTOR	ANO	PUBLICAÇÃO	LINK PARA ACESSO
Uso da história da ciência para abordar a astronomia, a cosmologia e conceitos da física	Um Mengüto na História: Conceitual de Astronomia, da Cosmologia e da Física à Luz da Solução de Problemas Laudemianos: dos babilônios à gravitação newtoniana	BATISTA, C. A. S.	2020	Tese	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso história da ciência e do jurí simulado para abordar a astronomia segundo Galileu	Um olhar da filosofia da ciência no ensino de física: a perspectiva feyerabendiana da astronomia de galileu	SILVA, J. R. P.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Estudos históricos sobre reprodução animal em George Newport	George Newport (1803 - 1854) e os estudos sobre reprodução animal: uma aplicação de história da biologia em sala de aula	MARTINS, N. A.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Fontes primárias e estudo histórico sobre circulação sanguínea e William Harvey	William Harvey e a circulação sanguínea: uso de fontes primárias da história da ciência no ensino de biologia	NUNES, L. B. X.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Uso de TDC e outros materiais para discutir o conceito de gravitação	Argumentação e a construção de contra-argumentos em um debate sobre uma questão sócio-científica em uma sala de aula dos anos finais do ensino fundamental	GARCIA, R. S.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
História das mulheres na Ciência envolvendo a temática DNA	Mulheres e a construção do conhecimento: uma Proposta de ensino por meio de uma sequência de atividade temática com abordagem histórica da Ciência para o tema DNA	PEREIRA, H. W. F.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
História em quadrinho envolvendo representatividade étnico-racial na Ciência	Ensino de Ciências e Decolonialismo: a história em quadrinhos como instrumento de representatividade étnico-racial	DAMASCENO, T. C. G.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444
Fontes primárias de desenhos científicos sobre botânica	História das ciências no ensino de botânica: abordagens culturais na formação inicial de professores de ciências e biologia	LIMA, T. A.	2020	Dissertação	https://repositorio.unicamp.br/handle/2014/48444

APÊNDICE C – SLIDES ELABORADOS PELA AUTORA E USADOS NOS ENCONTROS.

FORMAÇÃO CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz
ES1 – 04/09/2021

PROGRAMAÇÃO

01

CONCEITOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA

- O que é Natureza da Ciência
- Diferentes perspectivas de abordagem: consensos e dissensos
- A NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio

02

CONSIDERAÇÕES PARA INSERÇÃO DA NdC EM SALA DE AULA

- Para que ensinar?
- O que ensinar?
- Como ensinar?
- Como avaliar?

03

CURRÍCULO EM AÇÃO

- A relação entre o Currículo Paulista e a inserção de aspectos da NdC em sala de aula de forma prática;
- Criação, análise e possível implementação de uma proposta didática.

04

AValiação DO CURSO PELOS PARTICIPANTES

- Encerramento
- Avaliação do curso

APRESENTAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL

Google Classroom:
<https://classroom.google.com/c/MxY2NzQ0NDk3NDc17cjc=waq/mwpl>



OBJETIVOS DO CURSO

- Conhecer e discutir aspectos associados à Natureza da Ciência (NdC) e sua relação com os documentos oficiais para o nível médio;
- Analisar aspectos da NdC em diferentes recursos que podem ser usados na prática pedagógica;
- Conhecer estratégias que podem ser usadas para implementação da NdC em sala de aula;
- Refletir sobre o que é importante considerar durante o processo de avaliação de tais aspectos;
- Estabelecer relações entre os aspectos da NdC apresentados e as possibilidades de abordá-los em sala de aula, considerando os materiais, as estratégias e as formas de avaliação;
- Criar, analisar e implementar propostas pedagógicas com base no Currículo vigente no Estado de São Paulo que abordem aspectos da NdC no Ensino Médio;
- Perceber a importância da inserção e discussão explícita de aspectos da NdC em sala de aula para a formação integral dos estudantes.

Dica importante

Participação e Frequência



75% dos encontros síncronos (aos sábados)

Realização de atividades



100% das atividades, dentro do prazo

Ambiente virtual

Disponibilização de encontros assíncronos (sábado às 14h00 até sexta às 23h00)

Acesso

E-mail institucional:
@prof.educacao.sp.gov.br

Comunicação

Fórum de discussão;
Fórum de dúvidas;
E-mail institucional



Contato

ndiniz@prof.educacao.sp.gov.br

O que você compreende por
Natureza da Ciência?

?

Acesse

www.menti.com



Insira o código

6549 8112



Ou use QR code

O que é Natureza da Ciência (NdC)?

REFLEXÕES SOBRE:

- Construção do conhecimento científico
- Métodos de validação desse conhecimento
- Valores envolvidos nas atividades da ciência
- Considerações sobre a comunidade científica e o trabalho do cientista
- Relações com a tecnologia
- Relações com a sociedade
- Metaconhecimento

ATIVIDADE 1

QUESTIONÁRIO INICIAL

O que é Natureza da Ciência (NdC)?

Lederman (2007)

"se refere à epistemologia da ciência, à ciência como uma maneira de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento." (p. 833).

McComas, Clough e Almazora (1998)

"arena híbrida fértil" (p. 4), pois combina elementos (história, sociologia e filosofia da ciência, psicologia) para descrever o funcionamento da ciência, o trabalho dos cientistas e as relações com a sociedade.

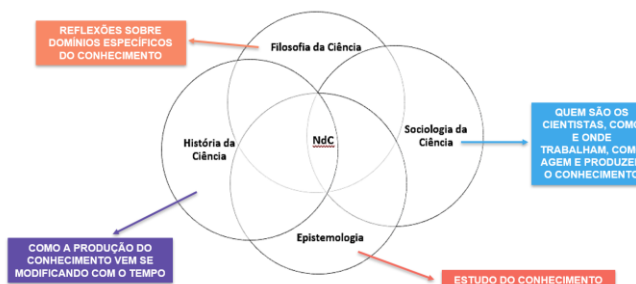
Moura (2014)

"envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência". Compreendê-la "significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada" (p. 33).

Acevedo-Díaz et al. (2007)

"metaconhecimento sobre a ciência que decorre das reflexões interdisciplinares feitas a partir da filosofia, história e sociologia da ciência por especialistas dessas disciplinas e, também, por alguns ilustres cientistas" (p. 43-44).

Áreas que contribuem para a compreensão da NdC



Questionário Inicial

O questionário inicial contém 26 afirmações com opções de respostas de múltipla escolha que tem como objetivo identificar diferentes percepções sobre a Natureza da Ciência.

A percepção de uma pessoa sobre um assunto é algo pessoal, por isso não existem respostas certas ou erradas nesta atividade, existe apenas a SUA opinião, que é aquilo que interessa!

As informações mais detalhadas estão no formulário da atividade:
<https://classroom.google.com/c/MjM3MTE4NzI4MDUx/a/MjM5Njg5NTcwMDA2/details>

(tempo estimado para realização da atividade = 1 hora)

FORMAÇÃO CONTINUADA



Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz
EAS1 – 04/09/2023 a 10/09/2023

Diferentes perspectivas na abordagem da NdC

CONSENSO X DISSENSO

Consenso

- Percepções que favorecem uma imagem estereotipada Ciência – ligada à visão positivista – devem ser evitadas em sala de aula.

- Visão empírico-indutivista e ateorica da ciência
- Rigidez do método científico
- Visão aproblemática e ahistórica
- Visão exclusivamente analítica e reducionista
- Percepção de ciência acumulativa e de crescimento linear
- Ciência individualista e elitista
- Visão socialmente neutra da ciência

Gil-Pérez et al. (2001)

CONCEITOS SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA

MÓDULO 01

VISÃO CONSENSUAL

Ideias largamente aceitas em relação à NdC que se aproximam de uma visão considerada mais adequada do fazer científico.

Não se pode generalizar esses aspectos devido às particularidades de cada área ou disciplina científica.

VISÃO NÃO CONSENSUAL

Aspectos consensuais

- Recusa de um único Método Científico
- Recusa do empirismo puro
- Importância do papel da investigação e do pensamento divergente
- Natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico
- Embasamento teórico da natureza do conhecimento científico
- Natureza tentativa do conhecimento científico
- Procura da coerência global
- A ciência é um esforço para explicar fenômenos naturais
- Os cientistas precisam ter registros precisos, passar por revisão por pares, informações verdadeiras e a possibilidade de replicar os resultados
- A história da ciência revela um caráter evolutivo e revolucionário
- Caráter social e cultural do conhecimento científico
- As ideias científicas são influenciadas por seu ambiente histórico e social

*Gil-Pérez et al. (2001)
Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz (2002)
McComas, Clough e Almazroa (1998)*

Dissenso

- Crítica à visão consensual por apresentarem certo reducionismo sobre as características da NdC.
- Podem “funcionar como um mantra, como um catecismo, como mais uma coisa a ser aprendida” mesmo que esse não tenha sido o objetivo de seus idealizadores (MATTHEWS, 2012, p. 11).

A vantagem de considerar que há um consenso mínimo a ter em conta ao abordar a NdC no contexto escolar voltado para a área das Ciências da Natureza é que essa perspectiva apresenta um caminho mais claro a nós professores sobre: o que é importante considerar no planejamento das situações de aprendizagem, quais cuidados são necessários ao definir os recursos e estratégias a serem utilizados, como guiar as discussões em sala de aula de forma a propiciar uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência, etc.

NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio

- A BNCC reconhece que os aspectos da NdC são essenciais para a formação dos estudantes e que “aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos”, sendo necessário o contato com a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos” (p. 547).



Dissenso

- Para Allchin (2011) as listas de consenso são “deficientes” (p. 532):
 - inclui itens que não relevantes para a alfabetização científica funcional (como a diferença entre lei e teoria)
 - omite outros, como o papel significativo da credibilidade (mesmo entre os cientistas).
- A visão consensual apresenta deficiências e fraquezas (IRZIK; NOLA, 2011):
 - retrata uma imagem limitada da ciência, por exemplo, não há menção aos objetivos da ciência ou regras metodológicas;
 - manifesta uma imagem única da ciência, desconsiderando as especificidades das disciplinas científicas, etc.

NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no Ensino Médio,

Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (BRASIL, 2018, p. 472, grifo nosso).

NdC nos documentos oficiais que regem o Ensino Médio

O Currículo Paulista, alinhado com a BNCC, aponta que os estudos proporcionados pela área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem possibilitar

[...] que o estudante seja capaz de analisar, compreender e interpretar o mundo de forma contextualizada e, necessário, também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais. Além disso, que possua maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia, essencialmente aqueles aplicados à vida pessoal e coletiva. (SÃO PAULO, p. 135, grifo nosso).

Atividade 2

Fórum de discussão

?

CONSIDERAÇÕES PARA INSERÇÃO DA NdC EM SALA DE AULA

MÓDULO 02

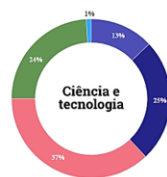
Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil

Nível de interesse

Embora haja uma queda no interesse declarado nos últimos anos em temas como esportes, artes e cultura, economia e, de forma menos marcada, religião, as prioridades se mantiveram estáveis: os três temas que os brasileiros consideram de maior interesse (entre os oito investigados) se mantêm medicina e saúde, meio ambiente, e religião.

Medicina e saúde aparecem com 79%, seguidos de meio ambiente com 76%.

● MUITO INTERESSADO ● POUCO INTERESSADO ● INTERESSADO ● NÃO INTERESSADO ● N/D



Disponível em: <https://www.capes.org.br/verbos/percepcao/tema>. Acesso em 24 de setembro 2020.

FORMAÇÃO
CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz

ES2 – 11/09/2023

02

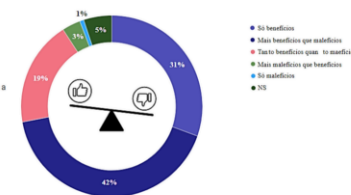
PARA QUÊ ENSINAR?

Considerações para a sala de aula

Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil

Percepção sobre benefícios e malefícios da ciência e tecnologia

A visão positiva que a sociedade brasileira tem sobre a ciência e a tecnologia se mantém. 73% dos entrevistados acham que C&T trazem só benefícios ou mais benefícios que malefícios para a sociedade.

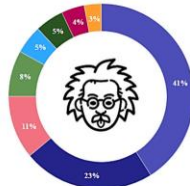


Disponível em: <https://www.capes.org.br/verbos/percepcao/tema>. Acesso em 24 de setembro 2020.

Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil

Como é visto o cientista

A sociedade demonstra que reconhece a C&T como importantes para o desenvolvimento do País e essa percepção positiva se estende aos cientistas. Eles são vistos como "pessoas inteligentes que fazem coisas úteis à humanidade" para 41% da amostra.



Disponível em: <https://www.cipe.org.br/web/percepcao/home>. Acesso em 24 de setembro 2020.

Percepções sobre a Ciência

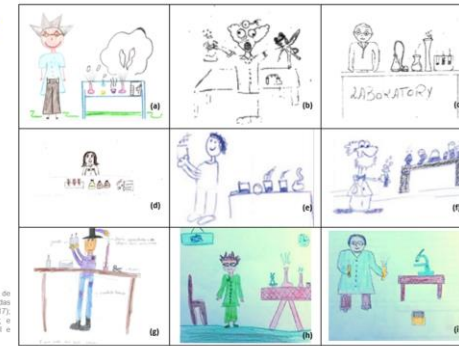
- Currículo restrito à abordagem de conceitos científicos isolados.
- Sem conexão com as diversas instâncias da sociedade (aspectos políticos, econômicos, éticos, culturais e ambientais).

É necessário ir além da compreensão dos conceitos científicos, para que o estudante possa compreender, interpretar e agir no seu cotidiano e na sociedade, participando de forma ativa e autônoma na resolução de problemas, perspectiva que se aproxima da visão o Ensino de Ciências deva promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

Para quê ensinar?

- A falta de entendimento sobre a NdC é potencialmente prejudicial para a sociedade, principalmente naquelas em que os cidadãos têm voz nas decisões de financiamento da ciência (MCCOMAS et al., 1998).
- Tomar decisões baseadas em evidências científicas, avaliar questões políticas, ter alguma atitude frente a um determinado problema, são apenas alguns exemplos que conhecimentos sobre a ciência podem influenciar, evitando (ou amenizando) a tomada de decisões precipitadas ou sem fundamentos.

Percepção de estudantes sobre o trabalho do cientista



Fonte: imagens (a), (b), (c) e (d) retiradas de Dine e Oliveira (2014); imagens (e) e (f) retiradas de Machado e Bartholomeu-Santos (2017); imagem (g) retirada de Reis et al. (2006); e imagens (h) e (i) retiradas de Serra-Rosell e Vilech-Gonzalez (2018).

Para quê ensinar?

- O cidadão considerado alfabetizado científica e tecnologicamente precisa reconhecer o papel fundamental da ciência e da tecnologia na sociedade, o que vai além de conhecer os produtos da ciência, incluindo seu processo de construção e o seu papel como instituição social (KRASILCHIK, 1996).
- A NdC vêm sendo considerada um dos elementos centrais dessa discussão, principalmente no sentido de contribuir para a humanização da Ciência e para a tomada de decisões tecnocientíficas dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Para quê ensinar sobre NdC?

- Ter uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a Ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade;
- Consumir de forma mais consciente as informações científicas;
- Refletir sobre problemas e acontecimentos cotidianos;
- Participar de discussões sócio-científicas de forma a tomar decisões mais informadas;
- Ter uma percepção mais humanizada da Ciência e do cientista e, consequentemente, uma imagem menos estereotipada.

Discussão em grupo

Levando em consideração o conceito de "Natureza da Ciência" que discutimos na 1ª semana e os aspectos relacionados ao "para quê ensinar" (objetivo) sobre ela, reflita em grupo:

- O que você acredita ser importante abordar sobre a Natureza da Ciência em sala de aula (um conceito, um tema, uma situação, etc.)?
- Como a abordagem desse tema/conceito/situação/etc. se relaciona com os aspectos do "para quê ensinar" sobre a NdC?
- Qual a forma como você abordaria esse tema/conceito/situação/etc. para atingir o objetivo esperado?

02

O QUÊ ENSINAR?

Considerações para a sala de aula

Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade

- Foi originalmente inspirada no **ambientalismo** e na **sociologia da ciência**, centrando-se em valores e responsabilidade social. (AIKENHEAD, 2009)
- Estrutura conceitual para a abordagem CTS:
 - as interações da ciência e dos cientistas com questões e instituições sociais *externas* à comunidade científica
 - as interações sociais dos cientistas e suas comunidades, aos valores *internos* à comunidade científica

[...] são "pontos chave" da educação CTS: proporcionar aos alunos meios para **emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade**; proporcionar uma perspectiva mais **rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência**; tornar a ciência mais **acessível e mais atraente** a alunos de diferentes capacidades e sensibilidades; e **preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática** (SANTOS, 2001, *apud* STRIEDER, 2012, p.15-16).

FORMAÇÃO
CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz
ES3 – 18/09/2023

Atenção!

Fornecer informações que auxiliem na realização de escolhas para abordagem em sala de aula de modo a contribuir para a formação do estudante, levando em consideração os argumentos do *para que ensinar* sobre a NdC.

Visões sobre a Ciência-Tecnologia-Sociedade

- A abordagem CTS enfatiza a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, incluindo necessariamente a epistemologia da ciência e seu status como empreendimento social (AIKENHEAD, 1988).
- Os tópicos presentes no questionário VOSTS envolvem os principais aspectos da NdC descritos pelas principais referências da área.

VIEWS ON
SCIENCE-TECHNOLOGY SOCIETY ©

Form CTS_msc.5

©2000
John F. Aikenhead, John W. Berry, Ray W. Fleming
Department of Curriculum Studies
University of Toronto

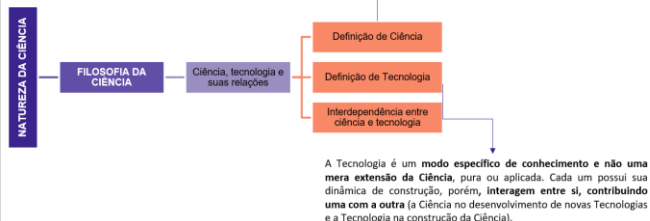


Relação entre a perspectiva CTS e os aspectos da NdC

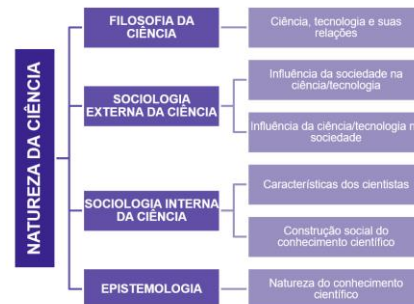
- O principal propósito da perspectiva CTS é promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), capacitando os estudantes para a **compreensão da ciência e suas formas de produção** de forma que possam tomar decisões e resolver problemas relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade (MANSOUR, 2009; AIKENHEAD, 1988; YAGER, 1992).
- Nessa perspectiva, a ciência e a tecnologia influenciam e são influenciadas pela sociedade no seu processo de construção e, para a compreensão desse processo, se faz necessário o estabelecimento de articulações que envolvem aspectos da NdC.

O QUE ENSINAR?

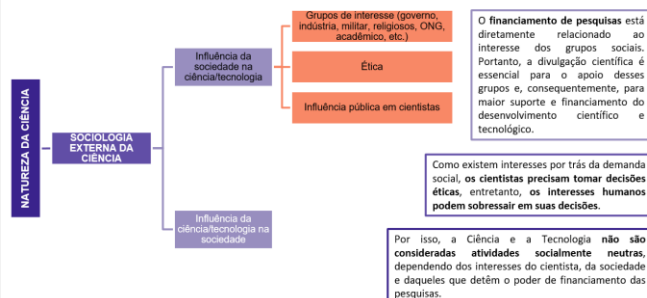
As Ciências da Natureza buscam **estudar e explicar os fenômenos naturais**, buscando a coerência global. Seus conhecimentos e produtos também **influenciam a sociedade e o mundo em que vivemos**. Como ela é produzida por pessoas, em um ambiente **histórico-cultural**, os objetivos, valores e atividades desenvolvidas pelos cientistas são parte essencial deste conhecimento.



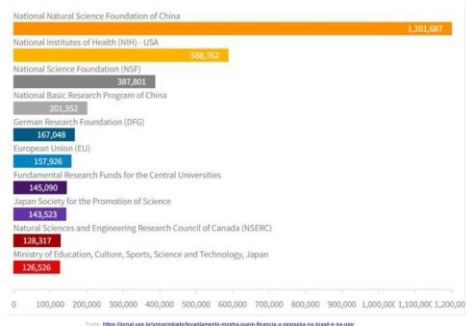
O QUE ENSINAR?



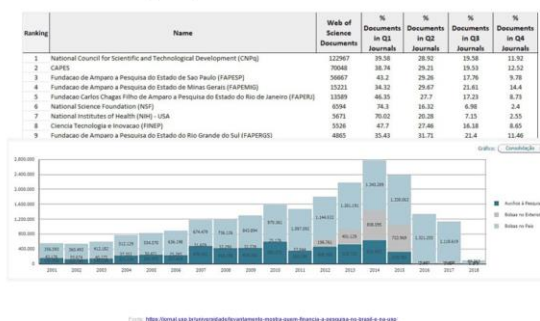
O QUE ENSINAR?



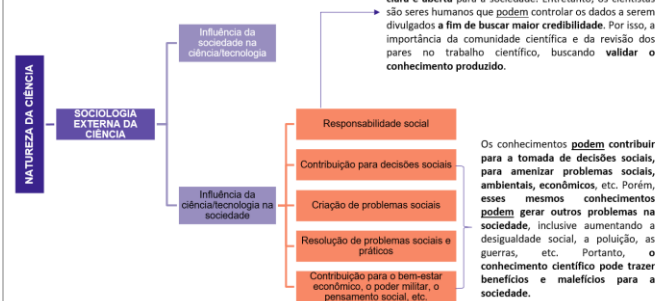
Quem financia a pesquisa no mundo?



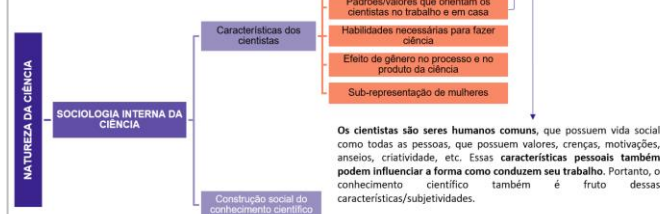
Quem financia a pesquisa no Brasil?



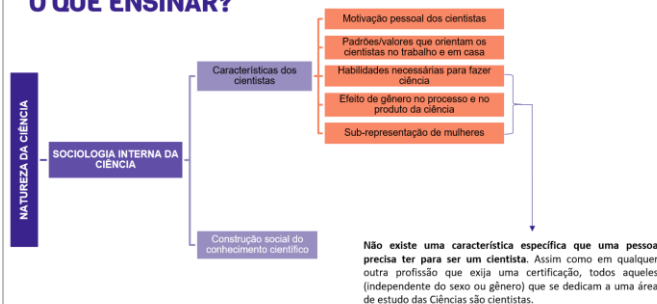
O QUE ENSINAR?



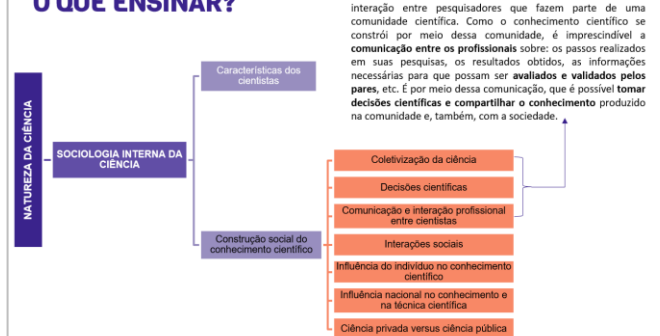
O QUE ENSINAR?



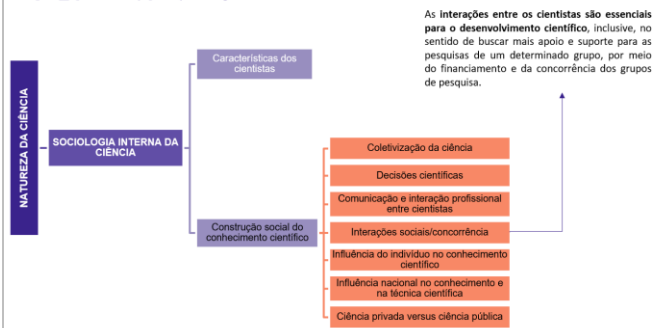
O QUE ENSINAR?



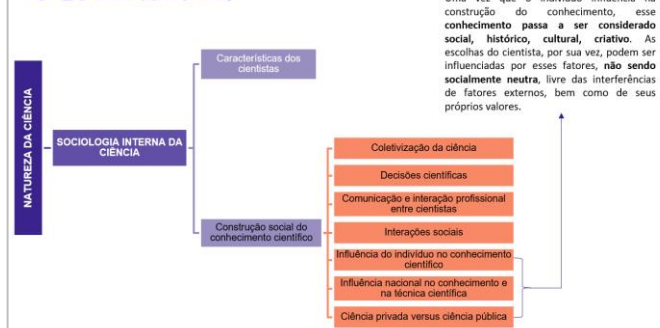
O QUE ENSINAR?

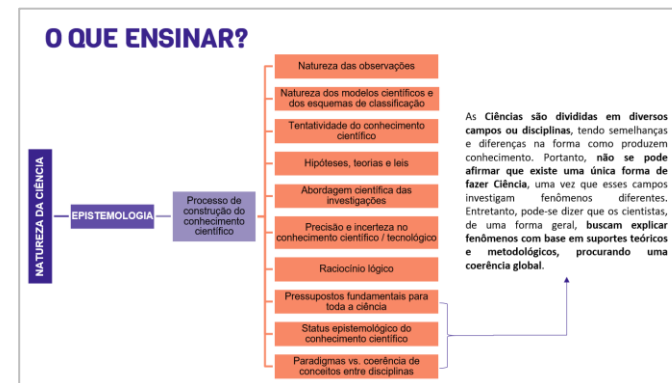
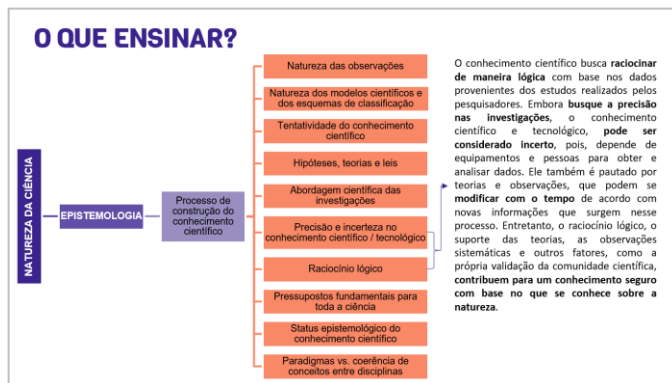
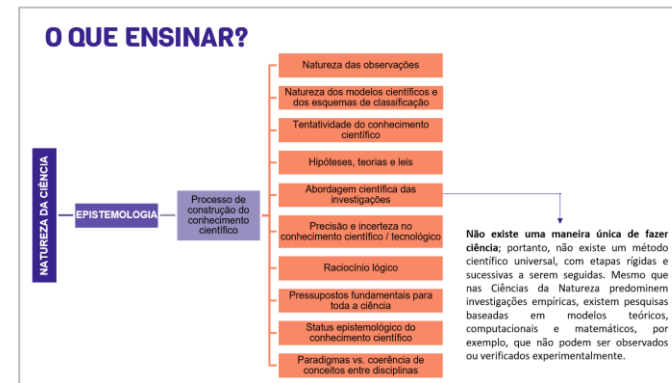
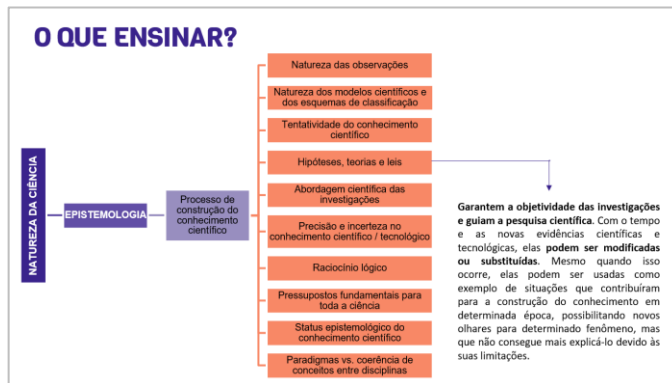
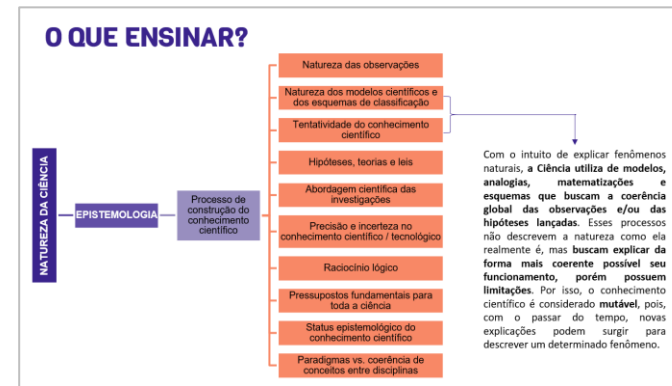
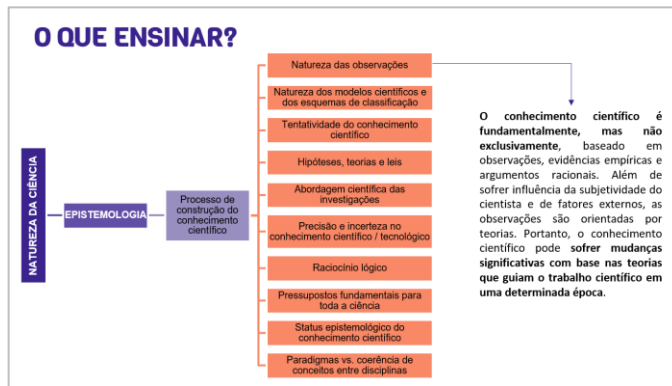


O QUE ENSINAR?



O QUE ENSINAR?



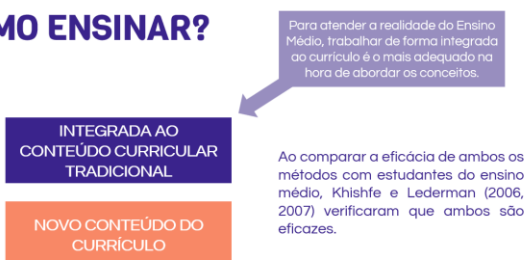


Atividade colaborativa: padlet

Link: <https://padlet.com/nataliapdiniz1/quadrocolaborativonde>

- 1º) Ler o trecho destacado;
- 2º) Associar com umas das áreas que refletem sobre a NdC;
- 3º) Nos comentários, apontar que aspectos da NdC aquele trecho ressalta e como você o abordaria em sala de aula.

COMO ENSINAR?



Abordagem explícita e reflexiva

NÃO É	É
• Enumeração de uma lista de características exposta durante uma aula ou atividade. • Decorar aspectos e reproduzi-los.	• Momentos de reflexão e argumentação entre os estudantes, mediados pelo professor. • Tratamento intencional e claro dos aspectos específicos da NdC.

02

COMO ENSINAR?

Considerações para a sala de aula



IMPLÍCITA

COMPREENSÃO DA NdC É RESULTADO DE ESTRATÉGIAS QUE POSSIBILITEM O "FAZER CIÊNCIA"

OPORTUNIZAR MOMENTOS DE REFLEXÃO ENTRE OS ESTUDANTES PERMITINDO O DEBATE DE IDEIAS

EXPLÍCITA

Materiais e Estratégias

- Textos, livros e materiais escritos
- Artigos e/ou fontes históricas primárias
- Materiais audiovisuais (filmes, documentários, curtas, etc.)
- HQ, mangás e cartoons
- Jogos e simulações
- Estudos de caso (históricos ou contemporâneos)
- Tema sócio-científico
- Investigação por meio de situações problema
- Procedimentos e investigação científica
- Leitura seguida de debate ou discussão
- Modelos e modelagem científica



Materiais

Qual o principal material utilizado em aulas?

- Livro didático:
 - Nem sempre traz conteúdos direcionados a uma abordagem de aspectos sociais, filosóficos e históricos
 - Geralmente apresentam de forma descontextualizada, por meio de resumos e box de conteúdos
 - Enfatizam datas e nomes, em detrimento do como impactaram a época e o conhecimento científico desenvolvido

Materiais

TEXTOS, LIVROS E MATERIAIS ESCRITOS

- Livros de divulgação científica, obras de ficção e textos literários também são utilizados como materiais que podem trabalhar aspectos da NdC.
- Materiais criados por professores e pesquisadores, também são usadas em sala de aula para trabalhar aspectos da NdC:



Pereira (2020) elaborou um texto que narra o episódio histórico da descoberta da dupla hélice do DNA, de forma a abordar a participação de Rosalind Franklin e discutir questões controversas na História da Ciência (HC); Martins (2020) elaborou textos com base aspectos históricos para discutir questões sobre reprodução animal

Materiais

- Textos, livros e materiais escritos
- Artigos e/ou fontes históricas primárias
- Materiais audiovisuais (filmes, documentários, curtas, etc.)
- HQ, mangás e cartoons
- Jogos e simulações

Materiais

TEXTOS, LIVROS E MATERIAIS ESCRITOS

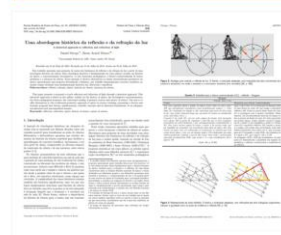
- Dentre os principais materiais escritos utilizados, estão os textos de divulgação científica (TDC).
- TDC apresenta o conteúdo científico de forma acessível ao público não-especializado.
- Materiais de divulgação científica podem sofrer distorções da informação (excesso de simplificação, sensacionalismo, etc.).
- Possibilita:
 - desenvolvimento de habilidades de leitura e argumentação;
 - aprendizagem de conceitos;
 - acesso a informações atualizadas sobre a ciência e a tecnologia (a forma como ela tem sido produzida e não apenas aos resultados).



Ciência Hoje, Ciência Hoje das Crianças, Superinteressante, Pesquisa FAPESP, Minas faz Ciência, VEJA, etc., são os recursos mais utilizados. Possuem textos relativamente curtos, de visual atrativo e linguagem mais acessível, publicam uma variedade de temas e disponibilizam seu conteúdo total ou parcialmente na internet.

Materiais

ARTIGOS E/OU FONTES HISTÓRICAS PRIMÁRIAS



Imagens do artigo "Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz", de Ortega e Moira



Imagens do artigo "Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton", de Figueira (2004)

Materiais

ARTIGOS E/OU FONTES HISTÓRICAS PRIMÁRIAS

- A inserção didática de fontes históricas primárias é cercada de desafios: localização de materiais adequados; a compreensão dos originais devido à linguagem utilizada e a elaboração de atividades pedagógicas interessantes (BATISTA et al., 2015).
- Artigos científicos e fontes históricas secundárias, realizadas por especialistas da área (MARTINS, 2005), podem auxiliar os professores na inserção desses materiais em sala de aula.
- Cabendo ao professor o papel de mediador desses materiais em sala de aula.

Materiais

MATERIAIS AUDIOVISUAIS (FILMES, DOCUMENTÁRIOS, CURTAS, SÉRIES)

- Conseguem expressar narrativas visuais, verbais e sonoras de forma simultânea, proporcionando ludicidade e apelo emocional, mas sem deixar de apresentar conceitos e fenômenos de forma concisa (REZNIK et al., 2019).
- Quando se trabalha filmes ou animações sem fim educativo, o uso de metáforas e imagens estereotipadas podem reforçar concepções mitificadas da Ciência (BARBOSA; BAZZO, 2013).

É necessário ter uma leitura crítica de modo a "questionar a veiculação dos mitos, as naturalizações, as representações, as espetacularizações da natureza, as simplificações [...] seja no momento da escolha dos materiais, seja durante seu uso e elaboração junto aos alunos".

(MARANDINO et al., 2009, p.184, apud REZNIK et al., 2019).

Materiais

ELEMENTOS VISUAIS (QUADRINHOS, TIRAS, CARTUNS)

- Seu uso vem se tornando cada vez mais significativo no contexto educacional, tanto em materiais didáticos como em avaliações externas (vestibulares, processos seletivos, etc.).
- Possuem leitura agradável e envolvente seu emprego em sala de aula pode ser facilitado, pois os alunos podem achá-la prazerosa.

A prática científica é apresentada de modo crítico e irreverente, expondo de forma realista a insegurança e as frustrações dos cientistas, os conflitos entre eles, buscando promover no leitor a compreensão de conceitos científicos por meio da sua linguagem. (FIORAVANTI et al., 2016).

Materiais

MATERIAIS AUDIOVISUAIS (FILMES, DOCUMENTÁRIOS, CURTAS, SÉRIES)



Capa do documentário 'O Zero Absoluto' - A Compilação do Fim do canal BBC (British Broadcasting Corporation), usado em uma proposta pedagógica de Cruz e Fontenelle, (2013).



Capa da curta metragem 'Rochelar e a origem do metal', analisada por Reznik et al. (2019).

Materiais

ELEMENTOS VISUAIS (QUADRINHOS, TIRAS, CARTUNS)



Cartum satirizando o dilema de um pesquisador de um lado, engajar por todo o processo desde a produção de dados até a publicação, por outro, utilizar dados. FONTE: ROKAEL et al., 2015.



Três HQs 'Gêio' em: de onde vem o 'Gêio', criada por Leite (2020) para abordar aspectos da HC em sala de aula, como: as dimensões representacionais da Química, a origem dos elementos químicos, os fatores que influenciam o processo científico, o trabalho coletivo na Ciência etc.

Materiais

JOGOS E SIMULAÇÕES

- Os jogos possuem caráter lúdico, auxiliando na construção do conhecimento de uma maneira diferente em sala de aula (SCHULTZ et al., 2016).
- As simulações possibilitam realizar observações e explorar fenômenos que são de difícil acesso ou que não podemos realizar na prática.

Bagdonas (2015) elaborou um jogo para discutir influências socioculturais sobre a Ciência, articulando aspectos da história da cosmologia e da história política, cultural e econômica nesse período.

Cortez (2018) criou e aplicou um jogo eletrônico RPG chamado *Uma ideia perigosa*, em que o aluno assume o papel de um personagem e se vê protagonizando uma aventura.

Reis (2015), aborda conceitos sobre espaço e tempo em aulas de Física, utilizando simulação (PhET) sobre o experimento do Plano Inclinado de Galileu, de forma a relacionar contexto histórico e experimental.

Materiais

ATENÇÃO à forma de veiculação das informações independente da escolha do material a ser usado!



- É necessário se atentar não apenas aos objetivos que se deseja que os alunos atinjam ou à estratégia que se busca aplicar.
- É preciso verificar as potencialidades e limites do material a ser usado: em momentos em que uma imagem estereotipada da Ciência possa aparecer, é necessária uma discussão mais atenta junto aos estudantes, para que esse estereótipo não seja reforçado.
- Atenção ao processo de escolha antes de sua implementação em sala de aula.

FORMAÇÃO
CONTINUADA



Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz

ES4 – 25/09/2023

Estratégias

ESTUDO DE CASOS

- Situações reais ou hipotéticas, históricas ou contemporâneas, que deverão ser analisadas pelos estudantes em uma situação de ensino.
- Precisam retratar uma situação que necessite de um olhar criterioso por parte do estudante.
- Podem ser: **históricos ou contemporâneos**.

ATIVIDADE 4

Análise de aspectos da NdC em materiais que podem ser usados em sala de aula.

Estratégias

- Estudos de caso (históricos ou contemporâneos)
- Tema sócio-científico
- Investigação por meio de situações problema
- Procedimentos e investigação científica
- Leitura seguida de debate ou discussão
- Modelos e modelagem científica

Estratégias

ESTUDO DE CASOS HISTÓRICOS

- Ao utilizar casos históricos para abordar aspectos da NdC é possível:
 - Unir contexto histórico, social e filosófico;
 - Ter contato com procedimentos de investigação utilizados em diferentes contextos;
 - Exemplificar o desenvolvimento de teorias;
 - Melhorar a compreensão da ciência;
 - Desenvolver o raciocínio;
 - Aumentar a conscientização sobre os relacionamentos CTS;
 - Ilustrar a natureza universal e multicultural da ciência, bem como contribuir para a integração e coerência do currículo de ciências.

Exemplo: discussão de trechos de um filme e a leitura de um texto que apresentam o processo de construção das ideias sobre a radioatividade e os obstáculos que Marie Curie enfrentou como cientista.

Fonte: Almeida e Justi (2019).

Fonte: HODSON (2008).

Estratégias

ESTUDO DE CASOS HISTÓRICOS

- Riscos e dificuldades relacionadas à abordagem HFS:
 - Pode confundir ou fazer com que o aluno perca a confiança em um conhecimento seguro;
 - Pode sofrer distorções ou simplificações, tendendo a estereótipos extremos (mitos de heróis e vilões) ou internalismo (ciência descontextualizada) ou externalismo (historicismo científico) excessivos;
 - É um dos poucos espaços para desmitificação da ciência.
 - Por não fazer parte de discussões no cotidiano da população, ela pode ser um momento isolado de reflexão, com foco na ciência do passado.

Fonte: GARCÍA-CARMONA et al. (2012);
NASCIMENTO et al. (2013).

Exemplo: Trabalho em pequenos grupos, para que se realize a leitura do texto que contenha o caso/controvérsia histórica, orientada por perguntas que possibilitem a reflexão de aspectos relacionados à NdC. As respostas às perguntas devem ser compartilhadas e debatidas entre os grupos, por meio da mediação do professor.

Fonte: Acevedo Díaz et al. (2017)

Estratégias

QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS

- Problemas em aberto que não possuem soluções claras em que a sociedade e a ciência desempenham um papel importante.
- Fornecerem subsídios para a tomada de decisão dos alunos em questões vinculadas à sua realidade (KORTLAND, 1996; SADLER, 2004).
- Argumentação como ferramenta importante para o processo de tomada de decisão.

Práticas para a tomada de decisão no contexto do problema:

1. Reconhecer a complexidade inerente ao problema sócio-científico
2. Examinar questões sob diferentes perspectivas
3. Apreciar que o problema sócio-científico está sujeito a uma investigação em andamento
4. Exibir ceticismo quando são apresentadas informações potencialmente tendenciosas

Fonte: SADLER et al. (2007)

Exemplo: discussões em pequenos grupos e, posteriormente, envolvendo toda a classe, os autores verificaram a cooperação dos indivíduos em ajustar suas intenções e interpretações durante o processo de argumentação e tomada de decisões.

Fonte: Patronis et al. (1999).

Estratégias

PROCEDIMENTOS E INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

- Teórica, empírica e/ou experimental.
- Proporciona aos estudantes o contato com processos da ciência.
- Há uma confusão generalizada de que praticar procedimentos de investigação seja suficiente a aprendizagem sobre NdC:

[...] observar é um processo científico, mas a conscientização sobre o ônus teórico da observação ou a limitação imposta pelos dispositivos de medição é a NdC. As diferentes atividades que levam a responder a uma pergunta são procedimentos relevantes para uma investigação, mas o entendimento da natureza mutável das descobertas de uma investigação está dentro do escopo do NdC.

(GARCÍA-CARMONA et al., 2012, p. 27)

- Se não houver intervenção no sentido de refletir explicitamente sobre a NdC, os estudantes podem não reconhecer esses aspectos ou, até reforçar percepções ingênuas e limitadas da atividade científica.

Estratégias

ESTUDO DE CASOS CONTEMPORÂNEOS

- Situações atuais sobre a Ciência, que afetam o cotidiano das pessoas, oferecendo oportunidades de ensino sobre a NdC.
- Principalmente atrelados às notícias científicas que circulam atualmente na mídia.
- Deve ser promovido em contextos de investigação reflexiva dos alunos, como uma alternativa para abordar conceitos sobre a NdC de forma a promover o ensino funcional e contextualizado (ALLCHIN, 2011).
- Limitações:
 - Pode distorcer as percepções sobre a NdC, uma vez que a ciência atual ainda está em construção, podendo promover desilusão e confusão nos estudantes (ALLCHIN, 2011).

Exemplo: perguntas elaboradas a fim de mediar o estudo dos casos em notícias jornalísticas podem ser uma ferramenta importante para investigar as percepções sobre a NdC dos estudantes e seu nível de alfabetização científica.

Fonte: Elliot (2006).

Estratégias

INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE SITUAÇÕES PROBLEMA

- Proposta pedagógica baseada em problemas, reais ou simulados, que auxiliem no desenvolvimento do conhecimento dos alunos.
- Recorrer a seus conhecimentos prévios; discutir, estudar, adquirir e integrar novos conhecimentos (BORGES et al. 2014).
- Atenção: alunos que possuem pouca experiência em estratégias de resolução de problemas, tem maior dependência do professor.

Atividades devem ser abertas e criativas, de forma a possibilitar várias soluções possíveis por parte dos alunos, com a devida orientação do professor.

Fonte: Praia et al. (2007)

O problema pode estar relacionado a um tema sócio-científico, vir na forma de um estudo de caso ou de um processo de investigação científica – a interação das diversas estratégias aqui apresentadas são possíveis.

Estratégias

LEITURA SEGUIDA DE DEBATE OU DISCUSSÃO

- Contribui para o desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação dos estudantes.
- A prática do debate possibilita que os estudantes exponham suas ideias a respeito do tema, dos conceitos científicos e seus impactos para a sociedade, propiciando, inclusive o desenvolvimento da argumentação (ALTARUGIO et al., 2010).

O estudo dirigido pode ser uma estratégia de leitura a ser usada. Além de guiar o estudante para pontos de atenção nos textos, ele facilita a discussão e o debate por meio das anotações realizadas.

O debate de ideias pode ser estimulado de diversas formas, como o diálogo espontâneo com os estudantes, a resolução de um problema que os alunos têm que se colocar como a favor ou contra, a realização de um júri simulado que possibilita amplos debates, possibilitando que os alunos realizem "[...] inúmeras operações de pensamento, como: defesa de ideias, argumentação, julgamento, tomada de decisões, etc." (ANASTASIOU; ALVES, 2009, p. 99).

Estratégias

MODELOS E MODELAGEM CIENTÍFICA

- Proporcionar aos alunos uma reflexão crítica sobre as relações entre teorias e realidade, evidenciando o caráter representacional do conhecimento científico.
- Podem contribuir para a compreensão de aspectos da NdC, como a produção, a comunicação, a avaliação, a revisão e a validação de conhecimentos científicos (SILVA; JUSTI, 2019).

Os modelos científicos podem ser considerados representações que servem para descrever, explicar ou prever a realidade observada, fenômenos abstratos ou estruturas pequenas ou grandes demais para serem vistas (GILBERT, 2004).

Compreender o conceito de modelo científico auxilia na superação da visão empirista da NdC, na percepção de que a ciência também é uma construção humana criativa e na compreensão de que os modelos não são definitivos porque o que é modelado muda constantemente ao longo do tempo (RAVILOLO et al., 2011).

FORMAÇÃO
CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz
EAS4 – 25/09/2023 a 01/10/2023

Considerações sobre avaliação

- Somativa: avaliação do desempenho frente a situações padronizadas para classificação dos alunos.



RELACIONADA À CONCEPÇÃO POSITIVISTA DA CIÊNCIA

- O conhecimento científico é a única forma válida de conhecimento, pois é comprovado por meio de procedimentos confiáveis e precisos, não sendo influenciada por crença, superstição ou qualquer outro fator que não possa ser comprovado cientificamente. É capaz *“proporcionar uma verdadeira demonstração sobre o que é verdadeiro ou falso”* (KÖCHE, 2011, p. 50).

ATIVIDADE

Escolha uma das estratégias e descreva como você a utilizaria para abordar um assunto que envolva a NdC em sala de aula?

Se necessário, você pode associar a estratégia a um tipo de material que estudamos no AVA durante a semana.

Resposta no formulário: <https://forms.gle/TMAH4Dkhpj9FeYsh7>

02

COMO AVALIAR?

Considerações para a sala de aula

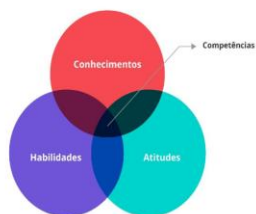
Considerações sobre avaliação

- A avaliação deve ser formativa, oferecendo “elementos (diagnóstico) para que o professor possa planejar as intervenções necessárias e garantir aos alunos, a continuidade da aprendizagem” (MAINARDES, 2016, p. 111-112).
- Avaliar vai muito além de aplicar provas e atribuir notas: não deve ser um processo apenas de quantificação, mas um instrumento para diagnosticar, planejar, recalcular, corrigir desvios e aprender com os próprios erros.

- a) Continua
- b) Funcional
- c) Orientadora
- d) Integral

Haydt (1997)

Elementos que compõem o conceito de competência e que devem ser considerados no processo de avaliação



Fonte: adaptado de Oliveira (2018).

Processo de avaliação dentro do contexto da NdC

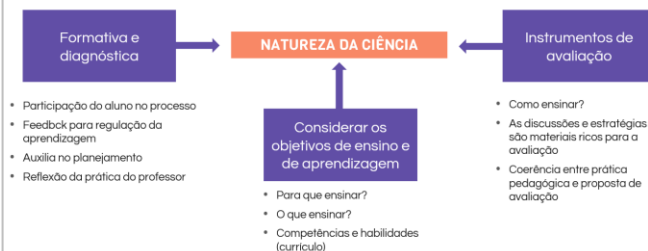
- **Verificar se o aluno:**
 - Estabelece relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade em vive, as questões ambientais, éticas, culturais e históricas.
 - Utiliza informações e discussões realizadas em aula para poder interpretar notícias, resolver problemas, refletir e agir sobre questões que envolvam a ciência e a tecnologia.
- **Evitar:**
 - Estabelecer parâmetros para verificar respostas certas ou erradas de acordo com uma visão única da Ciência.
 - Uma única forma ou momento para avaliação (habilidades e conceitos precisam de tempo para serem desenvolvidos).

ATIVIDADE 5 – Fórum de discussão

Considerações sobre o processo avaliativo.

?

Avaliação no contexto da NdC



Não se planeja uma atividade com objetivo exclusivo de verificar se os estudantes atingiram os objetivos relacionados à aprendizagem de aspectos da NdC. O ideal é que, em um contexto de avaliação formal na disciplina, em que se busque avaliar as competências, os saberes e as habilidades, sejam proporcionadas situações em que esses aspectos também sejam verificados.

Planejamento, prática e reflexão do professor, não apenas do processo de avaliação, mas de todo o contexto de ensino e de aprendizagem.

FORMAÇÃO CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz

ESS – 02/10/2023



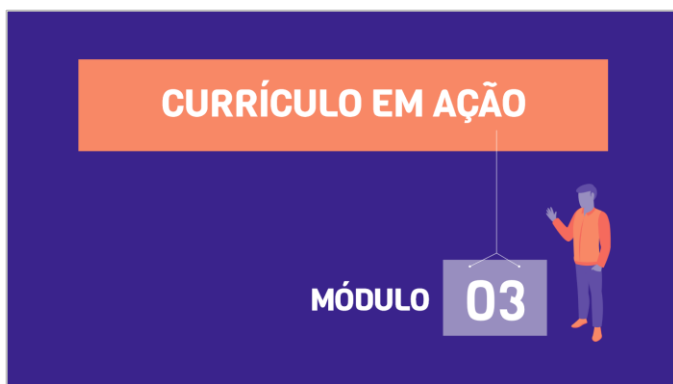
Fórum da semana – Quais as dificuldades que você mais associa ao processo avaliativo?

A dificuldade que mais associo ao processo avaliativo é medi-los com uma "mesma régua". Há estudantes que precisam de um método avaliativo diferenciado.

Penso que a avaliação é o calcanhar de Aquiles na educação. Mesmo com tantos avanços tecnológicos, a escola ainda utiliza métodos antiquados que não privilegiam as habilidades e competências dos alunos.

O aspecto pessoal/realidade do aluno. Por exemplo, tenho alunos que trabalham e isso prejudica no rendimento da escola, então eu avalio de uma maneira diferente levando isso em consideração.

Os alunos sentem que avaliação é um processo punitivo



Fórum da semana – O que você acha importante considerar no momento da avaliação?

Avaliar por diferentes meios o pensamento científico, crítico e criativo, além de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas.

Ao planejar uma avaliação, considero o que foi feito em sala de aula e objetivos a serem alcançados sobre o assunto e aplico em prova.

o Feedback dos alunos em relação aos conteúdos estudados.

O termo avaliar significa "dar valor", "quantizar em números". Para responder a esta pergunta me vem a mente uma outra pergunta: Como avaliar aspectos subjetivos do ser humano? Talvez mais importante ainda: Para que avaliar? Mas, respondendo a pergunta, o ato de "avaliar a aprendizagem escolar" é um ato de investigar a qualidade do que foi exposto ao estudante, cujo resultado, a depender de nossas escolhas e decisões, pode orientar o nosso modo de agir na busca dos melhores resultados ao expor uma determinada ação ao estudante.

Fórum da semana – Dentro de uma situação que envolva aspectos da NdC em sala de aula, como você realizaria um processo de avaliação?

Quando eu preparo uma aula tenho em mente um objetivo que devo alcançar. Na avaliação busco a resposta para esse objetivo.

Dentro de uma situação que envolva aspectos da NdC em sala de aula, realizaria um processo de avaliação montando uma tabela de pontuação para características que considero importantes à formação de um cidadão participativo e responsável. O modo como trata e relaciona o conteúdo da disciplina é muito importante.

Utilizando o assunto abordado com uma roda de conversa para uma discussão/troca de ideias um com os outros.

Por meio de debates e/ou resumos de reflexões de filmes, leituras...

Competências Gerais - BNCC

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para **entender e explicar a realidade**, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à **abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade**, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas **manifestações artísticas e culturais**, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

Competências Gerais - BNCC

4. Utilizar **diferentes linguagens** — verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital —, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, **para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos** em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma **crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais** (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a **diversidade de saberes e vivências culturais** e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao **exercício da cidadania** e ao seu projeto de vida, com **liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade**.

Organizador Curricular

Página 154 a 166 do Currículo Paulista

- Competências específicas da área;
- Unidades temáticas que atendem a cada uma dessas competências, sendo elas:
 - Matéria e Energia
 - Vida, Terra e Cosmos
 - Tecnologia e Linguagem Científica
- Habilidades a serem desenvolvidas;
- Objetos de conhecimento (conteúdos, processos e conceitos) de cada um dos componentes curriculares (disciplina de Física, Química e Biologia).

Competências Específicas: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1. **Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos**, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para **propor ações** individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. **Analisar e utilizar interpretações** sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para **elaborar argumentos, realizar previsões** sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e **fundamentar e defender decisões** éticas e responsáveis.
3. **Investigar situações-problema e avaliar aplicações** do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, **utilizando procedimentos e linguagens** próprios das Ciências da Natureza, para **propor soluções** que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e **comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados**, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

ATIVIDADE DA SEMANA

Criação de uma proposta didática

FORMAÇÃO CONTINUADA

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Profa. Me. Natália de Paiva Diniz

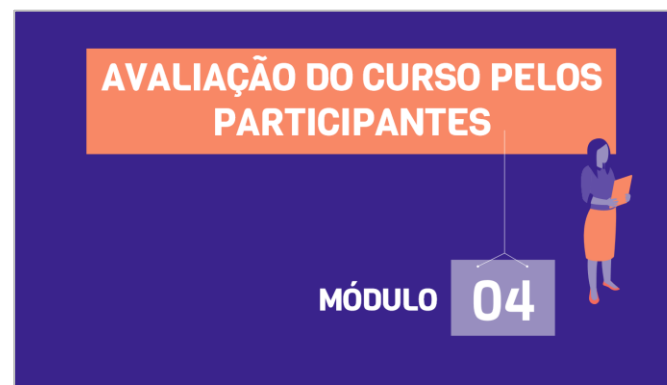
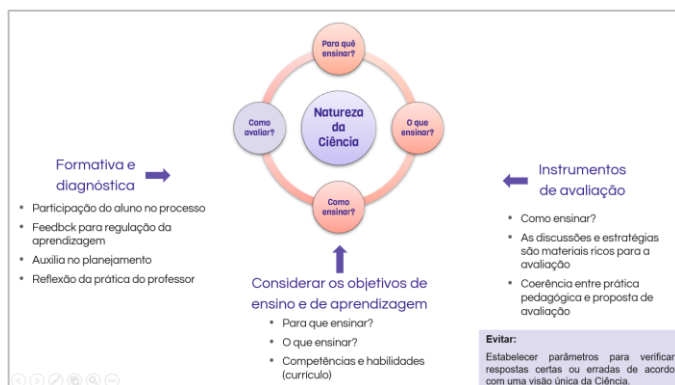
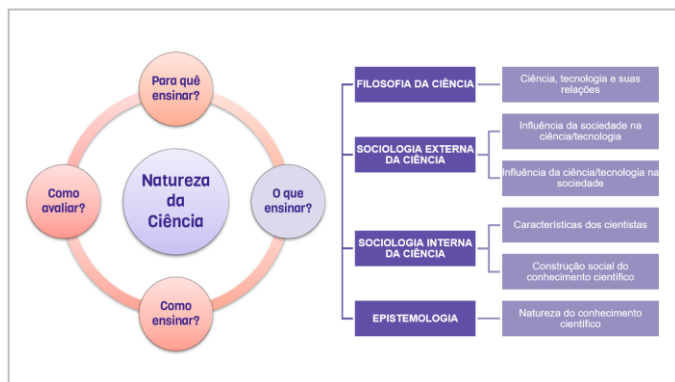
ES7 – 23/10/2023

Acesse www.menti.com e use o código 5550 4227

Se pudesse resumir em poucas palavras como foi participar do curso de formação "Abordando a NdC em sala de aula", quais seriam?

Word cloud generated from Mentimeter responses:

- humano
- revisão
- inspirações
- uma aula a cada esquina
- motivação
- conhecimento
- atualização
- novos métodos
- utilizar mais a história
- troca de experiência
- aprendizagem
- revisar a história
- pensar como trabalhar
- contribuir na formação
- transformar aprendizagem
- aprendizado
- desenvolvimento
- tecnologias e inovação
- excelente
- excelente
- novas estratégias
- novas definições
- excelente
- contextualização
- novos conhecimentos
- possível fazer ciência
- clima da sala de aula
- various motives
- alinhado com o tema
- reflexão
- novas experiências
- construção
- estimula
- construção



Atividade 8 - AVA

Abordando a
Natureza da
Ciência na sala
de aula

CURSO DE
FORMAÇÃO
CONTINUADA
DEB - 1º Semestre 2020/2021

Atividade 8: Avaliação do curso

A avaliação do curso é de extrema importância para que possamos identificar possíveis problemas e, mais importante, corrigi-los.

Ela não será avaliada por terceiros nem vai gerar nenhum tipo de nota. Entretanto, sua realização é vital para a continuidade e o aperfeiçoamento do programa.

Boas reflexões!

ndez@prof.educacao.sp.gov.br [Alternar conta](#)

Seu e-mail será registrado quando você enviar este formulário.

*Obrigatório

AS DUAS CAIXAS - RUBEM ALVES

O corpo carrega duas caixas. Na mão direita, mão da destreza e do poder, ele leva uma caixa de ferramentas. E na mão esquerda, mão do coração e do prazer, ele leva uma caixa de brinquedos.

Os animais não precisam de ferramentas. Seus corpos são as ferramentas de que necessitam para viver. Diferentes dos animais, nossos corpos são fracos e incompetentes. Se fôssemos depender deles para sobreviver, como os animais, há muito teríamos desaparecido da Terra. A fraqueza e a incompetência obrigaram o corpo a pensar e a criar. E foi assim que inventamos porreites, pilões, facas, flechas, redes, barcos, casas, como extensões do corpo.

A primeira tarefa de cada geração, dos pais e das escolas, é passar aos filhos, como herança, a caixa de ferramentas. Para que eles sobrevivam e não tenham de começar da estaca zero.

Diante da caixa de ferramentas, a primeira pergunta que um professor tem de fazer é: **Isso que estou ensinando é ferramenta para quê? De que forma esse conhecimento aumenta a competência dos meus alunos para viver a sua vida?**

Mas há uma outra caixa, na mão esquerda, a mão do coração e do prazer. Essa caixa está cheia de coisas inúteis que não servem para nada. Lá estão um livro de poemas da Cecília Meireles, a estória de "Alice no País das Maravilhas", um pé de jasmim, um quadro do Monet, uma sonata de Mozart, um banho de cachoeira, um beijo... Coisas inúteis. E, no entanto, elas são parte da vida e nos fazem sorrir. E não é para isso que se educa? Para que saibamos, além de viver, sorrir e ter prazer?

Resumo da minha filosofia de educação:

Primeiro: aprender ferramentas, para ter poder.

Segundo: aprender os brinquedos, para ter prazer.

APÊNDICE D – MODELO DA A4: ANÁLISE DE MATERIAL.

CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

Atividade 4 – Análise de Material

Como vimos durante essa semana, a escolha e análise do material a ser usado em sala de aula é de extrema importância, uma vez que as informações sobre NdC nem sempre são apresentadas de forma explícita no mesmo. Exercitar o processo de escolha, análise e identificação de aspectos da NdC nos materiais é indispensável no planejamento da forma como ele será utilizado em aula, pois ele deve ser relacionado com os objetivos do para que ensinar, do o que ensinar e do como ensinar.

Nesta atividade você deverá:

- Escolher um material para análise na pasta de arquivos (disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1PwFKi7-gxrFZF2JC-5bEVpl9-a98Bobw?usp=sharing>)
- Identificar aspectos da NdC presente nesse material (revisite o Quadro 2 do material de apoio)
- Refletir como o material pode contribuir para a abordagem da NdC em sala de aula

Utilize a tabela abaixo como guia para inserir sua análise, para isso, faça o download do arquivo no seu dispositivo, preencha as lacunas com o que se pede, salve e faça o upload na tarefa.

MATERIAL ESCOLHIDO (inserir o link do arquivo)				
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?				
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência		
		02. Definição de tecnologia		
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia		

CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

2. Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo		
		02. Indústria		
		03. Militar		
		04. Ética		
		05. Instituições de ensino		
		06. Grupos de interesse especial		
		07. Influência pública em cientistas		
	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos		
		02. Contribuição para decisões sociais		
		03. Criação de problemas sociais		
		04. Resolução de problemas sociais e práticos		
		05. Contribuição para o bem-estar econômico		
		06. Contribuição para o poder militar		
		07. Contribuição para o pensamento social		
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas		

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas		
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	01. Características das observações		
		02. Características dos modelos científicos		

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas		
	COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?			
	COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?			

APÊNDICE E – MODELO DE PLANO DE AULA DA A6: CRIAÇÃO DE PROPOSTA DIDÁTICA.

CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

Atividade 6 – Criação de uma proposta didática

Espera-se que a sua participação no curso conduza à inserção de aspectos da NdC em sala de aula relacionado à sua área de atuação como professor(a). Dessa forma, com base no andamento da sua disciplina e no que está sendo ou será trabalhado ainda este ano, esta atividade tem como propósito a criação de uma proposta didática que vise a abordagem de aspectos da NdC.

A referida proposta didática (aula, sequência didática ou atividade), de autoria individual, deverá contemplar as competências, as habilidades e os objetos de conhecimento dispostos no organizador curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (p. 154-166) do Currículo Paulista. Para isso:

1. Organizar a proposta de acordo com o seguinte modelo:

PLANO DE AULA	
PROFESSOR:	DISCIPLINA:
TURMA/SÉRIE:	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS:
UNIDADE TEMÁTICA (de acordo com o currículo paulista)	
COMPETÊNCIA DA ÁREA (de acordo com a unidade temática do currículo paulista)	
HABILIDADES (associada a competência a ser trabalhada)	
OBJETO DE CONHECIMENTO (conteúdo descrito no currículo associado a disciplina e a habilidade a ser trabalhada)	
DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA (descrever as etapas da situação de ensino e de aprendizagem planejadas, as estratégias a serem utilizadas)	

Abordando a Natureza da Ciência em sala de aula

Módulo 2 - Considerações para inserção em sala de aula: Como ensinar?

MATERIAIS

RECURSOS DIDÁTICOS (listar os materiais a serem utilizados)
COMO AVALIAR? (instrumentos e critérios de avaliação)

2. Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática

- a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

APÊNDICE F – ATIVIDADE A8: FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO.

Abordando a Natureza da Ciência na sala de aula

Atividade 8: Avaliação do curso

A avaliação do curso é de extrema importância para que possamos identificar possíveis problemas e, mais importante: corrigi-los.

Ela não será avaliada por terceiros nem vai gerar nenhum tipo de nota. Entretanto, sua realização é vital para a continuidade e o aperfeiçoamento do programa.

Boas reflexões!

Este curso de formação contribuiu de alguma forma para ampliar sua visão sobre a Natureza da Ciência (NdC) a ponto de você refletir sobre a forma como aborda o conteúdo em sala de aula?

Se sim, como? Se não, por que você acha que isso aconteceu?

Sua resposta

Durante a realização do curso você passou a pensar em formas de inserir aspectos da NdC em suas aulas?

Se possível descreva uma situação em que isso aconteceu.

Sua resposta

Você tem interesse e/ou pretende inserir aspectos da NdC em suas aulas de forma a levar esse tipo de discussão aos seus alunos? Por quê?

Sua resposta

Há alguma dificuldade ou barreira que te impede de abordar aspectos da NdC em sala de aula? Se sim, quais e como seria possível superá-los?

Sua resposta

Os módulos do curso apresentaram uma sequência organizada, que favoreceu a sua compreensão.

Atribua uma nota de 1 a 5.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Os módulos do curso atenderam aos objetivos de aprendizagem.

Atribua uma nota de 1 a 5.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Os materiais e atividades propostas contribuíram para sua formação profissional.

Atribua uma nota de 1 a 5.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Os textos e vídeos propostos eram adequados, claros e coerentes.

Atribua uma nota de 1 a 5.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

As atividades propostas tiveram grau de dificuldade pertinente aos conteúdos desenvolvidos.

Atribua uma nota de 1 a 5.

☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Este curso de formação continuada contribuiu para a sua formação profissional? Se sim, como? Se não, por quê? (isso irá nos ajudar a realizar ajustes significativos neste curso).

Sua resposta

Escreva aqui seus comentários, sugestões, críticas e impressões sobre o curso de formação.

Sua resposta

[Próxima](#)
Página 1 de 2
[Limpar formulário](#)

Autoavaliação

A autoavaliação é um instrumento para percepção da própria aprendizagem e do próprio desempenho. Dessa forma, ela não será avaliada por terceiros nem vai gerar nenhum tipo de nota, mas é muito importante para que você tome consciência do próprio processo de aprendizagem.

Li os textos de apoio, assisti aos vídeos e estudei todos os materiais propostos.

☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

Realizei as atividades propostas e participei dos fóruns buscando contribuir de forma significativa para as discussões.

☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

Consegui perceber as relações entre os conteúdos teóricos e as formas em que posso aplicá-los no desenvolvimento da(s) disciplina(s) que leciono.

☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

Realizei trocas e interações com os colegas e/ou o formador a respeito dos conteúdos do curso e dúvidas que surgiram.

☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

Realizei trocas e interações com os colegas e/ou o formador a respeito dos conteúdos do curso e dúvidas que surgiram.

☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

Busquei materiais e referências além do que foi disponibilizado, de forma a aprofundar meus estudos sobre o tema.

☐ Sim
☐ Não

[Voltar](#)
[Enviar](#)
Página 2 de 2
[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em SEDUC. [Denunciar abuso](#)

Google Formulários

APÊNDICE G – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO VOSTS.

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
Filosofia da Ciência	Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	1 - 10111) Definir Ciência é difícil porque ela é complexa e se ocupa de muitas coisas. Entretanto, a Ciência é PRINCIPALMENTE:	
			B. um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias, que explicam o mundo ao nosso redor (matéria, energia e vida).	César, Oswaldo e José Leite
			C. explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo e como eles funcionam.	Bertha
			F. encontrar e usar o conhecimento para tornar o mundo um lugar melhor para se viver (por exemplo, curar doenças, resolver a poluição e melhorar a agricultura).	Mário, Carlos
			H. Ninguém pode definir ciência.	Elisa
		02. Definição de tecnologia	2 - 10211) A definição de Tecnologia é difícil porque a Tecnologia se ocupa de muitas coisas. Entretanto, a tecnologia é PRINCIPALMENTE:	
			B. a aplicação da Ciência.	César
			C. novos processos, instrumentos, ferramentas, maquinários, eletrodomésticos, computadores ou dispositivos práticos para o uso diário.	Mário e José Leite
			D. robótica, eletrônica, computadores, sistemas de comunicação, automação, etc.	Elisa
			E. uma técnica para fazer coisas ou uma maneira de resolver problemas práticos.	Carlos
			G. ideias e técnicas para projetar e fabricar coisas, para organizar trabalhadores, empresários e consumidores, para o progresso da sociedade.	Bertha e Oswaldo
		04. Interdependência	3 - 10411) Ciência e Tecnologia estão intimamente relacionadas entre si.	
			B. Elas estão intimamente relacionadas, porque a pesquisa científica leva a aplicações práticas em Tecnologia e os desenvolvimentos tecnológicos aumentam a capacidade de fazer pesquisas científicas.	Todos
Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência / tecnologia	01. Governo	4 - 20141) A política de um país afeta o trabalho dos cientistas. Isso acontece porque os cientistas fazem parte da sociedade, isto é, não vivem isolados dela.	
			A. Os cientistas SÃO afetados pela política de seu país, porque o financiamento para a Ciência vem principalmente do governo, que controla a maneira como o dinheiro é gasto. Por vezes, os cientistas são obrigados a recorrer a influências para obterem fundos para o desenvolvimento do seu trabalho.	Oswaldo, José Leite, Elisa
			B. Os cientistas SÃO afetados pela política de seu país, porque os governos estabelecem políticas de apoio ao desenvolvimento científico, financiando alguns projetos de pesquisa e não outros.	Carlos
			C. Os cientistas SÃO afetados pela política de seu país, porque os governos definem áreas de desenvolvimento de novos projetos científicos sem se preocuparem com o financiamento total desses projetos, o que afeta o trabalho dos cientistas.	Bertha
			F. Os cientistas SÃO afetados pela política de seu país, porque os cientistas fazem parte da sociedade e são afetados como todos os outros.	César
			D. Os cientistas SÃO afetados pela política de seu país, porque a política limita e controla o trabalho dos cientistas, indicando a eles que pesquisas devem ser feitas.	Mário

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
		04. Ética	5 - 20411) Algumas culturas têm um ponto de vista particular sobre a natureza e o ser humano. Cientistas e pesquisas científicas são afetadas pelas visões religiosas ou éticas da cultura em que estão inseridos.	
			A. Visões religiosas ou éticas INFLUENCIAM a pesquisa científica, porque algumas culturas querem que pesquisas específicas sejam feitas em benefício próprio.	Mário, Carlos
			B. Visões religiosas ou éticas INFLUENCIAM a pesquisa científica, porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiem as visões de sua cultura.	Bertha, Elisa
			D. Visões religiosas ou éticas INFLUENCIAM a pesquisa científica, porque todos são diferentes na maneira como reagem à sua cultura. São essas diferenças individuais em cientistas que influenciam o tipo de pesquisa realizada.	José Leite
			F. Visões religiosas ou éticas NÃO influenciam a pesquisa científica, porque a pesquisa continua apesar dos confrontos entre cientistas e certos grupos religiosos ou culturais (por exemplo, confrontos sobre evolução e criação).	Oswaldo
			G. Visões religiosas ou éticas NÃO influenciam a pesquisa científica, porque os cientistas pesquisam tópicos que são importantes para a ciência e para os cientistas, independentemente de visões culturais ou éticas.	César
		06. Grupos de interesse especial	6 - 20611) Existem instituições ou grupos de pessoas que se colocam fortemente a favor ou fortemente contra algum campo de pesquisa. Os projetos de ciência e tecnologia são influenciados por esses grupos de interesse (como ambientalistas, organizações religiosas e direitos dos animais).	
			F. Essas instituições ou grupos exercem influência, embora tentem, nem sempre conseguem influenciar com êxito a condução de determinadas pesquisas, cabendo à última palavra aos cientistas.	César, Oswaldo e José Leite
			C. Essas instituições ou grupos exercem influência, porque influenciam a opinião pública e, portanto, os cientistas.	Mário, Carlos
			A. Essas instituições ou grupos exercem influência, porque têm o poder de impedir ou interromper projetos de pesquisa científico e tecnológico.	Elisa
			E. Essas instituições ou grupos exercem influência, porque grupos de interesses (religioso, político, cultural) apoiam financeiramente determinados projetos de pesquisa ou investem muito dinheiro para impedir certos tipos de pesquisa científica.	Bertha
	4. Influência da Ciência / Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	7 - 40111) A maioria dos cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (tanto positivos quanto negativos) que seus trabalhos possam resultar.	
			C. Os cientistas estão preocupados com todos os efeitos daquilo que desenvolvem, porque o objetivo da Ciência é tornar nosso mundo um lugar melhor para se viver. Estar preocupado é uma parte natural da Ciência porque ajuda os cientistas entenderem seus desenvolvimentos.	Bertha, Mário, César e Oswaldo
			B. Os cientistas estão mais preocupados com os possíveis efeitos nocivos daquilo que desenvolvem, porque o objetivo da Ciência é tornar nosso mundo um lugar melhor para se viver. Portanto, os cientistas testam suas descobertas para impedir a ocorrência de efeitos nocivos.	José Leite
			D. Os cientistas estão preocupados, mas eles não podem conhecer todos os efeitos a longo prazo daquilo que desenvolvem.	Carlos

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
			G. Os cientistas podem estar preocupados, mas isso não os impede de fazer descobertas por sua própria fama, fortuna, ou pura alegria da descoberta.	Elisa
			8 - 40131) Os cientistas devem ser responsáveis por relatar suas descobertas ao público em geral de uma maneira que possam entender o que está sendo abordado.	
			C. Os cientistas devem ser responsáveis por relatar suas descobertas, porque o público tem direito de saber o que está acontecendo para melhorar suas próprias vidas por meio da conscientização dos benefícios científicos; e fazer escolhas bem informadas e responsáveis sobre o que afeta seu futuro.	Bertha, César, Oswaldo, José Leite e Elisa
			A. Os cientistas devem ser responsáveis por relatar suas descobertas, porque o trabalho científico é muito complexo para o público geral compreender, fazendo parecer que a ciência está progredindo muito rápido.	Carlos
			F. Os cientistas podem tentar relatar suas descobertas, mas o público em geral não irá entender ou se interessar.	Mário
		02. Contribuição para decisões sociais	9 - 40211) Cientistas e engenheiros devem ser os únicos a decidir que tipo de energia usaremos no futuro (por exemplo, queima nuclear, hídrica, solar ou carvão), porque eles são quem conhecem melhor os fatos para tal decisão.	
			D. A decisão deve ser tomada igualmente; pontos de vista de cientistas e engenheiros, de outros especialistas e do público em geral devem ser considerados nas decisões que afetam nossa sociedade.	Bertha, Carlos, César, Oswaldo, José Leite e Elisa
			C. Cientistas e engenheiros devem decidir, porque eles têm o treinamento e os fatos que lhes dão uma melhor compreensão; MAS o público deve ser envolvido - informado ou consultado.	Mário
			10 - 40221) Ciência e Tecnologia podem auxiliar as pessoas na tomada de algumas decisões morais (isto é, um grupo de pessoas que decide como agir em relação a outro grupo de pessoas).	
			A. A Ciência e a Tecnologia podem ajudá-lo a tomar algumas decisões morais tornando-o mais informado sobre as pessoas e o mundo ao seu redor. Essas informações básicas podem ajudá-lo a lidar com os aspectos morais da vida.	Bertha, Mário, César, Oswaldo e Elisa
			C. A Ciência e a Tecnologia podem ajudá-lo a tomar algumas decisões morais, porque a Ciência inclui áreas como a psicologia que estudam a mente e as emoções humanas.	José Leite
			E. A Ciência e a Tecnologia não podem ajudá-lo a tomar uma decisão moral, porque as decisões morais são tomadas unicamente com base nos valores e crenças de um indivíduo.	Carlos
			11 - 40311) Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia.	
			A. Existirão sempre compromissos entre os efeitos nocivos da Ciência e da Tecnologia, porque todos os novos desenvolvimentos implicam resultados negativos. Se não aceitarmos este fato, não progrediremos no sentido de também usufruir dos benefícios.	Bertha
			B. Existirão sempre compromissos entre os efeitos nocivos da Ciência e da Tecnologia, porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos em longo prazo de novos desenvolvimentos apesar do cuidadoso planejamento e dos testes. Temos que assumir o risco.	César
			C. Existirão sempre compromissos entre os efeitos nocivos da Ciência e da Tecnologia, porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende do ponto de vista de cada um.	José Leite

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
			G. Nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia, porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.	Carlos
			D. Existirão sempre compromissos entre os efeitos nocivos da Ciência e da Tecnologia, porque não se pode alcançar resultados positivos sem testar previamente uma nova ideia e trabalhar os efeitos negativos.	Elisa
			E. Existirão sempre compromissos entre os efeitos nocivos da Ciência e da Tecnologia, mas esses compromissos não fazem sentido. Por exemplo: Para quê conceber sistemas de economia de mão de obra que provocam mais desemprego? Por que defender um país com o desenvolvimento de armas nucleares que são uma ameaça generalizada?	Mário
			K. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	Oswaldo
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	12 - 40412) A Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas como os da pobreza, crime, desemprego, doença, ameaças de guerra nuclear e excessos de população.	
			A. A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas, através de ideias provenientes da Ciência e de novas soluções tecnológicas.	Bertha, Mário, Carlos, José Leite e Elisa
			D. Não é uma questão de contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução desses problemas, mas sim uma questão da utilização correta da Ciência e da Tecnologia por parte das pessoas.	César
			I. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	Oswaldo
		01. Motivação pessoal dos cientistas	13 - 60111) A maioria dos cientistas está motivada à dedicação ao trabalho. A principal razão por trás de sua motivação pessoal para fazer Ciência é:	
			E. resolver problemas curiosos para o conhecimento pessoal e investigar novas ideias ou produzir coisas novas que beneficiam a sociedade (por exemplo, curas médicas, respostas à poluição etc.). Juntos, eles representam as principais motivações pessoais da maioria dos cientistas.	Bertha, César e Elisa
			G. descobrir novas ideias ou inventar coisas novas que beneficiem a sociedade (por exemplo, curas médicas, respostas à poluição etc.).	Mário, Oswaldo e José Leite
			H. Não é possível generalizar porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de cientista para cientista.	Carlos
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa	14 - 60211) Os melhores cientistas são sempre muito abertos, lógicos, imparciais e objetivos em seus trabalhos. Essas características pessoais são necessárias para fazer a melhor Ciência.	
			D. Os melhores cientistas NÃO necessariamente exibem essas características pessoais, porque os melhores cientistas às vezes se tornam tão profundamente envolvidos, interessados ou treinados em seu campo, que eles podem ter a mente fechada, tendenciosa, subjetiva e nem sempre lógica em seu trabalho.	Mário, José Leite e Elisa
			C. Essas características não são suficientes. Os melhores cientistas também precisam de outros traços pessoais, como imaginação, inteligência e honestidade.	Oswaldo
			E. Os melhores cientistas NÃO necessariamente exibem essas características pessoais, porque depende do cientista individual. Alguns estão sempre de mente aberta e são objetivos em seu trabalho; enquanto outros podem ter a mente fechada e subjetiva.	Bertha

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
			A. Os melhores cientistas devem exibir essas características, caso contrário a ciência seria prejudicada.	Carlos
			I. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	César
			15 - 60226) Os cientistas são honestos em seus trabalhos de pesquisa (por exemplo, quando escrevem um relatório de pesquisa reportando seus resultados).	
			E. Os cientistas geralmente são honestos em seu trabalho. Mas às vezes eles remediam (mediam) seus resultados devido à necessidade de mais financiamento para pesquisa, prazos, necessidade de agradar a um empregador ou agência governamental ou o desejo para reconhecimento.	Bertha, Carlos e Elisa
			B. Os cientistas são honestos em seu trabalho, porque seus resultados devem ser precisos.	Mário
			G. Alguns cientistas são honestos, outros são desonestos. Você não pode generalizar porque os cientistas são indivíduos como qualquer outro ser humano.	César e Oswaldo
			C. Os cientistas são honestos em seu trabalho porque seu trabalho afeta o bem-estar da sociedade.	José Leite
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência	16 - 60411) Os cientistas praticamente não têm vida familiar ou social porque precisam estar profundamente envolvidos em seu trabalho.	
			B. Depende da pessoa. Alguns cientistas estão tão envolvidos em seu trabalho que suas famílias e vidas sociais são afetadas. Mas, muitos cientistas se dedicam à família e à vida social.	Bertha, Oswaldo, José Leite, Elisa
			E. A vida social e familiar dos cientistas é normal, porque muito poucos cientistas ficam tão envolvidos em seu trabalho que ignoram todo o resto.	Mário
			D. A vida social e familiar dos cientistas é normal, caso contrário, seu trabalho seria prejudicado. Uma vida social é valiosa para um cientista.	Carlos
			C. No trabalho, os cientistas encaram as coisas de maneira diferente das outras pessoas, mas isso não significa que eles praticamente não tenham vidas familiares ou sociais.	César
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência	17 - 60521) Ao fazer Ciência ou Tecnologia, uma boa cientista mulher realizaria o trabalho basicamente da mesma maneira que um bom cientista homem.	
			F. Não há diferença entre cientistas homens e mulheres na maneira como fazem Ciência, porque quaisquer diferenças na forma como os cientistas fazem ciência são devidas às diferenças entre os indivíduos. Essas diferenças não têm nada a ver com ser homem ou mulher.	Bertha, César, Oswaldo e Elisa
			D. Não há diferença entre cientistas homens e mulheres na maneira como fazem Ciência, porque mulheres e homens são iguais em termos do que é necessário para ser um bom cientista.	José Leite
			A. Não há diferença entre cientistas homens e mulheres na maneira como fazem Ciência, porque todos os bons cientistas realizam o trabalho da mesma maneira.	Mário e Carlos
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência	18 - 70111) A lealdade afeta a maneira como os cientistas fazem seu trabalho. Quando os cientistas trabalham juntos como um time sua lealdade aos ideais da Ciência (mente aberta, compartilhamento de resultados com outros etc.) é substituída por uma lealdade à equipe (por exemplo, colocar os interesses da equipe acima dos interesses da Ciência ou em conformidade com as opiniões da equipe).	
			C. Ambos os tipos de lealdades são importantes para os cientistas. O cientista é leal à equipe, mas a lealdade aos ideais da Ciência não é esquecida.	Bertha, Mário, César e Oswaldo

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
			B. A lealdade aos ideais da Ciência é substituída pela lealdade à equipe, porque os fortes laços de uma equipe farão com que os cientistas se apoiem, mesmo assim os cientistas mantêm os ideais da Ciência em mente.	Carlos
			D. Depende das qualidades pessoais de um cientista. Um cientista seguirá os ideais da Ciência, enquanto outro colocará os interesses da equipe em primeiro lugar.	José Leite e Elisa
		02. Decisões científicas	19 - 70212) Quando os cientistas discordam de um problema (por exemplo, se um nível baixo ou não de radiação é prejudicial), eles discordam principalmente porque não têm todos os fatos. Tal opinião científica não tem nada a ver com valores morais (conduta correta ou errada) ou com motivos pessoais (reconhecimento pessoal, empregadores ou agências de financiamento).	
			E. Discordância entre cientistas podem ocorrer por várias razões - qualquer combinação dos seguintes itens: falta de fatos, informações erradas, diferenças teorias, opiniões pessoais, valores morais, reconhecimento público e pressão de empresas ou governos.	Bertha
			D. Discordância entre cientistas podem ocorrer principalmente por causa de fatos diferentes ou incompletos, mas em parte por causa das diferentes opiniões pessoais dos cientistas, valores morais ou motivos pessoais.	Mário, Carlos e Oswaldo
			A. Discordância entre cientistas podem ocorrer, porque nem todos os fatos foram descobertos. O parecer científico baseia-se inteiramente em fatos observáveis e entendimento científico.	César
			C. Discordância entre cientistas podem ocorrer quando diferentes cientistas interpretam os fatos de maneira diferente (ou interpretam o significado dos fatos de maneira diferente). Isso acontece por causa de diferentes teorias científicas, NÃO por valores morais ou motivos pessoais.	José Leite e Elisa
		03. Comunicação profissional entre cientistas	20 - 70311) Os cientistas publicam suas descobertas em revistas científicas. Eles fazem isso principalmente para alcançar credibilidade aos olhos de outros cientistas e agências de financiamento; ajudando assim suas próprias carreiras a avançar.	
			F. Os cientistas publicam suas descobertas principalmente para ajudar outros cientistas em todas as partes do mundo. Uma boa comunicação evita a duplicação desnecessária de esforços e, conseqüentemente, acelera o avanço da Ciência.	Bertha, César e Elisa
			C. Os cientistas publicam suas descobertas principalmente para promover a Ciência e a Tecnologia. Ao compartilhar suas ideias publicamente, os cientistas se baseiam nos trabalhos uns dos outros. Sem essa comunicação aberta, a Ciência chegaria a um impasse.	Mário, Carlos, Oswaldo e José Leite
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico	21 - 70611) Com o mesmo conhecimento prévio, dois cientistas podem desenvolver a mesma teoria independentemente um do outro. A individualidade do cientista NÃO influencia o conteúdo de uma teoria.	
			B. A individualidade do cientista NÃO influenciará o conteúdo de uma teoria, porque esse conteúdo é baseado em fatos. Os fatos não são influenciados pelo indivíduo. No entanto, a maneira como um cientista conduz um experimento será influenciada por sua individualidade.	Bertha e César
			C. A individualidade do cientista NÃO influenciará o conteúdo de uma teoria, porque esse conteúdo é baseado em fatos. A maneira como um cientista interpreta os fatos será, no entanto, influenciada por sua individualidade.	José Leite e Elisa

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
Epistemologia da Ciência	9. Natureza do conhecimento científico		D. A individualidade de um cientista INFLUENCIARÁ o conteúdo de uma teoria, porque cientistas diferentes conduzem pesquisas de maneiras diferentes (por exemplo, investigam mais fundo ou fazem perguntas um pouco diferente). Portanto, eles obterão resultados diferentes. Esses resultados influenciam o conteúdo de uma teoria.	Carlos
			A. A individualidade do cientista NÃO influenciará o conteúdo de uma teoria, porque esse conteúdo é baseado em fatos e no método científico, que não são influenciados pelo indivíduo.	Mário
			I. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	Oswaldo
		02. Natureza dos modelos científicos	22 - 90211) Muitos modelos científicos utilizados nas investigações (como o modelo de calor, o neurônio, o DNA ou o átomo) são cópias da realidade.	
			E. Modelos científicos NÃO são cópias da realidade, porque são auxiliares explicativos, possuindo limitações.	Bertha e Carlos
			F. Modelos científicos NÃO são cópias da realidade, porque eles mudam com o tempo e com o estado de nosso conhecimento, tal como acontece com as teorias.	César
			B. Modelos científicos SÃO cópias da realidade, porque muitas evidências científicas provaram que são verdadeiros.	Mário, José Leite e Elisa
			I. Não tenho conhecimentos suficientes para fazer uma escolha.	Oswaldo
		04. Tentatividade do conhecimento científico	23 - 90411) Mesmo quando as investigações científicas são feitas corretamente o conhecimento que os cientistas obtêm dessas investigações pode vir a mudar no futuro.	
			B. O conhecimento científico é mutável, porque o conhecimento antigo é reinterpretado à luz de novas descobertas. Os fatos científicos podem mudar.	Bertha e César
			A. O conhecimento científico é mutável, porque novos cientistas refutam as teorias ou descobertas de antigos cientistas. Os cientistas fazem isso usando novas técnicas ou instrumentos aprimorados, encontrando novos fatores ignorados/não percebidos antes ou detectando erros na investigação original.	Mário, Carlos, Oswaldo e Elisa
			C. O conhecimento científico PARECE mudar, porque a interpretação ou a aplicação dos fatos antigos podem mudar. Experimentos feitos corretamente produzem fatos imutáveis.	José Leite
		05. Hipóteses, teorias e leis	24 - 90521) Ao desenvolver novas teorias ou leis, os cientistas precisam fazer certas suposições sobre a natureza (por exemplo, a matéria é composta de átomos). Essas suposições devem ser verdadeiras para que a Ciência progrida corretamente.	
			D. Depende. Às vezes, a Ciência precisa de suposições verdadeiras para progredir. Mas às vezes a história mostrou que grandes descobertas foram feitas ao refutar uma teoria e aprender com suas falsas suposições.	Bertha, José Leite e Elisa
			C. As suposições DEVEM ser verdadeiras para que a Ciência progrida, porque os cientistas pesquisam para provar suas suposições antes de prosseguir com o trabalho.	Mário e César
			A. As suposições DEVEM ser verdadeiras para que a Ciência progrida, porque suposições corretas são necessárias para se obter teorias e leis corretas. Caso contrário, os cientistas desperdiçariam muito de tempo e esforço usando teorias e leis incorretas.	Carlos e Oswaldo
		06. Abordagem científica	25 - 90611) Quando os cientistas realizam investigações, diz-se que eles seguem o método científico. O método científico é:	
			A. procedimentos ou técnicas de laboratório; frequentemente escrito em um livro ou jornal, e geralmente por um cientista.	Bertha, Carlos

Área	Dimensão	Tópico	Questões e alternativas do VOSTS de acordo com as escolhas dos professores	Professores que escolheram a alternativa
			C. controlar as variáveis experimentais com cuidado, não deixando espaço para interpretação.	Mário
			D. obter fatos, teorias ou hipóteses de forma eficiente.	José Leite
			E. testar e (re)testar - provar algo verdadeiro ou falso de uma forma válida.	Elisa
			G. questionar, formular hipóteses, coletar dados e concluir.	César
			M. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	Oswaldo
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico / tecnológico.	26 - 90711) Mesmo ao fazer previsões baseadas em conhecimento preciso, cientistas e engenheiros podem nos dizer apenas o que provavelmente pode acontecer. Eles não podem dizer o que vai acontecer com certeza.	
			E. Depende. As previsões são certas, desde que haja conhecimento preciso e informações suficientes.	Mário, Carlos e Elisa
			C. As previsões NUNCA são certas, porque uma previsão não é uma declaração de fato. É uma hipótese.	César
			D. As previsões NUNCA são certas, porque os cientistas nunca têm todos os fatos. Alguns dados estão sempre ausentes.	José Leite
			H. Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista.	Bertha e Oswaldo

ANEXO A – RESPOTAS DA A4: ANÁLISE DE MATERIAL

BERTHA:

MATERIAL ESCOLHIDO		PREPARADOS PARA O DESCONHECIDO?		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		Há muito tempo esse tempo é de minha curiosidade, além do mais o TDC possui uma linguagem mais de fácil entendimento podendo ser utilizado nas três séries do médio.		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência		
		02. Definição de tecnologia		
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	A emergência de novos agentes transmissores de doenças (patógenos) vem acompanhada da ausência de vacinas e alternativas terapêuticas	Aqui encontramos a sensibilização inicial do estudo. Por que não existem vacinas ou alternativas terapêuticas? Podemos ainda explorar a diferença entre agente causador e agente transmissor
2. Sociologia da Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo	Essas condições afetam negativamente a saúde da população e trazem prejuízos econômicos, sobrecarregando os sistemas de atendimento hospitalar.	Aqui podemos explorar os parâmetros utilizados para o IDH
		02. Indústria	A comunidade científica permanece em vigília constante.	Podemos explorar o lucro das indústrias farmacêuticas
		03. Militar	A comunidade científica permanece em vigília constante.	Podemos explorar as possíveis armas biológicas
		04. Ética		
		05. Instituições de ensino	A comunidade científica permanece em vigília constante.	Podemos explorar os financiamentos de pesquisa
		06. Grupos de interesse especial	Autoridades em saúde e pesquisa, políticos e representantes do setor privado de várias regiões do globo se reuniram para propor o Projeto Viroma Global.	Aqui estudamos o impacto de um Projeto Viroma/Genoma, além de explorar as características de um vírus e suas peculiaridades. Podemos ainda explorar a evolução dos seres vivos e os processos de replicação do DNA
		07. Influência pública em cientistas		
	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos		
		02. Contribuição para decisões sociais		
		03. Criação de problemas sociais		
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	Cabe às autoridades gestoras em saúde e pesquisa investir na geração de conhecimento científico e sua posterior aplicação em políticas públicas de proteção à saúde da população	Mais uma vez exploramos o IDH
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	Cabe às autoridades gestoras em saúde e pesquisa investir na geração de conhecimento científico e sua posterior aplicação em políticas públicas de proteção à saúde da população	Mais uma vez exploramos o IDH
		06. Contribuição para o poder militar		
		07. Contribuição para o pensamento social		
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas		
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero		

		no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas		
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	01. Características das observações		
		02. Características dos modelos científicos		
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas		
	COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?		Muitos conceitos ensinados de formas descontextualizadas são necessários para o entendimento dos textos pelos alunos . Acrescenta-se ainda , a identificação das informações implícitas.	
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?		O material pode ser utilizado em uma leitura compartilhada com uma roda de conversa posterior. Ainda pediria como material avaliativo escrito que os alunos construam questões relacionadas com o texto.		

CARLOS:

MATERIAL ESCOLHIDO		Lixo eletrônico https://drive.google.com/file/d/1ezHHIufN8wMWtNBBt3v7jCFQdjVIhEp_/view?usp=sharing		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		É um tema atual, e pouco debatido. Envolve, meio ambiente, consumismo / comportamento e evolução tecnológica.		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala

			identificado o aspecto)	de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência		
		02. Definição de tecnologia	Os resíduos de equipamentos eletrônicos (lixo eletrônico) são por definição,...	Mostra como caracterizar um lixo eletrônico dos demais.
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	Obsolência programada é a decisão intencional de fabricar um produto que se torne obsoleto ou não funcional após certo tempo...	A tecnologia cria um problema para a ciência resolver
2. Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo	A entrada em vigor da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em agosto de 2010, e sua regulamentação...	Interferência do governo na tomada de decisão Tecnologia/ Ciências.
		02. Indústria		
		03. Militar		
		04. Ética		
		05. Instituições de ensino		
		06. Grupos de interesse especial		
		07. Influência pública em cientistas		
	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos		
		02. Contribuição para decisões sociais		
		03. Criação de problemas sociais	Os produtos eletroeletrônicos podem conter cerca de 60 elementos químicos, alguns bastante tóxicos...	Com a tecnologia e limitação da ciências, surgiu um problema para a sociedade.
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	A regulação do lixo eletrônico no país esta ainda na infância...	Tomadas de decisões, afetam diretamente a sociedade.
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	A entrada em vigor da Política Nacional de Resíduos Sólidos...	Tomadas de decisões, afetam diretamente a sociedade.
		06. Contribuição para o poder militar		
		07. Contribuição para o pensamento social		
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas		
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas		
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica	A análise (em termos ecológicos) do ciclo de vida de eletroeletrônico no país é dificultada...	O espaço geográfico e diferenças culturais interferem na técnica científica.
		08. Ciência privada		

		versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	01. Características das observações		
		02. Características dos modelos científicos		
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
			11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas	
COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?		O tema escolhido contribui pois ele força o aluno a analisar, observar, repensar sobre a história (consumismo) e levantar hipóteses sobre os problemas e solução tratado no texto.		
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?		Iniciaria com um video sobre o consumismo e o crescimento da população.(A História das Coisas - O Ciclo do Produto, Consumo e Lixo - (versão brasileira) - YouTube). Pediria uma pesquisa de equipamentos antigos e obsoletos que os alunos possuem em casa. Perguntaria o que fazer com eles? Faria o aluno ler esse texto, leitura compartilhada, e entrar em uma conversa sobre o tema.		

CÉSAR:

MATERIAL ESCOLHIDO (inserir o link do arquivo)		Texto : Biografia de Galileu https://drive.google.com/drive/folders/1PwFKi7-gxrFZF2JC-5bEVpl9-a98Bobw		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		Apresenta uma abordagem explícita e texto relativamente pequeno para ser desenvolvido em sala de aula numa leitura compartilhada.		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	Galileu tira o embasamento teórico da Igreja de que nós humanos somos a imagem e perfeição de Deus.	
		02. Definição de tecnologia	Apoiado pelo estudo de Galileu, Kepler deixa a PERFEIÇÃO do círculo e o substitui pela geometria forçada da ELIPSE	
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	O Antropocentrismo é levado para a periferia do sistema solar	
2. Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo	A Igreja é contestada em sua fundamentação	
		02. Indústria	Desenvolvimento da matemática	
		03. Militar	O desenvolvimento do telescópio	
		04. Ética	Galileu como cristão deveria apresentar sua tese como fez Copérnico?	
		05. Instituições de ensino	A Igreja de Martinho Lutero se expande com um pensamento de apoio ao novo modo de pensar.	
		06. Grupos de interesse especial	Igreja Luterana	
		07. Influência pública	O advento da imprensa e a reprodução	

	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	em cientistas	das idéias de Galileu.	
		01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	Um novo Deus ?	
		02. Contribuição para decisões sociais	A influência da Lua na Terra	
		03. Criação de problemas sociais		
		04. Resolução de problemas sociais e práticos		
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	Um passo sobre os estudos do comportamento da luz e das lentes	
		06. Contribuição para o poder militar		
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	07. Contribuição para o pensamento social		
		01. Motivação pessoal dos cientistas		
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência	A descoberta, em 1629, em um golpe adicional à antiga concepção de que o céu era PERFEITO, Galileu viu que a superfície da Lua era marcada por crateras e montanhas e não uma superfície polida. Descobriu que Vênus tem fases, prova que orbita o Sol.	
		02. Decisões científicas	Hoje, há basicamente um consenso entre os astrônomos de que a idéia de um sistema Heliocêntrico é comprovada e o que se discute é de que forma ele ocorreu em sua formação inicial.	Que força levava os planetas a orbitar o Sol ?
		03. Comunicação profissional entre cientistas	Tempo de queda é o mesmo para corpos de diferentes pesos.	Proposta contrariando 2000 anos de ciência Aristotélica
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico	A velocidade de um objeto dobrava a cada 9,8 metros de queda livre.	
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
		01. Características das observações		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	02. Características dos modelos científicos		
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias		

		e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas		
COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?				
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?				

MÁRIO:

MATERIAL ESCOLHIDO (inserir o link do arquivo)		<a href="https://rr1---sn-bg0ezn7z.c.drive.google.com/videoplayback?expire=1632519764&ei=FA5OYafcGoOAmvUP8P6vkA0&ip=201.55.31.143&cp=QVRIVEZfWfDURVhPOkNINHvXSWJsaXdSNFZORmlXaDExd1JGM1QwVU9YRjk4NXpMNmF6VmpEeUo&id=8c2131cf2efb906a&itag=18&source=webdrive&requiressl=yes&mh=1v&mm=32&mn=sn-
bg0ezn7z&ms=su&mv=m&mvi=1&pl=23&ttl=transient&susc=dr&driveid=12bxCRklbkdg1knIJ_auu5RYuAEliFq_j&app=explorer&mime=video/mp4&vprv=1&prv=1&dur=937.180&lmt=1630344980331509&mt=1632505219&sparams=expire,ei,ip,cp,id,itag,source,requiressl,ttl,susc,driveid,app,mime,vprv,prv,dur,lmt&sig=AOq0QJ8wRQlhALA2J0mF6Qqsvi0j0mKp6Uqm6rCg3exCKjBSImB84azEAiAHK-I1V_B71EfP9fDBTzEYnxSZ9IclY8lk9TGGQp7sw==&lsparams=mh,mm,mn,ms,mv,mvi,pl&lsig=AG3C_xAwRQlhAMHI9kUTv2Vr5Z5t0krSuYrc-ojIZAce4uaFN5BQCSPdAiAdthdGeTQ617XyXpc9rIo2fh-NixynAJU5AW6hHdHOGg==&cpn=eCe4anM0qiH6LxUr&c=WEB_EMBEDDED_PLAYER&cver=1.20210922.1.0">https://rr1---sn-bg0ezn7z.c.drive.google.com/videoplayback?expire=1632519764&ei=FA5OYafcGoOAmvUP8P6vkA0&ip=201.55.31.143&cp=QVRIVEZfWfDURVhPOkNINHvXSWJsaXdSNFZORmlXaDExd1JGM1QwVU9YRjk4NXpMNmF6VmpEeUo&id=8c2131cf2efb906a&itag=18&source=webdrive&requiressl=yes&mh=1v&mm=32&mn=sn- bg0ezn7z&ms=su&mv=m&mvi=1&pl=23&ttl=transient&susc=dr&driveid=12bxCRklbkdg1knIJ_auu5RYuAEliFq_j&app=explorer&mime=video/mp4&vprv=1&prv=1&dur=937.180&lmt=1630344980331509&mt=1632505219&sparams=expire,ei,ip,cp,id,itag,source,requiressl,ttl,susc,driveid,app,mime,vprv,prv,dur,lmt&sig=AOq0QJ8wRQlhALA2J0mF6Qqsvi0j0mKp6Uqm6rCg3exCKjBSImB84azEAiAHK-I1V_B71EfP9fDBTzEYnxSZ9IclY8lk9TGGQp7sw==&lsparams=mh,mm,mn,ms,mv,mvi,pl&lsig=AG3C_xAwRQlhAMHI9kUTv2Vr5Z5t0krSuYrc-ojIZAce4uaFN5BQCSPdAiAdthdGeTQ617XyXpc9rIo2fh-NixynAJU5AW6hHdHOGg==&cpn=eCe4anM0qiH6LxUr&c=WEB_EMBEDDED_PLAYER&cver=1.20210922.1.0		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		A escolha se deu em virtude da praticidade e a aplicabilidade em minhas aulas		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	A ciência tem um papel importante no desenvolvimento social e econômico na sociedade mundial. Ela se fundamenta em soluções aos nossos mais profundos anseios. Tem todo um procedimento para constatação dos fatos e um equalização baseado em pesquisas a partir de teses pré existente e aprofundamento em novas descobertas	Uma visão bastante interessante sobre o que é o carbono e sua importância na sociedade moderna
		02. Definição de tecnologia	É o meio pelo qual se faz e conclui-se as análises sobre a dinâmica da disponibilidade momentânea	São recursos que utilizamos para melhor mostrar fatos dentro de uma ótica moderna e atualizada
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	A ciência é dependente das tecnologias disponíveis no momento do evento.	A evolução só será viável em função do desenvolvimento tecnológico
2. Sociologia Externa da	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo	É primordial por meio de ações e financiamento. Incentivando o desenvolvimento tecnológico.	É a alavanca para impulsionar o progresso.
		02. Indústria	Buscando sempre aprimorar seus processos e produtos buscando assim	Viabiliza o desenvolvimento e progresso do país.

Ciência			uma maior competitividade no mercado.	
		03. Militar	Sempre em busca de novas tecnologia a ciência e essencial no desenvolvimento de equipamentos seja para mostrar poderia bélico ou manter a soberania do país	Importantíssimo nos dias atuais. Demonstrando assim ao mundo seu poderio.
		04. Ética	Por meio da ciência que iremos compreender e se respeitar.	Sem ética principalmente no mercado ficamos à deriva dos poderosos.
		05. Instituições de ensino	Buscamos pela ciência e com o uso de novas tecnologias buscar atualizarmos e novos meios de transmitir os ensinamentos	Importantíssimo para o futuro de uma nação.
		06. Grupos de interesse especial	Sempre haverá grupos investindo em ciências e tecnologia em busca de inovações de seus interesses.	Muito importante pois novos produtos são lançados que vão diretamente impactar na sociedade.
		07. Influência pública em cientistas	Direcionando os recursos para as áreas mais importantes naquele momento que o país está vivendo.	Saber direcionar os recursos financeiros com objetividade é essencial
	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	Imensa principalmente no tocante a segurança de seus procedimentos	Garantir o impacto na sociedade seja o mínimo possível
		02. Contribuição para decisões sociais	Sobretudo para diminuir a diferença social do país	Busca aproximar cada vez mais as classes sociais
		03. Criação de problemas sociais	É inerente pois irá afetar o existente.	Problema e polêmicas sempre existiram faz parte do desenvolvimento
		04. Resolução de problemas sociais e práticos	A aplicação de procedimentos na busca de soluções viáveis para os problemas sociais que aflige e assola o povo.	Somente por meio de estudos científicos e por meio de tecnologia conseguimos superar nossos problemas.
		05. Contribuição para o bem-estar econômico	Na busca de novos medicamentos e equipamentos que nos auxiliam no cotidiano	Facilita e torna a vida mais interessante
		06. Contribuição para o poder militar	Novas tecnologias para defesas do país.	Garante nossa soberania
		07. Contribuição para o pensamento social	Transmite confiança.	Segurança
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas	Busca da satisfação pessoal e o legado que deixa para as gerações futuras.	Gratidão
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas		
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do	01. Características das observações		
		02. Características dos		

gia	conheciment o científico	modelos científicos		
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas		
COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?		Por meio de vídeo facilita a fixação dos conteúdos. Temos memória visual. Lembramos muito mais do que vemos e vivenciamos em relação ao que lemos e ouvimos.		
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?				

OSWALDO:

MATERIAL ESCOLHIDO (inserir o link do arquivo)		https://drive.google.com/file/d/1B8A_mT95tICfhtpeawmeRkeUYQkt9iP/view?usp=drivesdk		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		Por gostar de história.		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência		
		02. Definição de tecnologia		
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia	O fóton presente na ciência e tecnologia contemporânea é, portanto, um conceito que tem toda uma historicidade, a qual pode ser trazida à tona pela pesquisa em história da ciência. •	
2. Sociologia Externa da Ciência	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo		
		02. Indústria		
		03. Militar		
		04. Ética		
		05. Instituições de ensino	Na virada do século XX para o XXI, a luz já desempenhava um papel tão importante nas pesquisas de ponta, associadas à criptografia e aos computadores quânticos, que um novo campo de conhecimento surgiu, e com ele, uma nova era, a era da fotônica dedicada à pesquisa de geração, controle e detecção da luz.	
		06. Grupos de		

	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	interesse especial		
		07. Influência pública em cientistas		
		01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos	Foi, então, que o trabalho deles “colocou o gato entre os pombos” provocando, assim, uma acalorada controvérsia na comunidade científica (HANBURY BROWN, 1991, p. 120).	
		02. Contribuição para decisões sociais		
		03. Criação de problemas sociais		
		04. Resolução de problemas sociais e práticos		
		05. Contribuição para o bem-estar econômico		
		06. Contribuição para o poder militar		
	6. Características dos cientistas	07. Contribuição para o pensamento social		
		01. Motivação pessoal dos cientistas		
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
3. Sociologia Interna da Ciência	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas	Como Hanbury Brown e Twiss poderiam detectar uma correlação entre fótons se, de acordo com o conceito canônico de fóton, são partículas indivisíveis? Esperava-se uma anticorrelação entre fótons, portanto. Em outras palavras, a tendência era de que fótons não fossem detectados simultaneamente. Não demorou muito para aparecer a primeira crítica ao experimento HBT. Veio do físico Eric Brannen e do seu estudante de pós-graduação Harry I. S. Ferguson, segundo os quais, “se tal correlação existisse, exigiria uma grande revisão de alguns conceitos fundamentais da mecânica quântica”.	
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na		

		técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	01. Características das observações		
		02. Características dos modelos científicos		
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		
		06. Abordagem científica das investigações		
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
				11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas
COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?		Ele é ótimo para a abordagem da NdC, pois o mesmo tem informações importantes para o desenvolvimento da sociedade e tem a parte interdisciplinar de história.		
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?		Por etapas. Pesquisa de autores e trabalhos em grupos sobre o assunto.		

ELISA:

MATERIAL ESCOLHIDO (inserir o link do arquivo)		HQ – Herança Mendeliana		
POR QUE A ESCOLHA DO MATERIAL?		O TDC escolhido aborda um assunto que geralmente não é muito compreendido facilmente pelos alunos e a maneira que é citada em forma de quadrinhos pode ser um atrativo a mais, além de que, o foco de refletir sobre a nomeação de Mendel interessante.		
ÁREA	DIMENSÃO	ASPECTOS DA NdC	EXEMPLO (trecho do texto, tempo do vídeo, imagem, descrição de onde foi identificado o aspecto)	COMENTÁRIO (análise sobre a visão de Ciência que o trecho apresenta/consideração para a sala de aula)
1. Filosofia da Ciência	1. Ciência, tecnologia e suas relações	01. Definição de ciência	A este objetivo (isto é, a realização de experiências cuja finalidade era seguir o desenvolvimento da descendência de híbridos) vários cuidadosos observadores como Kolreuter, Gartner, Herbert, Lecoq, Wichura e outros devotaram parte de suas vidas, com incansável perseverança”	Apresentar questões sobre como a trajetória para se descobrir algo ocorre, muitas vezes, ao longo do tempo com ajuda de outros cientistas.
		02. Definição de tecnologia		
		04. Interdependência entre ciência e tecnologia		
2. Sociologia Externa da	2. Influência da sociedade na ciência/tecnologia	01. Governo		
		02. Indústria		
		03. Militar		
		04. Ética		
		05. Instituições de		

Ciência		ensino		
		06. Grupos de interesse especial		
		07. Influência pública em cientistas		
	4. Influência da Ciência/Tecnologia na Sociedade	01. Responsabilidade social de cientistas e/ou tecnólogos		
		02. Contribuição para decisões sociais		
		03. Criação de problemas sociais		
		04. Resolução de problemas sociais e práticos		
		05. Contribuição para o bem-estar econômico		
		06. Contribuição para o poder militar		
		07. Contribuição para o pensamento social		
3. Sociologia Interna da Ciência	6. Características dos cientistas	01. Motivação pessoal dos cientistas		
		02. Padrões/valores que orientam os cientistas no trabalho e em casa		
		03. Ideologias de cientistas		
		04. Habilidades necessárias para fazer ciência		
		05. Efeito de gênero no processo e no produto da ciência		
		06. Sub-representação de mulheres		
	7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivização da ciência		
		02. Decisões científicas	Hoje há uma concordância científica sobre as leis de Mendel que implicam na genética	Utilizamos essa abordagem para explicar a hereditariedade nas salas de aula
		03. Comunicação profissional entre cientistas		
		04. Interação profissional em face da concorrência		
		05. Interações sociais		
		06. Influência do indivíduo no conhecimento científico		
		07. Influência nacional no conhecimento e na técnica científica		
		08. Ciência privada versus ciência pública		
4. Epistemologia	9. Características do conhecimento científico	01. Características das observações		
		02. Características dos modelos científicos	Atualmente é aceitável a idéia sobre os “fatores” empregados por Mendel, que hoje sabemos melhor o que são, é a maneira correta de se explicar a hereditariedade.	Podemos exemplificar através dos cruzamentos e o exemplo das ervilhas.
		03. Características dos esquemas de classificação		
		04. Tentatividade do conhecimento científico		
		05. Hipóteses, teorias e leis		

		06. Abordagem científica das investigações	“Dizem que a ciência é neutra, que observações podem ser puras, que ela produz apenas fatos concretos”	
		07. Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico.		
		08. Raciocínio lógico.		
		09. Pressupostos fundamentais para toda a ciência		
		10. Status epistemológico do conhecimento científico		
		11. Paradigmas vs. coerência de conceitos entre disciplinas		
COMO VOCÊ ACHA QUE O MATERIAL ESCOLHIDO PODE CONTRIBUIR PARA A ABORDAGEM DA NdC EM SALA DE AULA?		O quadrinho aborda muitos questionamentos tanto sobre a classificação adotada ao Mendel como “o pai da genética” sendo que, ele conseguiu chegar ao seu propósito graças a contribuição de outros cientistas, além de que, no último quadrinho, nos faz indagar sobre o que nós interpretamos hoje de “fatores” ao Mendel falado e o que sabemos realmente o que seriam esses fatores. Será que ele estava querendo dizer mesmo o que sabemos que é, ou interpretamos que ele quis dizer isso?		
COMO VOCÊ UTILIZARIA ESTE MATERIAL EM UMA AULA?		Utilizaria como uma forma de discussão não só sobre esse assunto específico, mas também poderíamos colocar outras descobertas a serem discutidas como uma forma de investigação de créditos a serem atribuídos corretamente. Isso poderia despertar uma curiosidade maior aos alunos, além de que, ficarem surpresos sobre o que poderiam descobrir.		

ANEXO B – RESPOSTAS DA A6: PROPOSTAS DIDÁTICAS

PLANO DE AULA	
PROFESSOR: Bertha	DISCIPLINA: Biologia
TURMA/SÉRIE: 1º ano EM	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 01 aulas
UNIDADE TEMÁTICA (de acordo com o currículo paulista) Tecnologia e Linguagem Científica.	
COMPETÊNCIA DA ÁREA (de acordo com a unidade temática do currículo paulista) Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	
HABILIDADES (associada a competência a ser trabalhada) (EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	
OBJETO DE CONHECIMENTO (conteúdo descrito no currículo associado a disciplina e a habilidade a ser trabalhada) Investigação científica (definição de situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão de literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão de medidas, elaboração de gráficos e tabela, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).	
DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA (descrever as etapas da situação de ensino e de aprendizagem planejadas, as estratégias a serem utilizadas) SUPER CONVITE ESPECIAL ESPACIAL Imagine que você foi convidado a participar de uma expedição de pesquisa científica ao espaço em uma nave e não está levando em seu estojo a “caneta dos astronautas”. Você precisa fazer diversas anotações no seu caderno. Lá chegando, notou que nenhuma das suas	

canetas normais funcionava, mesmo tendo testado todas elas antes da partida. Como você já havia passado por uma situação semelhante no planeta Terra ao escrever com ela na posição invertida, tirou suas conclusões e teve que pensar em soluções alternativas. Qual(is) sugestão(ões) você teria para resolver o problema, já que está em um ambiente com falta de gravidade?

Disponibilize aos(as) estudantes aproximadamente 5 minutos para a realização dessa atividade. Em seguida socialize com a turma algumas conclusões. Nesse momento, caso não surja a sugestão “lápiz”, você, professor(a) pode trazer. A partir daqui, para direcionar a discussão sugerimos a seguinte leitura para você, disponível em: [Museu Aberto de Astronomia](#) Acesso em: 08 out.2020. O objetivo principal da atividade é levar os(as) estudantes a pensarem sobre um problema, levantando hipóteses e apresentando soluções. Esse momento é muito importante para que haja a intencionalidade do ensino investigativo (habilidade EM13CNT301), em que os(as) estudantes consigam desenvolver Ciência, a partir de um problema, seja ele no âmbito local, regional e/ou global. Professor(a) considere as hipóteses levantadas pelos(as) estudantes, trazendo sempre para a temática inicial. É possível que eles (as) levanten a hipótese de utilização de tecnologias como computadores, dispositivos móveis e sistemas de armazenamento de informações (nuvem ou disco rígido – HD – derivação de HDD do inglês hard disk drive).

RECURSOS DIDÁTICOS (listar os materiais a serem utilizados)

Caderno de anotação, lousa, caneta, texto impresso

COMO AVALIAR? (instrumentos e critérios de avaliação)

A avaliação é feita oralmente e na leitura dos textos produzidos o durante o processo atentando-se ao fato de que o aluno consegue ou não chegar a uma solução viável.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática feita pela professora

Bertha

- a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

Com essa proposta podemos discutir como acontece a ciência, de onde surgem as ideias inovadoras e que muitas vezes algo simples pode ser revolucionário naquele momento (uso de lápis) e te coloca a frente das grandes descobertas (disputa EUA e URSS).

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

Nessa atividade podemos abordar a Filosofia da Ciência (como resolver o problema das anotações na disputa da exploração espacial), a Sociologia Externa da Ciência (quais as vantagens para os “seres humanos comuns” essa disputa trouxe), a Sociologia Interna da Ciência (como os cientistas buscam solucionar esse problema).

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

Para desenvolver seu senso crítico diante os problemas da vida e capacidade de solucionar problemas na vida escolar.

PLANO DE AULA	
PROFESSOR: Carlos	DISCIPLINA: Química/ Robótica
TURMA/SÉRIE: 2ºA e B	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 2
UNIDADE TEMÁTICA (de acordo com o currículo paulista) Metais, Oxidação, Pilhas e aplicações	
COMPETÊNCIA DA ÁREA (de acordo com a unidade temática do currículo paulista) - Reconhecer as evidências das transformações químicas que ocorrem entre metais e ácidos e entre metais e íons metálicos - Identificar transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica - Relacionar a energia elétrica produzida e consumida na transformação química com os processos de oxidação e de redução - Estabelecer uma ordem de reatividade dos metais em reações com ácidos e íons metálicos • - Descrever o funcionamento de uma pilha galvânica - Interpretar os processos de oxidação e de redução a partir de ideias sobre a estrutura da matéria - Avaliar as implicações sociais e ambientais das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica - Avaliar os impactos ambientais causados pelo descarte de pilhas galvânicas e baterias	
HABILIDADES (associada a competência a ser trabalhada) Identificar as principais formas de poluição geradas na extração e na metalurgia de	

minérios de ferro e de cobre.
 Identificar transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica
 Descrever o funcionamento de uma pilha galvânica
 Interpretar os processos de oxidação e de redução a partir de ideias sobre a estrutura da matéria
 Avaliar as implicações sociais e ambientais das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de energia elétrica

OBJETO DE CONHECIMENTO (conteúdo descrito no currículo associado a disciplina e a habilidade a ser trabalhada)

- Número de oxidação;
- Conversa sobre a importância da eletricidade;
- Pilhas;
- Reatividade dos metais;
- Eletrolise.

DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA (descrever as etapas da situação de ensino e de aprendizagem planejadas, as estratégias a serem utilizadas)

Introdução da eletroquímica, conversa sobre NOX.

Vídeo sobre a história sobre a eletricidade: [a história da eletricidade - YouTube](#)

Experimento mostrando a transferência de elétrons. (oxidação e redução), utilizando Sulfato de Cobre e bombril.

Explicando a pilha de Daniel e seus conteúdos.

Experimento sobre pilhas (montagem de pilha de limão e batata)

Explicando reatividade dos metais.

Experimento utilizando ácido, metais para provar a reta da reatividade.

Eletrolise (noções).

RECURSOS DIDÁTICOS (listar os materiais a serem utilizados)

Devido o distanciamento essa aula sobre a oxidação será apenas uma demonstração do professor.

A demonstração será realizada com uma solução de sulfato de cobre e um pedaço de bombril

Durante a explanação o professor fara perguntas de o que poderá acontecer. (essas ideias,

serão registradas no caderno)

Após o procedimento, o professor irá conversar sobre o que aconteceu e alinhar com as respostas dos alunos.

Toda análise do resultado será registrado no caderno do aluno.

No experimento da pilha, será formado uma dupla, todos devidamente com máscaras.

Os alunos irão montar uma pilha de batata e limão, utilizando um limão e/ou batata, 50 cm de fio de som, uma chave de metal, um clip de papel, um LED.

Na demonstração de reatividade, será usada uma solução de ácido clorídrico (Muriático) e peças de cobre e aço.

O professor cobrará atenção e registro de tudo que estará acontecendo.

COMO AVALIAR? (instrumentos e critérios de avaliação)

A avaliação será contínua e sempre analisando a participação do aluno, entrega dos materiais para o experimento e os registros realizados.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática feita pelo professor Carlos

- a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

O fato de trabalhar a observação dos alunos durante as práticas experimentais. Faz com que o aluno comece a analisar as variáveis possíveis para o resultado, e com isso ele aprenda a relacionar o conteúdo com as análises.

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

- Definições de ciência e tecnologia e suas relações, com foco na interdependência entre ciência e tecnologia
- Epistemologia da Ciência, com foco nas: Características das observações; Tentatividade do conhecimento científico; Hipóteses, teorias e leis; Precisão e incerteza no conhecimento científico/tecnológico. Foi escolhido pois o conhecimento adquirido, foi crucial para a mudança da sociedade.

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

Os alunos terão a oportunidade de vincular o que foi aprendido e com os resultados. Promover um estímulo à análise dos fatos.

PLANO DE AULA

PROFESSOR: César	DISCIPLINA: Física/Cosmologia/História/Sociologia/ Filosofia
TURMA/SÉRIE: 1ª a 3ª Série do Ensino Médio	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 06

UNIDADE TEMÁTICA

Vida, Terra, Cosmos & Tecnologia e Linguagem Científica

COMPETÊNCIA DA ÁREA

1.] Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

2.] Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

HABILIDADES

[EM13CNT201] Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

[EM13CNT303] Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

OBJETO DE CONHECIMENTO

Transformações de Galileu Galilei;
Relatividade Geral;
Modelo Padrão de Partículas;
Modelo de Vácuo Quântico ou Modelo do Quinto Elemento.

DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Para essa atividade os alunos serão divididos pela orientação, justificativa e decisão do

professor em grupos de 2 e/ou 3 integrantes.

O desenvolvimento do trabalho seguirá às três sequências:

1.] Cada grupo receberá uma cópia do texto:

“ *Éter : sua importância histórica na ciência e abordagem no livro didático do ensino médio* ” (Disponível em: http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=211&path%5B%5D=pdf_76) para leitura e discussão com todos em sala de aula.

2.] Cada grupo deverá escolherá um vídeo que deverá servir como *Roteiro de Estudo* para suas argumentações em sala de aula.

Vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=0Ayx7CYyxTY>

<https://www.youtube.com/watch?v=GofIDDstoME>

<https://www.youtube.com/watch?v=BrUzHkiDreI>

<https://www.youtube.com/watch?v=UKaoTOoDzpU>

<https://www.youtube.com/watch?v=M3zQd164n7o>

https://www.youtube.com/watch?v=-lqFX7_kDw0

<https://www.youtube.com/watch?v=OwpbsH1g-Go>

https://www.youtube.com/watch?v=bkRxUMvn_uA

2.9 <https://www.youtube.com/watch?v=khsYluM9JDM>

3.] Os grupos deverão responder as seguintes perguntas.

Questões:

3.1. Qual(is) a(s) experiência(s) histórica(s) para a medição da velocidade da Luz ?

3.2. Segundo o texto, a teoria da não existência do Éter é a mais aceita atualmente. Como os cientistas construíram essa teoria e chegaram a essa conclusão?

3.3. Por que alguns dos cientistas ainda citam a possibilidade da existência do Éter ?

3.4. Comente esta citação do texto : “*O éter passou por várias mortes e ressurreições. Em algumas épocas os pesquisadores tinham certeza de que ele existia, em outros momentos tinham certeza de que ele não existia [...]*”. “*Se Einstein estava correto em 1905, ele estava errado em 1920, e vice-versa*”.

3.5. Existe uma relação entre o desenvolvimento de tecnologias e o desenvolvimento científico?

3.6. Como o conceito de Vácuo Quântico se relaciona com a Energia Escura?

3.7. Como você acha que a Ciência é feita no Brasil?

As perguntas deverão ser respondidas pelos grupos em uma folha a parte a ser entregue ao professor. Por meio da mediação do professor, as respostas serão socializadas entre todos da turma, de forma que sejam destacadas as características da construção do conhecimento científico abordadas no texto (observações, hipóteses, teorias, precisão e incerteza, credibilidade, relações com a tecnologia, financiamento, comunidade científica, Ciência no Brasil).

RECURSOS DIDÁTICOS

20 cópias impressas do texto de divulgação científica *Éter: sua importância histórica na ciência e abordagem no livro didático do ensino médio* (Disponível em:

http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&th%5B%5D=211&path%5B%5D=pdf_76), ou versão em formato digital a ser compartilhado com os grupos;

PODCASTS com possíveis inserções de opiniões de convidados extraclasse;

Formação, apresentação e “comentários” de uma “NUVEM DE PALAVRAS”.

COMO AVALIAR?

Serão dadas quatro (4) notas de zero (0) a dez (10).

A nota final será a MEDIA ARITMÉTICA SIMPLES destas quatro avaliações.

1.] As respostas escritas dos alunos as questões colocadas pelo professor são um guia para verificação de conceitos prévios dos alunos sobre a Ciência e uma forma de verificar a habilidade de leitura e interpretação de texto, prevista na habilidade [EM13CNT201] & [EM13CNT313]. A observação da discussão em sala de aula também complementa a avaliação, que tem como ponto principal o diagnóstico para o planejamento de novas intervenções em sala de aula, de forma a garantir que os alunos possam desenvolver as habilidades previstas no currículo e ter um contato maior com a construção do conhecimento científico.

2.] Podcast;

3.] Argumentação e envolvimento;

4.] Autoavaliação.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática feita pelo professor César

a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

Na atual configuração da grade curricular do ensino médio, as aulas de física perderam muito espaço e consequentemente tempo hábil para que o professor possa ensinar de forma plena os conceitos físicos, isso faz com que as questões históricas por traz dos conceitos atualmente aceitos sejam muitas vezes deixadas de lado, esse procedimento é criticado no PNLD, este traz uma concepção de como as aulas de física devem ser:

“ A Física escolar deve contemplar, portanto, a escolha cuidadosa dos elementos principais mais importantes presentes na estrutura conceitual da Física como uma disciplina científica, uma área do conhecimento sistematizado, em termos de conceitos e definições, princípios e leis, modelos e teorias, fenômenos e processos. Deve, ainda, incorporar um tratamento articulado desses elementos entre si e com outras áreas disciplinares, bem como com aspectos históricos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, de modo a propiciar as aprendizagens significativas necessárias aos alunos e, assim, contribuir para que o ensino médio efetive sua função como etapa final da formação educacional básica de todo e qualquer cidadão. (PNLD, 2015, p. 08)”

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

“ O éter passou por várias modificações conceituais ao longo da história, surgiu primeiramente de uma ideia filosófica e religiosa dos gregos, depois ocupou a mente dos cientistas, homens e mulheres que olharam para a natureza com uma curiosidade mais racional, puderam discursar sobre o que era imaginário e invisível assim como o meio pelo qual se propagava a luz e dava sustentação aos corpos celestes. Ao estudarmos história da ciência nos ausentamos da parte que engloba a construção do conhecimento científico, como o mesmo se desenvolveu, sua influência sob a sociedade e como esta influencia no desenvolvimento do mesmo hoje. Ao ensinarmos ciência, abstraímos a ponto de termos as respostas antes das perguntas, apresentamos o conceito como pronto e acabado, seguindo uma linha do tempo que passa a ideia de que o posterior é mais inteligente que o antecessor, desconstruímos a evolução dos paradigmas científicos (Neves , 1986) “

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

“ A partir do século XIX até o século XX, o éter esteve inserido na explicação de muitos fenômenos, tais como, o magnetismo, a eletricidade e o calor, a importância na explicação das teorias corpusculares e ondulatórias até a teoria da relatividade restrita. Hoje temos alunos que não perguntam mais, não se indagam sobre o porquê das coisas, não observam mais o ambiente onde estão inseridos, também por outro lado, temos uma estrutura de ensino de física que retira a parte relacionada aos fenômenos, não ensinamos os alunos a ver, e retiramos o real contexto histórico envolvido no desenvolvimento do conhecimento humano.”

Buscamos desenvolver uma revisão de literatura sobre a evolução do tema, analisando algumas de suas primeiras especulações ainda romantizadas dentro da mitologia até suas abordagens mais atuais. O que existe hoje é uma base histórica que mostra o tamanho de sua importância na construção da física atual.

Acreditamos que mesmo não havendo nada que o comprove ou o refute, levando em conta sua importância histórica, o mesmo deveria ser melhor explorado no ensino de física. Nossa proposta é além de uma abordagem conceitual e histórica da evolução conceitual do mesmo, realizar uma breve análise da

abordagem feita nos livros didáticos para esse tema, já que acreditamos que o mesmo é muito pouco explorado.

PLANO DE AULA

PROFESSOR: Mário	DISCIPLINA: Química/Física
TURMA/SÉRIE: Primeira Séries ensino médio	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: quatro aulas
UNIDADE TEMÁTICA (de acordo com o currículo paulista) MATÉRIA E ENERGIA	
COMPETÊNCIA DA ÁREA (de acordo com a unidade temática do currículo paulista) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem, processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	
HABILIDADES (associada a competência a ser trabalhada) (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	
OBJETO DE CONHECIMENTO (conteúdo descrito no currículo associado a disciplina e a habilidade a ser trabalhada) Física Conservação da energia (trabalho mecânico; potência; energia cinética; energia potencial gravitacional; conservação da energia mecânica; forças conservativas; energia potencial elástica). Conservação da quantidade de movimento. Impulso. Choques mecânicos (coeficiente de restituição; choques elásticos e inelásticos).	

Força (peso; tração; normal).

Grandezas escalares e vetoriais.

Química

Transformações químicas (fenômenos naturais e processos produtivos).

Conservação de massa (quantidade de matéria - relações entre massas, mol e número de partículas, equações químicas, proporções entre reagentes e produtos).

Constituição da matéria (modelo atômico de Dalton, elementos, símbolos, massa atômica, número atômico).

Conservação de energia (poder calorífico, reações de combustão).

Métodos sustentáveis de extração, processos produtivos, uso e consumo de: combustíveis alternativos e recursos minerais, fósseis, vegetais e animais.

DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA (descrever as etapas da situação de ensino e de aprendizagem planejadas, as estratégias a serem utilizadas)

1. Qual o conhecimento prévio que os alunos têm sobre o assunto abordado.
2. Definição dos títulos abordados do conhecimento técnico e científico.
3. Demonstração simples sobre os mais diversos tipos de energia com uso de bolas de diferentes tamanhos e materiais.
4. Molas diferentes como de compreensão e tração. Experimentos utilizando estes materiais.
5. Balança eletrônica usada para contar , pesar massa.
6. Usando diferentes tipos de materiais como cobre, aço, alumínio, entre outros de mesmo volume porém de densidades diferentes.
7. Em química fogo, triângulo do fogo, inclusive normas de combate a incêndio. Extintores segundo normas técnicas e classes A,B,C,D. manuseio em sala de aula.

RECURSOS DIDÁTICOS (listar os materiais a serem utilizados)

Livros didáticos

Currículo Paulista

Vídeos sobre o tema abordado

Manuseio de materiais.

Exercícios - sobre o tema.

Normas Técnicas.

COMO AVALIAR? (instrumentos e critérios de avaliação)

Pela participação ativa nas atividades em sala de aula.

Debates entre grupos

Questionamento sobre o assunto

Testes avaliativos.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática pelo professor Mário

- a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

De forma simples porém próxima da realidade deles, se tornam atrativos os assuntos abordados . Demonstrando pelos mais variados ângulos a razão pela qual se foram elaborados os mais variados legados da ciências sempre com olhos na natureza.

A importância das normas para manter os ambientes de trabalho mais seguros. A importância dos uso dos EPI 's, a CIPA entre outros. Eles sempre participam com um episódio que ocorreu de uma forma ou outra com parentes ou conhecidos que por desconhecer e contrariar a natureza da ciências foram acometidos de acidentes que lhes trouxeram consequências etc...

Ouvir ou ter seu feedback sobre os mais variados temas é muito importante. Eles sempre gostam de participar. Isto faz com que se torna as aulas bem mais atraentes tanto para nós como para eles.

A grande maioria dos meus alunos querem saber o que estou lhes passando, onde há uma aplicação prática para eles. São muito curiosos e cheio de dúvidas independente do assunto.

Relacionar os temas abordados com seu dia a dia faz toda a diferença.

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

Há uma relação direta com os temas abordados com o cotidiano. O ponto de partida sempre se norteia pela natureza, os fenômenos naturais.

Partindo destes conceitos que são básicos, nos ampliamos e transformamos em processos que são replicados no dia a dia.

Objetivo é ampliar, multiplicar nossos conhecimentos aplicando assim para diversificar nos

setor produtivo e assim mais pessoas ter acesso aos bens por nos produzidos.

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

Nosso objetivo é aplicar os conhecimentos adquiridos em benefício da sociedade contemporânea trazendo assim maior conforto e praticidade e contribuindo de alguma forma para o bem estar de toda a sociedade. Buscando desta forma o bem comum.

PLANO DE AULA

PROFESSOR: OSWALDO	DISCIPLINA: FÍSICA
TURMA/SÉRIE: 1ª SÉRIE EM	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 2 AULAS

UNIDADE TEMÁTICA

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 – RECURSOS PARA A MANUTENÇÃO DA VIDA

COMPETÊNCIA DA ÁREA (Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

HABILIDADES

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações

gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

OBJETO DE CONHECIMENTO

Cinemática (espaço; tempo; distância; velocidade; aceleração; equação horária; gráficos; tabelas) Dinâmica (Leis de Newton; força de atrito, plano inclinado, força centrípeta)

DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Exposição dialógica/participativa a partir de leitura pré selecionada.

Nesta atividade, serão demonstrados os efeitos do equilíbrio sobre os nossos corpos e como a sua ausência (desequilíbrio) pode causar algumas consequências desagradáveis.

RECURSOS DIDÁTICOS

(Por meio da sugestão da atividade experimental e das informações contidas no texto, é possível aprofundar o conhecimento sobre os conceitos: Centro de Gravidade (CG), base de apoio, Equilíbrio estático e Equilíbrio dinâmico.)

Para a realização da atividade proposta, são necessários os seguintes materiais:

- barbante; pequena pedra ou outro pequeno peso; e uma parede.

Os procedimentos são bem simples. Em uma parede, encoste os calcanhares e o bumbum. Agora, sem tirar o bumbum da parede, tente tocar os pés com os dedos das mãos. Observe o que acontece. Anote a posição do corpo no momento do desequilíbrio. Agora, repita o movimento longe da parede. Mais fácil ou mais difícil? Anote o que aconteceu com o corpo da pessoa nesta segunda posição (longe da parede). Junto ao grupo, tente estabelecer os conceitos físicos sobre o que acabaram de presenciar. Agora, utilize o barbante e o peso. Amarre o peso em uma extremidade do barbante e a outra segure na altura do umbigo sem, no entanto, deixar encostar o barbante em nenhuma parte do corpo. O barbante e o peso devem mover-se livremente.

Repita os dois procedimentos anteriores segurando, agora, o barbante e o peso. Observe que a linha do peso funciona como uma linha de prumo e mostra a projeção do Centro de Gravidade (CG) sobre a base de apoio; no caso, os pés.

COMO AVALIAR?

- 1) Relatórios com as seguintes propostas:

As suposições feitas anteriormente estão de acordo com as projeções do CG?

Tente propor suposições baseadas no CG e na base do ponto de apoio.

- 2) Debate.

3) Ainda podemos complementar com atividades em grupo na sala de aula, seminários apresentados pelos estudantes e informações cedidas ao questionário aplicado.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática pelo professor Oswaldo

- a) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

As discussões sobre o roteiro e o experimento em sala de aula tendem a fazer que os estudantes participem continua e espontaneamente dos debates (MASSONI; MOREIRA, 2007) e tentará captar mesmo que de participações esporádicas ou induzidas pelo professor e pelos demais estudantes suas concepções sobre a NdC.

- b) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a **o que ensinar** sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

- 1) o papel da criatividade e da colaboração entre os cientistas para a produção do conhecimento.
- 2) o caráter tentativo da ciência.
- 3) o uso de evidências empíricas e da lógica.
- 4) a relação entre leis e teorias.

Foram escolhidos para mostrar as concepções sobre a NdC que predominam e são discutidas/problematizadas no decorrer das aulas da disciplina e os respectivos contextos de ensino; e de fornecer posicionamentos e/ou questionamentos que explicitamente sinalizam

as concepções dos estudantes sobre a NdC.

- c) Considerando as reflexões do **para que ensinar** aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

Contribui pela vantagem de indicar as falas e intervenções espontâneas dos estudantes sobre tais aspectos; de revelar quando e como os estudantes apresentam um padrão de mudança nas suas concepções sobre a NdC por meio de atividades como esta.

PLANO DE AULA

PROFESSOR: Elisa

DISCIPLINA: Biologia

TURMA/SÉRIE: 1ºEM

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS:
2

UNIDADE TEMÁTICA

TECNOLOGIA E LINGUAGEM CIENTÍFICA

COMPETÊNCIA DA ÁREA (de acordo com a unidade temática do currículo paulista)

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

HABILIDADES (associada a competência a ser trabalhada)

(EM13CNT305)

Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

OBJETO DE CONHECIMENTO (conteúdo descrito no currículo associado a disciplina e a habilidade a ser trabalhada)

Genética (darwinismo, genótipo, fenótipo);

Darwinismo social (eugenia e discriminação);

Variabilidade genética (manutenção da biodiversidade).

DESENVOLVIMENTO/DESCRIÇÃO DA PROPOSTA (descrever as etapas da situação de ensino e de aprendizagem planejadas, as estratégias a serem utilizadas)

Após a formação de um círculo em sala, os alunos irão visualizar o vídeo que mostra a existência de estruturas semelhantes a zoológicos no final do século XIX que expunham a rotina dos seres humanos vistos como diferentes, exóticos, ou que ainda eram considerados selvagens; Ao término do vídeo, haverá uma discussão de maneiras de lidar dos alunos com a diversidade dos seres humanos. Em seguida, irá ter uma ficha de acompanhamento da atividade com as seguintes perguntas:

- 1- Você sabia da existência destes “zoológicos” humanos?
- 2- Você faria uma visita a um destes “zoológicos”?
- 3- Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos fossem tratados?
- 4- Se nós fôssemos levados a outro planeta e fôssemos colocados em exposição, o que você acharia disso? Por quê?

RECURSOS DIDÁTICOS (listar os materiais a serem utilizados)

- Vídeo que mostra a existência de “zoológicos” humanos. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=3xwy_AsIjE >;
- Folha de registro para escrita do texto que representa o que pensa a turma sobre o assunto tratado;

COMO AVALIAR? (instrumentos e critérios de avaliação)

- Ficha impressa das questões para análise e avaliação.

NdC são possíveis abordar na proposta didática criada? Por que eles foram escolhidos?

- Contribuição para decisões sociais para a sociedade.
- Criação de problemas sociais
- Resolução de problemas sociais e práticos
- Contribuição para o pensamento social

Elas foram escolhidas pois através da genética podemos explicar essa diversidade humana e ajudar a terem um pensamento mais crítico sobre as discriminações que infelizmente vemos nos dias atuais.

- f) Considerando as reflexões do *para que ensinar* aspectos da NdC que tivemos no módulo 2 do curso de formação, a proposta didática criada contribui em que sentido para o desenvolvimento do estudante?

- Refletir sobre problemas e acontecimentos cotidianos;
- Ter uma percepção mais humanizada da Ciência e do cientista e, conseqüentemente, uma imagem menos estereotipada.

Análise da inserção de aspectos da NdC na proposta didática da professora Elisa

- d) De que forma o desenvolvimento da proposta proporciona a discussão de aspectos da NdC?

Reflexão de um dos problemas que impactam a sociedade e algumas das situações que são retratadas nos momentos do vídeo possibilitam discussão de maneira contextualizada.

- e) Considerando as reflexões que tivemos no módulo 2 do curso de formação relacionadas a *o que ensinar* sobre a NdC em sala de aula, quais aspectos da