

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Química Campus de Araraquara

Rhayssa Thassya Biotto

ANÁLISE DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EM TECNOLOGIAS
DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PROPOSTAS NO MATERIAL
DIDÁTICO DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA

Araraquara

2022

RHAYSSA THASSYA BIOTTO

ANÁLISE DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EM TECNOLOGIAS
DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PROPOSTAS NO MATERIAL
DIDÁTICO DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Química, Universidade Estadual
Paulista (UNESP), como parte das exigências para
obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Amadeu Moura Bego

Araraquara

2022

B616a Biotto, Rhayssa Thassya

Análise de obstáculos epistemológicos em tecnologias digitais da informação e comunicação propostas no material didático da Rede Estadual de São Paulo para o ensino de química / Rhayssa Thassya Biotto. -- Araraquara, 2022

84 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Amadeu Moura Bego

1. Tecnologias de informação e comunicação. 2. Dificuldades no Ensino. 3. Ensino médio. 4. Material didático. 5. Química (Ensino médio). I. Título.

RHAYSSA THASSYA BIOTTO

ANÁLISE DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EM
TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
PROPOSTAS NO MATERIAL DIDÁTICO DA REDE ESTADUAL DE
SÃO PAULO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

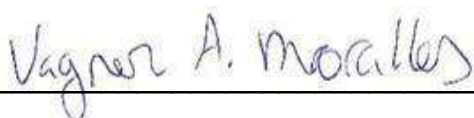
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Química, Universidade Estadual
Paulista (UNESP), como parte das exigências
para obtenção do título de Licenciatura em
Química.

Araraquara, 16 de dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Amadeu Moura Bego
Instituto de Química / UNESP Araraquara



Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles
Instituto de Química / UNESP Araraquara



Profa. Ma. Paola Gimenez Mateus Alves
Universidade Federal de São Carlos

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Rhayssa Thassya Biotto

Nome em citação bibliográfica: BIOTTO, R. T.

FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO:

Graduação em Licenciatura em Química - Instituto de Química UNESP – Araraquara/SP

APRESENTAÇÃO DE TRABALHO E PALESTRAS:

XXXIV CIC (Congresso de Iniciação Científica). **Obstáculos Epistemológicos Em Tecnologias De Informação E Comunicação No Material Didático De Química Da Rede Estadual De Sp.** 2022. (Apresentação de Pôster).

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho à minha mãe, que sempre foi minha inspiração de vida,
minha heroína e meu porto seguro.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente à minha família, que sempre esteve ao meu lado, me dando suporte, tanto na minha escolha de formação quanto durante todos os anos para que fosse possível alcançar esse sonho. Sem vocês eu não seria o que sou hoje.

Meu segundo agradecimento vai à minha segunda família, a República Cobertura, que me acolheram nessa jornada universitária, e que me mostraram que existem amizades que são para uma vida toda. Também queria agradecer aos amigos que a UNESP me proporcionou e ao meu namorado que esteve comigo durante o período mais caótico, os últimos anos de graduação, me apoiando em cada passo dessa caminhada.

Um agradecimento especial à RIPEQ (Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química), que me proporcionou além de todo o crescimento e aprendizado nas áreas do Ensino de Química, também me levou a conhecer pessoas maravilhosas.

Finalmente, meus mais sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Amadeu Moura Bego e ao Matheus Almeida Bauer Zytkeuwisz, que me auxiliaram em níveis extraordinários durante todo o processo de pesquisa, tanto para IC (Iniciação Científica) quanto para o TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) e também a PROGRAD.

EPÍGRAFE

*"Embora muito se perca, muito permanece; e
embora
Não sejamos mais fortes como em tempos
passados
Movemos o céu e a terra; o que somos, somos:
Uma só têmpera de corações heróicos,
Debilitados pelo tempo e o destino, mas fortes
em ímpeto
Para lutar, buscar, encontrar, e não hesitar."*

(Albert Lord Tenyson)

RESUMO

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) são todos os meios tecnológicos que auxiliam na transmissão de informações, interferindo e mediando os processos informacionais e comunicativos, podendo ser tecnologias separadas ou integradas entre si. As TDIC são vistas por muitos como um facilitador na aprendizagem de determinados conceitos científicos complexos, e tal movimento incita um questionamento e críticas acerca do processo de aprendizagem do aluno. Desse modo, houve o avanço das TDIC em diversas áreas e sua consequente inserção como um recurso didático nas disciplinas de Ensino Médio de escolas da rede pública de ensino do estado de São Paulo. Por conta disso, este trabalho tem como objetivo a análise das TDIC que foram recomendadas no material didático do ano de 2021 do Caderno do Aluno dos anos do Ensino Médio na disciplina de Química, fornecido pela Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista). Para essa avaliação foi utilizado como referencial teórico o filósofo Gaston Bachelard, seus conceitos de Obstáculos Epistemológicos, conceito tal que suporta a importância enfatizada pelo filósofo das abstrações durante o processo de amadurecimento do Espírito Científico. A coleta de dados foi realizada segundo os preceitos da análise documental, com os arquivos disponibilizados no site da Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EFAPE) do Estado de São Paulo “Renato Costa Souza”. O resultado da pesquisa e o instrumento padronizado de análise das 15 animações e 13 simuladores possibilitam que profissionais da área entendam os Obstáculos Epistemológicos contidos nas TDIC, como podemos frisar a experiência primeira e substancialista identificados como os mais frequentes, para que seja feita uma seleção apropriada dos recursos tecnológicos de forma que o aprendizado não seja comprometido pelos mesmos.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação; Obstáculos Epistemológicos; Gaston Bachelard; Caderno do Aluno; Ensino de Química.

ABSTRACT

Digital Information and Communication Technologies (DICT) are all technological means that help in the transmission of information, interfering and mediating informational and communicative processes, and may be separate or integrated technologies. DICT are seen by many as a facilitator in the learning of certain complex scientific concepts, and such a movement encourages questioning and criticism about the student's learning process. Thus, there was an advance of DICT in several areas and its consequent insertion as a didactic resource in high school subjects in public schools in the state of São Paulo. Because of this, this work aims to analyze the TDIC that were implemented in the didactic material of the year 2021 of the Caderno do Aluno of the high school years in the discipline of Chemistry, provided by the Secretary of Education of the Government of the State of São Paulo (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista). For this evaluation, the philosopher Gaston Bachelard was used as a theoretical reference, his concepts of Epistemological Obstacles, a concept that supports the importance emphasized by the philosopher of abstractions during the process of maturation of the Scientific Spirit. Data collection was carried out according to the precepts of document analysis, with the files available on the website of the Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EFAPE) do Estado de São Paulo "Renato Costa Souza". The result of the research and the standardized analysis instrument of the 15 animations and 13 simulators allow professionals in the area to understand the Epistemological Obstacles contained in DICT, as we can emphasize the first experience and substantialist identified as the most frequent, so that an appropriate selection can be made of technological resources so that learning is not compromised by them.

Keywords: Digital Information and Communication Technologies; Epistemological Obstacles; Gaston Bachelard; Student notebook; Chemistry teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Amostra de dados que foram analisados.	45
Quadro 2. Instrumento padronizado de análise.	49
Quadro 3. Identificação das TDIC do tipo animações.	54
Quadro 4. Identificação das TDIC do tipo simuladores.	55
Quadro 5. Registro de análise dos Obstáculos Epistemológicos em Animações.	57
Quadro 6. Registro de análise dos Obstáculos Epistemológicos em Simuladores.	67
Quadro 7. TDIC que estão desativados.	79

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Simulador inserido no material didático do 1º ano do E.M.	52
Figura 2. Simulador inserido no material didático do 2º ano do E.M.	53
Figura 3. Gráfico da frequência de aparição dos Obstáculos Epistemológicos em animações.	59
Figura 4. Obstáculo animista na TDIC 3A.	60
Figura 5. Obstáculo Experiência Primeira na TDIC 3A.	61
Figura 6. Obstáculo animista e verbal na TDIC 3A.	62
Figura 7. Obstáculo Unitário e Pragmático na TDIC 3A para onda sonora e luminosa.	63
Figura 8. Obstáculo Unitário e Pragmático na TDIC 3A para onda mecânica.	63
Figura 9. Obstáculo substancialista na TDIC 4A referente aos metais.	64
Figura 10. Obstáculo substancialista na TDIC 4A referente aos ametais.	65
Figura 11. Gráfico da frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos em simuladores.	69
Figura 12. Simulador 2S.	70
Figura 13. Reação balanceada constante no simulador 2S.	71
Figura 14. Reação desbalanceada constante no simulador 2S.	72
Figura 15. Isótopos e Massa Atômica no simulador 9S.	73
Figura 16. Isótopos em abundância na natureza do simulador 9S.	74
Figura 17. Isótopos em baixa abundância na natureza do simulador 9S.	74
Figura 18. Estados da Matéria do simulador 11S.	75
Figura 19. Mudanças de fase do simulador 11S.	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

E.M. = Ensino Médio

TDIC = Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

EFAPE = Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação do Estado de São Paulo “Renato Costa Souza”.

BNCC = Base Nacional Comum Curricular

APRESENTAÇÃO.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Aporte teórico.....	15
1.1.1 <i>Introdução a Gaston Bachelard.....</i>	<i>15</i>
1.1.2 <i>Introdução aos Obstáculos Epistemológicos.....</i>	<i>17</i>
1.1.3 <i>Obstáculos Epistemológicos.....</i>	<i>20</i>
1.1.3.1 <i>Obstáculo da experiência primeira.....</i>	<i>23</i>
1.1.3.2 <i>Obstáculo do conhecimento geral.....</i>	<i>24</i>
1.1.3.3 <i>Obstáculo verbal.....</i>	<i>27</i>
1.1.3.4 <i>Obstáculo do conhecimento unitário e pragmático.....</i>	<i>28</i>
1.1.3.5 <i>Obstáculo substancialista.....</i>	<i>30</i>
1.1.3.6 <i>Obstáculo realista.....</i>	<i>32</i>
1.1.3.7 <i>Obstáculo animista.....</i>	<i>33</i>
1.1.3.8 <i>Obstáculo do conhecimento quantitativo.....</i>	<i>35</i>
1.2 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).....	36
1.2.1 <i>TDIC no material didático.....</i>	<i>38</i>
1.3 Justificativa de pesquisa.....	40
1.4 Objetivos e questão de pesquisa.....	42
2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	44
2.1 Natureza da pesquisa.....	44
2.2 Procedimento de análise dos dados.....	45
2.3 Categorias analíticas.....	46
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1 Procedimento de coleta de dados.....	52
3.2 Resultados da análise.....	55
3.2.1 <i>Etapa 1: Análise das animações.....</i>	<i>55</i>
3.2.2 <i>Etapa 2: Análise dos simuladores.....</i>	<i>66</i>
3.2.3 <i>Impactos da utilização das TDIC no Ensino.....</i>	<i>77</i>
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS.....	82

APRESENTAÇÃO

Antes do meu ingresso no curso de Licenciatura em Química, estudei em diversas escolas, desde o ensino fundamental até o médio, geralmente era matriculada nas escolas em que minha mãe lecionava, na cidade de Pirassununga – SP e Rio Claro – SP. Desenvolvi muito interesse na área de Ciências no Ensino Fundamental, que se concretizou na escolha de cursar Química ainda no 9º ano do fundamental. Mais tarde, durante o Ensino Médio, o sonho de ser professora se tornou marcante, tanto por querer entender mais sobre a profissão e a área, quanto por admirar o trabalho da minha mãe.

A escolha do meu tema do trabalho de conclusão de curso veio se mostrando necessária ao decorrer dos meus anos de graduação e com a troca de experiências entre alunos e professores, contribuindo com o levante do questionamento acerca da utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), seriam elas benéficas ou maléficas ao aprendizado? Nas disciplinas pedagógicas da grade curricular, tive meu primeiro contato com o filósofo e epistemólogo francês Gaston Bachelard, principalmente os Obstáculos Epistemológicos elaborados pelo autor. Dos quais abriram meus olhos para barreiras na aprendizagem que poderiam ser geradas sem a intenção pelo docente ou pelo material didático, mas que causavam um grande impacto durante a formação do discente, desse modo quis me aprofundar cada vez mais no assunto.

Com o avanço das tecnologias e com a implementação delas no ensino, principalmente durante a pandemia da COVID-19, o questionamento desses obstáculos na aprendizagem se fez mais concreto. Com opiniões divididas sobre as TDIC, nas quais em alguns momentos eram vistas como um excelente instrumento de ensino e em outras causavam uma grande confusão de teorias, comecei a me questionar o *como* e *por que* esse fato ocorria e onde estaria o causador dessas problemáticas. Em conversas com o meu orientador e o doutorando do grupo de pesquisa (RIPEQ), foi possível selecionar os dados que poderiam ser analisados com essa perspectiva.

O material didático das escolas da Rede Pública do Estado de São Paulo vem carregado de TDIC, tanto para uso durante as aulas quanto como

sugestões de aprofundamento individual do aluno. A questão que levantei para a pesquisa e desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, consiste na análise dessas TDIC que estão sendo amplamente divulgadas e implementadas nos materiais didáticos do Ensino Médio na disciplina de Química. Para tal, a linha de pesquisa que estará inserida na pesquisa será recursos, processos e materiais educativos, pelas questões explicitadas anteriormente.

Sabendo que a disciplina de Química é pouco palpável, quando se é abordado temas tão abstratos, muitas vezes os obstáculos epistemológicos estão amalgamados, fazendo com que o aluno não entenda a complexidade por trás das imagens sugeridas, das analogias e metáforas desenvolvidas nas TDIC. Então, o tema foi escolhido com o objetivo de auxiliar os docentes a identificarem os obstáculos epistemológicos que podem vir em conjunto das TDIC escolhidas durante suas aulas, e entender possíveis problemas que os alunos venham a ter, caso entrem em contato individualmente com alguma delas.

Para que seja possível uma melhor seleção no material didático, assim como a minimização de obstáculos para os alunos ao decorrer da disciplina, possibilitando a compreensão da Ciência Química sem negligenciar sua característica abstrata, sem gerar uma falsa compreensão por exemplos inadequados ou carregados de imagens concretas.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Aportes teóricos

1.1.1 Introdução a Gaston Bachelard

Gaston *Bachelard* foi um filósofo e epistemólogo francês nascido em 1884 que ao longo dos anos trouxe contribuições para a filosofia da Ciência as quais romperam com as epistemologias e pensamentos vigentes da época. No final do século XIX e início do século XX, houve a eclosão de algumas ideias com as quais Bachelard travou ferrenho embate, um exemplo sendo o continuísmo, uma filosofia defendida por Émile Meyerson. Meyerson afirmava haver uma relação de continuidade entre o senso comum e a ciência, com um caráter ontológico, consistindo em investigar a natureza da realidade e existência, com classes absolutas, provenientes das atividades cognitivas (LIMA; MARINELLI, 2011). Tais colocações se contrapunham aos estudos de Bachelard, o qual defendia que existe uma descontinuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, no qual o primeiro está em perpétua construção e reconstrução; também não haveria categorias absolutas, na ocasião do dinamismo científico (LIMA; MARINELLI, 2011).

Uma outra frente de conflito foi travada com o positivismo de Auguste Comte, uma vez que este se embasava em esquemas generalizados de fatos empíricos observados, e a partir da observação acurada e boas descrições o conhecimento relevante era obtido (LIMA; MARINELLI, 2011). Tal filosofia de ciência possuía um movimento característico do empírico para o teórico, apontando que só se tem a certeza da abstração quando ela faz referência às experiências, tomando como verdade que essas observações são o único sustento para os conhecimentos humanos. Por sua vez, Bachelard toma as abstrações como um ato de polêmica da experiência, e que o sentido do conhecimento científico seria o afastamento da empiria, no sentido de abstrações e racionalizações cada vez mais sofisticadas.

Podendo partir de uma noção geométrica ou de um realismo ingênuo, quando há busca pela abstração completa, o Espírito Científico tende ao seu amadurecimento (BACHELARD, 1996). A curiosidade e questionamentos dão forma ao alinhamento de ideias de um dado experimental, sob a condição de que a sequência dos fatos seja coerente e devidamente geometrizada, propiciando a construção do conhecimento em suma. O conceito de abstração comentado anteriormente, segundo o autor, é uma parte do processo de construção do

pensamento científico, pois são elas que irão desobstruir a longa jornada de retificações do próprio fato ou experiência observada. O Espírito Científico irá, então, ordenar os acontecimentos de uma dada experiência ou fenômeno, ele a geometriza (BACHELARD, 1996).

No entanto, para esta construção, ainda que a trajetória científica seja elucidada pelas abstrações, estes primeiros construtos mentais (abstrações) são incompletos, parciais, dotados de erros a serem retificados e obstáculos a serem superados. Dessa forma, novas incursões ao construto trabalhado são necessárias para que cada vez mais as abstrações estejam mais apuradas e os erros cada vez mais refinados (BACHELARD, 1996).

Bachelard (1996) afirma também que, no caminho da abstração completa e do conhecimento, é necessário questionar constantemente a conjuntura do conhecimento, e essa ação irá fazer a manutenção e reforma da lide científica. Por vezes é árduo fugir da ideia dominante, da resposta concreta e absoluta, no entanto o indivíduo movido pelo espírito científico terá de resistir às tentações, aceitando suas reconstruções e retificações contínuas de conhecimento como um todo. Ao retificar o fato observado ou a teoria científica, tem-se um rompimento com o que era para ser um devir, permitindo sua reconstrução. Isto é a base de rupturas epistemológicas, do processo dialético de construção do conhecimento científico. A ciência é continuamente reconstruída, não havendo um acúmulo linear de conhecimentos (BACHELARD, 1996).

Dando fechamento à seção sobre Gaston Bachelard, se tem que uma vez que foi destacada a importância de tais questionamentos no progresso do trabalho científico, é necessário destacar a hipótese oposta, ou seja, de quando não existem questionamentos associados ao mesmo. Nesta ocasião, de acordo com Bachelard (1996), temos um palco bem montado para a formação dos Obstáculos Epistemológicos. Quando o sujeito observador do fato experimental é acrítico e comandado pela ideia dominante, carregada de analogias, imagens concretas e senso comum, ele automaticamente é distanciado da jornada abstrata e científica. Quando não ocorre uma ruptura epistemológica, seja ela uma quebra entre o senso comum e o conhecimento científico, seja o rompimento do conhecimento científico com ele mesmo, nesta ocasião há o surgimento dos Obstáculos Epistemológicos. Assim sendo, na próxima seção é comentado de forma mais aprofundada o que são

os obstáculos epistemológicos elencados nesta seção e como cada um é descrito por Bachelard (1996).

1.1.2 Introdução aos Obstáculos Epistemológicos

As disciplinas de Química, tanto para o Ensino Médio (E.M.) quanto para o Ensino Superior, são caracterizadas por abstrações, conceitos por vezes não observáveis, sendo abordados por intermédio de modelos teóricos os quais proporcionam o embasamento conceitual. Uma vez que o conhecimento químico por vezes não estabelece relação direta com o cotidiano, bem como frequentemente está aquém do domínio do sensível, há um distanciamento do cotidiano e dos sentidos, é comum o uso de aproximações para conceitos ou teorias abstratas, sendo tais aproximações verbais, generalistas, metáforas, analogias, ou imagens concretas e pitorescas.

Para o referencial teórico adotado na pesquisa (BACHELARD, 1996), quando o sujeito observador do fato experimental é acrítico e comandado pela ideia dominada, carregada de analogias e senso comum, ele automaticamente é distanciado da jornada abstrata e científica. Como já foi comentado na seção anterior, a ausência de rupturas epistemológicas fomenta a formação de Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996); portanto é importante manter o espírito crítico a todo momento de construção e reconstrução, em seu processo do pensamento científico, do trabalho científico e da aprendizagem.

Os obstáculos, assim como os pensamentos construídos a partir de sucessões de estímulos diferentes, podem vir aos pares. Comenta-se a seguir brevemente cada um deles.

A Experiência Primeira (BACHELARD, 1996) vem carregada de imagens imediatas e fáceis, de modo a encantar o observador ingênuo, prendendo-o ao sensível em detrimento do abstrato e racional. Por este primeiro contato estar vinculado a uma experiência tão visualmente impactante, cria-se uma barreira complexa de ser derrubada pela mente ociosa, que encontrará dificuldade em ordenar e geometrizar o fato, trazendo consigo muitas analogias e representações, frequentemente equivocadas e nada objetivas. Esta tem uma ligação estreita com o Obstáculo Animista, pois partilham do mesmo pendor metafórico, de maneira que é possível entender que o Obstáculo Animista seria uma espécie de caso particular da Experiência Primeira. Neste sentido, a seguinte fala do filósofo se faz fortuita:

Tais contrapassos entre as imagens acontecem quando não se faz um trabalho de psicanálise da imaginação. Uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas (BACHELARD, 1996, p. 48).

Em seguida temos o Obstáculo do Conhecimento Geral (BACHELARD, 1996), que é constituído de generalizações acríticas e apressadas, fomentando diversas aproximações de ideias e conceitos pobres em objetividade advindas da observação do fenômeno. Este obstáculo é constituído de duas facetas: a *generalidade primeira*, advinda de experiências primeiras adquiridas pela intermediação dos sentidos, que nutre generalidades equivocadas, sem racionalizações; a *atração pelo particular*, que é o conhecimento em processo de compreensão em conjunto da atração pelo universal, que é o conhecimento em sua etapa de expansão: o sujeito observador tende a imediatamente querer expandir o conhecimento sem entendê-lo apropriadamente, ficando, assim, um aspecto generalizado, imóvel e inútil para o espírito científico. Como Bachelard pontua:

O conhecimento a que falta precisão, ou melhor, o conhecimento que não é apresentado junto com as condições de sua determinação precisa, não é o conhecimento científico. O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago (BACHELARD, 1996, p. 90).

O Obstáculo Verbal (BACHELARD, 1996) abrange a categoria de palavras que podem ou não estar conectadas a imagens concretas, onde “poderosas” palavras ou expressões já *supostamente* carregam toda uma explicação, um embasamento conceitual, não necessitando de maior aprofundamento ou detalhes do fato. Há um acúmulo desenfreado de verbalizações e imagens que distanciam o objeto em questão de suas descrições e entendimentos, abrindo espaço para a concepção de metáforas equivocadas. Quando se utiliza uma palavra para o entendimento global do conceito, é negligenciado todo o processo científico que lhe antecede. Este obstáculo é bastante importante pois fornece subsídio para o próximo, que talvez seja o obstáculo mais elegante e complexo de todos os propostos por Bachelard (1996).

Aqui, vamos tomar a simples palavra esponja e veremos que ela permite expressar os fenômenos mais variados. Os fenômenos são expressados: já parece que foram explicados. São reconhecidos: já parece que são conhecidos. Nos fenômenos designados pela palavra *esponja*, o espírito não está sendo iludido por uma potência substancial. A função da *esponja* é de uma evidência clara e distinta, a tal ponto que não se sente a necessidade de explicá-la. Ao explicar fenômenos por meio da palavra *esponja*, não se terá a impressão de cair num substancialismo obscuro; também não se terá a impressão de fazer teorias, já que se trata de uma função toda experimental (BACHELARD, 1996, p. 91)

Seguindo a linha de raciocínio da utilização da palavra “esponja” para explicar fenômenos, dentro do obstáculo verbal, podemos citar de exemplo:

Uma idéia muito comum é a de considerar o ar como se fosse algodão, lã, esponja, e muito mais esponjoso do que todos os outros corpos ou reunião de corpos com os quais pode ser comparado. Essa idéia é bem adequada para explicar por que ele se deixa comprimir consideravelmente pelos pesos, por que também pode ser muito rarefeito, e aparecer com um volume que ultrapassa consideravelmente aquele que havíamos observado antes (RÉAUMUR, 1731, p. 281)

O obstáculo Substancialista (BACHELARD, 1996), mais complexo que os anteriores, toma forma em racionalizações obscurecidas, explicações exacerbadamente simplificadas, em reduções arbitrárias de um objeto em estudo. Ele pode ser dividido em três partes: a *Substancialização pela Intimidade*, onde o íntimo, o *interior* de algum objeto é mais valioso do que o exterior, com suas atribuições embasadas em um realismo ingênuo, imediatista, proporcionando explicações substancialistas errôneas. As *Qualidades Imediatas*, que contemplam a convicção solidificada de uma resposta imediata, fazendo com que o espírito deixe de se questionar e aprofundar o experimento, dando falsas qualidades atribuídas à mesma. E o *Acúmulo de Adjetivos*, que aceitará todas e quaisquer propriedades indiretas ao objeto ou substância, resultando em atribuições e acúmulos impensados (BACHELARD, 1996).

Logo, para um espírito pré-científico, o fogo elétrico, por ser substancial, participa da substância de onde ele procede, ou seja, a “substância” eletricidade, ao atravessar corpos que possuem as mais variadas propriedades, ficará naturalmente impregnada das substâncias por ela atravessada: o leite, o vinho, o vinagre ou a cerveja. Assim, o fogo elétrico quando examinado por espíritos pré-científicos, produz centelhas diferentes – quanto à cor e à acidez – decorrente das substâncias por ela atravessada. (VASCONCELOS, 2013, p. 15)

O Obstáculo Realista (BACHELARD, 1996), apesar de brevemente discutido pelo filósofo, constitui um importante elemento fundador para diversos obstáculos. Para Bachelard (1996), ideias tão sólidas como o substancialismo precisam estar arraigadas em algo mais íntimo, mais particular. O realista, então, em posse do real, instaura uma visão de ciência instintiva e pessoal. O espírito carregado pela sua afetividade e intimidade faz com que suas conclusões acerca do observado se tornem parte de si mesmo, de maneira a tornar inadmissível o ato de questioná-lo.

Um realista ingênuo satisfaz um prazer avaro ao tomar um objeto como um bem pessoal. O desejo de possuir pedras preciosas conduz a domínios diversos a sua valorização inicial, em especial na farmácia, ao atribuir as mais excelsas virtudes às matérias preciosas: a esmeralda detém a hemorragia, as disenterias e o fluxo hemorroidal; o ouro fortifica o coração e alegra a alma ao se misturar com o sangue, reanimando assim a natureza humana. (VASCONCELOS, 2013, p. 15)

No Obstáculo Animista (BACHELARD, 1996), como foi referenciado inicialmente a sua conexão com a Experiência Primeira, se baseia na atribuição e emprego de explicações e terminologias que são da área biológica, da vida em si, para quaisquer outros conceitos das ciências que não possuem relação com tal. Um exemplo bastante pictórico é trazido por Bachelard “A ferrugem é uma doença à qual o ferro está sujeito... O ímã perde sua virtude magnética quando é corroído pela ferrugem. Alguns recuperam parte de sua força quando lhe retiram a superfície atacada por essa doença” (BACHELARD, 1996, p. 194).

Finalizando o rol de Obstáculos Epistemológicos, tem-se o Obstáculo do Conhecimento Quantitativo (BACHELARD, 1996), caracterizado pela importância exacerbada conferida à precisão e exatidão enquanto há um estudo do fenômeno em questão, essa exorbitância numérica obscurece o real significado do fenômeno. Bachelard (1996) vê esse esforço em analisar matematicamente cada aspecto possível do fato, como inútil, pois há determinados fatores que não alteram ou são menos importantes, com o exagero perde-se a capacidade de ir além dos números.

De fato, uma das exigências primordiais do espírito científico é que a precisão de uma medida refira-se constantemente à sensibilidade do método de mensuração e leve em conta as condições de permanência do objeto medido. Medir *exatamente* um objeto fugaz ou indeterminado, medir *exatamente* um objeto fixo e bem determinado com um instrumento grosseiro, são dois tipos de operação inúteis que a disciplina científica rejeita liminarmente (BACHELARD, 1996, p. 261)

Foram estruturadas nesta seção as explicações breves que dizem respeito aos obstáculos epistemológicos delineados por Gaston Bachelard. Nas seções seguintes será dado maior enfoque em cada um deles, a fim de enriquecer a discussão teórica que dará suporte a toda pesquisa.

1.1.3 Obstáculos Epistemológicos

Na análise psicológica do pensamento científico e da Ciência, em suma, a evolução contera obstáculos, e tais obstáculos não se encontram nos fatores externos do fenômeno observado, mas sim no ato de conhecer (BACHELARD, 1996). O ato de conhecer não é homogêneo e rápido, pelo contrário, é um processo lento com diversos conflitos, como Bachelard pontua “No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p. 17).

Neste processo temos, por exemplo, a tentativa de estabelecer conexões inexistentes entre fenômenos. Tal processo, *grosso modo*, caracteriza a essência dos obstáculos epistemológicos. Como foi citado anteriormente, os primeiros esboços da observação fecunda do espírito ingênuo não é completa e bem compreendida, ao passo que o conhecimento do real só se tornará claro após questionamentos adequados do fato. Por vezes, os questionamentos vão de encontro das primeiras conclusões ingênuas, fato que leva o indivíduo a enxergar seus erros anteriores (BACHELARD, 1996).

Como se vê, não hesitamos em invocar o instinto para destacar a justa resistência de certos obstáculos epistemológicos. É um ponto de vista que em nossa exposição tentaremos justificar. Mas, desde já, é preciso perceber que o conhecimento empírico, praticamente o único que estudamos neste livro, envolve o homem sensível por todas as expressões de sua sensibilidade. Quando o conhecimento empírico se racionaliza, nunca se pode garantir que valores sensíveis primitivos não interfiram nos argumentos (BACHELARD, 1996, p. 19).

A trajetória de retificações do conhecimento imediato é exaustiva, uma vez que vai questionar o que se entende com clareza. Porém, por mais custoso que seja, é um passo importante e crucial para que o espírito não se torne preguiçoso (BACHELARD, 1996). Ele necessita de reafirmações a contraponto do início, para que, no percurso, venhamos a formar o espírito científico. O grande desafio da necessidade dos questionamentos é justamente como formular as perguntas: elas não vêm espontaneamente. E para o espírito científico, o conhecimento se constrói a partir do fato questionado; quando não existem perguntas, ou seja, quando não há questionamentos sobre as opiniões formadas pelo indivíduo, não ocorre construção, nem validação de um conhecimento (BACHELARD, 1996).

Cultural e socialmente alguns conceitos ou “conhecimentos” são construídos e acabam por ficar incrustados no indivíduo, de maneira a criar um sentimento de falsa confiança a ponto de não os questionar. Esse sentimento de falsa confiança acaba causando uma estagnação espiritual, e mais problemático que a sua estagnação é o fim de sua construção (BACHELARD, 1996).

O instinto *formativo* é tão persistente em alguns pensadores, que essa pilhéria não deve surpreender. Mas, o instinto *formativo* acaba por ceder a vez ao instinto *conservativo*. Chega o momento em que o espírito prefere o que confirma seu saber àquilo que o contradiz, em que gosta mais de respostas do que de perguntas. O instinto conservativo passa então a dominar, e cessa o crescimento espiritual (BACHELARD, 1996, p. 19).

É pouco provável que na construção desses conhecimentos, não carregará o envolvimento do sensível que foi observado e racionalizado, de modo que tais ideias

científicas fiquem cheias de imagens concretas, analogias e metáforas, consequentemente afastando-as do vetor de abstração (BACHELARD, 1996). Para tal, o vetor de abstração é o que direciona o espírito científico em sua construção, orientando o pensamento científico à abstração.

Quando o conhecimento empírico se racionaliza, nunca se pode garantir que valores sensíveis primitivos não interfiram nos argumentos. De modo visível, pode-se reconhecer que a ideia científica muito usual fica carregada de um concreto psicológico pesado demais, que ela reúne inúmeras analogias, imagens, metáforas, e perde aos poucos seu vetor de abstração, sua afiada ponta abstrata (BACHELARD, 1996, p. 19).

Com essas características intrínsecas do pensamento conservador, é possível fazer uma análise diferente, onde a ciência tende a colocar em caixinhas bem definidas fenômenos variados por pura simplicidade de igualdades entre si. Isto faz com que fenômenos que são claramente distintos aparentemente pertençam a um grupo grande de generalizações. Tal fenômeno contribui para que os questionamentos deles não sejam os apropriados, uma vez que “servem para todos” daquele mesmo grupo genérico, freando inúmeras possibilidades de variações da ideia. A necessidade de poder variar aspectos de uma observação e experiência é importante para que haja a construção de uma ideia bem definida ao espírito científico.

Quando pegamos a ideia de obstáculo epistemológico e inserimos na educação, ou seja, colocamos a noção de obstáculo pedagógico, é perceptível a falha no pensar que existe a todo momento a possibilidade de reconstruir uma cultura pela mera repetição. Em especial o Ensino de Ciências, podem não levar em consideração os conhecimentos empíricos que os alunos já adquiriram com a sua vivência. A problematização não consiste em simplesmente assimilar um conceito, mas retificar conhecimentos já construídos.

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Essa relação de ciência e metodologias estagnadas serão mostradas mais profundamente nos obstáculos epistemológicos. Para dar forma aos obstáculos epistemológicos, Bachelard (1996) realiza uma análise dos possíveis pensamentos que o sujeito percorre na busca do conhecimento científico, expondo os

impedimentos que existem ao se tentar desvincular tais pensamentos entranhados às observações que o sujeito foi submetido. Bachelard defende inúmeras vezes que a construção dos pensamentos está vinculada não apenas a imagens concretas, mas também a um senso comum ou uma observação equivocada do fato. Tal ocorrência possibilita uma construção mental mais complexa e, conseqüentemente, mais difícil de ser desconstruída pelo espírito. Os obstáculos, assim como os pensamentos construídos a partir de sucessões de estímulos diferentes, podem vir aos pares, algo que é denominado como o polimorfismo dos obstáculos.

1.1.3.1 Obstáculo da experiência primeira

Seguindo a sequência que Bachelard (1996) traz em seu livro, temos a Experiência Primeira. Este obstáculo vem carregado de imagens imediatas e fáceis, de modo a encantar o observador ingênuo, prendendo-o no fenômeno sensível em detrimento do abstrato e racional. Por este primeiro contato estar vinculado a uma experiência tão visualmente impactante, cria-se uma barreira complexa de ser derrubada pela mente ociosa, que encontrará dificuldade em ordenar e geometrizar o fato, trazendo consigo muitas analogias e representações, frequentemente equivocadas e nada objetivas.

Por ser uma observação que chega em conclusões extremamente sedimentadas no visual e no concreto, ao falar sobre ela, descrever e explicá-la o indivíduo se torna deslumbrado pela ideia, por ser fácil, imediata e pitoresca. Tal ocorrência vai de encontro ao dever do espírito científico que, por sua vez, não deve se ater ao fantástico, àquilo que lhe impressiona: ele deve colocar a crítica acima da experiência. Bachelard (1996) afirma que o espírito científico é formado antagonizando essa primeira experiência, o pitoresco, sendo formado e reformado, tendo em vista o caráter mobilizador da Ciência, que se torna responsável por formar um aluno crítico.

Na Experiência Primeira ou Observação Primeira, tem-se uma ênfase exagerada no poder da observação e nas sensações estabelecidas pelo sujeito durante o fenômeno, carregando opiniões e conceitos imediatos. As sensações, ou seja, aquilo que é captado pelos nossos sentidos, enrijece o espírito, tornando a sua superação árdua e sua criticidade fragilizada. É necessário romper com essas primeiras impressões para chegar em um conceito bem construído e analisado, uma vez que tais conclusões imediatas são inevitavelmente subjetivas ao sujeito

observador do fato. Existe o foco no que interessa ao indivíduo quando olha o fenômeno, dessa forma particular de observação ocorre a substituição do conhecimento e das ideias pelo deslumbre das imagens. Não existe uma criticidade nem uma descrição bem ordenada do fenômeno, não é necessário compreender, mas apenas observá-lo.

Bachelard (1996) evidencia a necessidade de superar esse obstáculo epistemológico, onde o conhecimento é ofuscado pelas concepções imediatas, para que se construa o conhecimento. Em suma, é preciso analisar por diversos aspectos, ir contra o pitoresco e o imediato. Pensar que se sabe completamente o fenômeno por observações rasas e subjetivas nada mais é do que uma outra manifestação da Experiência Primeira. O apego emocional que o indivíduo se atém na observação primeira é gerador de erros, e o conhecimento científico é construído a partir da superação de tais erros, num processo de rompimento do conhecimento anterior constante.

1.1.3.2 Obstáculo do conhecimento geral

A doutrina do geral prejudicou muito o progresso da Ciência, uma vez que ele se desdobra de maneira fácil e rápida, como Bachelard elenca “Nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber” (BACHELARD, 1996, p. 69).

Há uma suspensão dos fatores característicos e singulares de cada experiência quando adotamos a doutrina do geral, como Bachelard (1996) pontua “Vamos procurar mostrar que a ciência do geral sempre é uma suspensão da experiência, um fracasso do empirismo inventivo.” (BACHELARD, 1996, p. 69). A teoria da abstração científica verdadeiramente sadia e dinâmica só é obtida com o examinar cuidadoso de todo “conhecimento” fácil e sedutor, pela psicanálise objetiva.

Há de fato um perigoso prazer intelectual na generalização apressada e fácil. A psicanálise do conhecimento objetivo deve examinar com cuidado todas as seduições da facilidade. Só com essa condição pode-se chegar a uma teoria da abstração científica verdadeiramente sadia e dinâmica (BACHELARD, 1996, p. 69).

A Ciência generalista, quando analisada pelo seu valor epistemológico, pode ter atribuída alguma eficácia, uma vez que ela parte de grandes verdades primeiras

(definições intocáveis que esclarecem toda doutrina). Levando em consideração que os pensamentos surgem de outros pensamentos, para a epistemologia, essas grandes verdades quando comparadas com conhecimentos falhos darão origem a outros conhecimentos, então teremos um conhecimento sendo construído por retificações de um conceito anterior já falho.

Podemos, então, falar da inércia do pensamento, da estagnação do próprio pensamento científico. No caminho das generalizações nos deparamos com as leis gerais, às quais não consideram exceções nem variações experimentais; a experimentação em si é posta em suspensão pelo caminho não objetivado. Já que a lei geral é tão clara, completa e fechada por si só, não há necessidade de se estudar mais sobre ela. Entende-se que na lei geral tudo está identificado, não falta nada, é completa. Entretanto, Bachelard (1996, p. 71) afirma que “quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental”.

O espírito pré-científico se satisfaz com o acordo verbal das definições, com as generalidades. Perde seu estímulo. Mesmo nas ideias exatas, com a sua matemática hierarquizada, o conhecimento de um fato generalizado tem fantasmas em seu interior, que assombram o espírito científico. Quanto mais geral, menos problemas específicos ela responderá.

As generalizações que estamos confrontando aqui, principalmente, são aquelas que se formulam à primeira vista. São tais, fundamentadas em tabelas de observações naturais, ou seja, registrados empiricamente os dados provenientes dos sentidos.

Ainda que existam variações, elas estão sujeitas à tabela de generalizações à primeira vista, de modo que essa hierarquia acaba por excluir tais anomalias da lei geral. Servindo ainda somente para o fato sentido individualmente (por um dos sentidos, por vários dariam em uma outra percepção) em conjunto da interpretação tendenciosa. Como Bachelard (1996, p. 81) aponta, “uma psicanálise do conhecimento objetivo deve resistir a toda valorização. Deve não apenas transmutar todos os valores; mas também expurgar radicalmente de valores a cultura científica”.

É possível encontrarmos pelo menos outros dois obstáculos epistemológicos agindo em conjunto com o obstáculo geral. São eles, o obstáculo verbal, que dentro desse contexto podemos sintetizá-lo como sendo a utilização de palavras que caracterizam toda a generalidade do fato. O outro é o obstáculo animista, que realiza

atribuições indevidas com base nas entidades vivas, dando qualidades e características biológicas para entidades inanimadas. Da mesma forma, as características animais complexas, embora vagamente exploradas pelo espírito pré-científico, irão ter papel fundamental, de certa forma limitador, na inserção do conhecimento generalizado. Ambos os obstáculos epistemológicos citados aqui são melhor descritos posteriormente, mas para a compreensão das ramificações poderosas do obstáculo geral, foi necessário citá-los nesta etapa.

As generalizações não se dão linearmente, temos picos, que chamamos de generalizações extremas. Constituindo-se do ato de generalizar fatos ou fenômenos muito distintos, partilhando de uma ou poucas características para tratá-los como iguais. Ao sinal de qualquer mudança, ela é descartada do conceito geral. O problema ou questão é tão genérica, que não há avanços, progressão e tão pouco ordenação dos conceitos. Para Bachelard, essa espécie de compreensão generalista é anticientífica:

Por exemplo, doravante, o ponto de partida será esta proposição típica de identificação pelo aspecto geral: “O que haverá de mais parecido que o leite e o sangue?”; e quando, a respeito da coagulação, for encontrada uma ligeira diferença entre esses dois líquidos, não será julgado necessário deter-se nesse fato (BACHELARD, 1996, p. 79).

Os conceitos generalistas se acumulam cada vez mais, de modo que supostamente explicam e/ou fundamentam teoricamente outros fenômenos. Bachelard comenta nesse tocante que:

A comparação entre a fermentação e a digestão não é fortuita; é fundamental e continua a guiar a pesquisa, o que comprova a gravidade da inversão efetuada pelo espírito pré-científico, que coloca os fenômenos da vida como base de certos fenômenos químicos (BACHELARD, 1996, p. 84).

Para finalizar, é possível uma comparação entre o espírito pré-científico com o pensamento científico moderno. Para o espírito pré-científico há uma aceitação fácil de generalizações e se regozija com elas, como parte de interpretações ingênuas, se limitando aos sentidos. No pensamento científico moderno, há busca pelas especificidades do fato, e mesmo com as limitações de alguns processos, o conhecimento científico surge das limitações e não da reunião de fatos mais ou menos semelhantes. Como Bachelard pontua:

O conhecimento a que falta precisão, ou melhor, o conhecimento que não é apresentado junto com as condições de sua determinação precisa, não é o conhecimento científico. O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago (BACHELARD, 1996, p. 90).

1.1.3.3 Obstáculo verbal

Dando seguimento ao rol dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) se tem o obstáculo verbal, que contém um potencial grande para aulas teóricas. Consiste nas palavras que carregam inúmeros adjetivos, nas quais explicam o todo sem precisar de outros subterfúgios. Esse obstáculo proporciona estrutura para outro obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996) mais profundo e complexo, o obstáculo substancialista que será elucidado mais para frente.

Neste obstáculo é considerado que uma única palavra, que pode ou não estar associada à uma imagem, é suficiente para explicar o todo. Quando são utilizadas imagens ou palavras muito concretas, não há uma necessidade de explicá-las, assim como seu acúmulo irá prejudicar a razão, de forma que o concreto sobressaia o abstrato.

Um outro perigo para o espírito se trata do domínio imperativo que as imagens concretas carregam; elas têm raízes profundas na intuição primeira, a tal ponto que não é possível se desconectar delas. Bachelard (1996), em contraponto, afirma que para uma teoria de abstração seja coerente com ela mesma, existe a necessidade de afastamento das palavras e/ou imagens concretas que o obstáculo traz consigo, afastar-se das imagens primitivas por assim dizer.

É comum que o ato de observar um dado objeto ou fenômeno, cause no ser humano a necessidade de explicá-lo, ao passo que também utilizará o dado observado como fator comum para explicações futuras de outros fenômenos. Utilizando essa imagem concreta predominante e incrustada no pensamento, temos associações em conjunto com explicações imediatas medíocres, que não transpassam o plano metafórico concreto. Onde ela passa a ser considerada uma categoria empírica verdadeira.

O pensamento científico faz uso também de ilustrações, porém, o caminho pelo qual é construído se difere em muito do que foi explicado até agora do pensamento obstruído pelo obstáculo verbal. Como Bachelard (1996, p. 97) apresenta, “Quando a abstração se fizer presente, será a hora de ilustrar os esquemas racionais”. Dessa forma, observamos que as ilustrações não partem de uma metáfora, analogia, palavra ou imagem concreta, mas sim das abstrações fornecidas pelo pensamento científico objetivo. De tal forma que a teoria construída não esteja fundamentada em

imagens primeiras, distantes das abstrações nas quais o espírito ingênuo se deixa levar nas metáforas e imagens autoexplicativas.

Quando fenômenos mais ou menos complexos são explicados de modo simples, fazendo uso de tais artifícios autoexplicativos, não há por que não generalizar para além dele ou de buscar aprofundamento. “Assim, não há mistério, não há problema. Resta saber como a extensão de tal imagem pode melhorar a técnica, ajuda a pensar a experiência” (BACHELARD, 1996, p. 100).

Então, podemos explicitar a periculosidade de imagens pueris, metáforas imediatas, todos levando em consideração características externas, que proporcionarão qualidades substantivas. Ao mesmo tempo que tais imagens ou palavras que remetem ao concreto imediato em nossas mentes irão não só permanecer, como também tendem a se completar com outras.

Em síntese, é possível dizer que o obstáculo verbal tem como mecanismo a utilização de metáforas e analogias das quais irão distanciar o sujeito do entendimento científico, uma vez que nesse processo é eliminada a necessidade de se estudar o fenômeno, experiência ou objeto em questão. Quando temos, então, essas associações, o sujeito deixa de aprofundar seu conhecimento, a metáfora já consiste no todo que se há para saber sobre o fenômeno.

1.1.3.4 Obstáculo do conhecimento unitário e pragmático

O conhecimento unitário e pragmático é colocado como um obstáculo do pensamento científico por inúmeros fatores que são explicitados neste breve discurso. Inicialmente, tal conhecimento é guiado pelo conjunto ordenado de valores, impressões, sentimentos e concepções de natureza intuitiva, anteriores à reflexão, a respeito da época ou do mundo em que se vive. Ao referenciar o princípio geral da Natureza, todas as problemáticas são solucionadas.

Os livros pré-científicos, com caráter bem mais literário do que científico, tinham a tendência de valorização do fenômeno de maneira pouco objetiva e sugestiva. Essa supervalorização tende à perfeição do conceito, quando é atribuída tanta admiração ao fenômeno, a Ciência fica mascarada ou até mesmo esquecida. O conceito admirado não tem espaço para dúvidas ou questionamentos. É um obstáculo que estabelece uma relação de valorização com o fenômeno. Não é atribuído qualquer valor, mas o mais alto valor, não científico, e sim um valor espiritual divino. Quando existe essa concessão extremista de valores, a excelência

concedida ao mesmo será suficiente, a ponto de gerar resistência em estabelecer novas relações que não corroborem com o conceito supervalorizado.

A ideia de perfeição não é, pois, um valor que vem se acrescentar, posteriormente, como uma consideração filosófica elevada, a conclusões tiradas da experiência; ela se encontra na base do pensamento científico, ela o dirige e o resume (BACHELARD, 1996, p. 107).

O conceito unitário parte do pressuposto de que inúmeras atividades naturais são, na realidade, advindas de uma única Natureza, onde, segundo Bachelard (1996, p. 107), “O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa”. Os fenômenos são facilmente, para o espírito pré-científico, encaixados nesta única natureza, é rápido e não considera dualidades. São generalizações exageradas.

Tais generalizações exageradas do unitarismo se diferem do obstáculo do Conhecimento Geral uma vez que elas irão abranger um leque maior de generalizações, muitas vezes trazendo conceitos até mesmo antagônicos. Ao colocar conceitos num mesmo patamar de generalizações, todos os possíveis problemas ou críticas são esmaecidos, já que todos seguem uma mesma “regra” exacerbadamente genérica.

Outra particularidade do unitarismo é o pragmatismo, onde é expressa a necessidade de conceder uma utilidade ao fenômeno unitário, para que ele seja explicado e tenha coerência, para tal, Bachelard (1996, p. 117) pontua “Logo, o verdadeiro deve ser acompanhado do útil”. É o anseio utilitário que causa uma obstrução no conhecimento objetivo, uma vez que só é considerado como conhecimento verdadeiro o que se é útil.

Procura-se atribuir a todas as minúcias de um fenômeno uma utilidade característica. Se uma utilidade não caracteriza um traço particular, parece que este aspecto não fica explicado. Para o racionalismo pragmático, um aspecto sem utilidade é um irracional (BACHELARD, 1996, p. 115).

Bachelard (1996, p.119) pontua a necessidade do rompimento dos aspectos do unitarismo e pragmatismo, para que seja possível tomar consciência da força da formação psicológica do pensamento científico. Assim fechamos a seção do obstáculo epistemológico unitário e pragmático, dando continuidade à seção seguinte que discutirá o próximo obstáculo epistemológico.

1.1.3.5 Obstáculo substancialista

O obstáculo substancialista, para Bachelard (1996), tem uma tendência em compilar num objeto todos os conhecimentos, onde ele irá desempenhar uma função, com uma ausência da hierarquia de suas funções, na qual, é conferido à substância inúmeras qualidades, sendo tais tanto superficiais quanto profundas, assim como as qualidades evidentes e as encobertas.

Mas, ainda uma vez, tais distinções levariam ao esquecimento do aspecto vago e infinitamente tolerante da substancialização, ao descuido com o movimento epistemológico que é alternado, do interior para o exterior das substâncias, prevalecendo-se da experiência externa evidente, mas escapando à crítica pelo mergulho na intimidade. (BACHELARD, 1996, p. 121).

O progresso do pensamento científico está atrelado à ruptura de conhecimentos mal adquiridos, ao ato de questionar, racionalizar e ordenar os fatos hierárquicos e de maneira mais objetiva. Quando há substancialização de qualidades atribuída às substâncias, por exemplo, elas são provenientes da intuição direta, das imagens, palavras e conceitos ingênuos, nos quais irão atravancar o progresso do pensamento científico.

A qualidade das substâncias se tornará, então, a síntese de suas propriedades e características singulares. O apelo verbal também se faz presente neste obstáculo, que podemos observar a ligação entre ele e o obstáculo verbal explicado anteriormente. Uma vez que a palavra é entendida, gera no sujeito a impressão de que o todo foi apreendido. Pode se desenrolar em caminhos completamente opostos, sendo esta uma substancialização rasa, flexível a tudo, mas também é possível ter substancializações mais profundas, que vão até o âmago da substância.

A substancialização proporciona ao sujeito uma explicação temporária, porém, concreta. Carece de explicações teóricas, para que o espírito científico seja possibilitado de questionar e relacionar outros objetos e fenômenos, fugindo da sua ingenuidade e de conclusões falsas. Para as substancializações rasas, Bachelard (1996, p. 129) pontua: “Pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira *gruda* na parede eletrizada, logo, a *eletricidade é uma cola*, um visco.”, tais problemas falsos, fundamentados em uma qualidade substancializada errônea, numa imagem ingênua, acarretará experiências desprovidas de utilidade, a ponto que, para Bachelard (1996), não irá servir nem como um alerta no caso de um resultado negativo.

A atribuição de qualidades imediatas à substância se torna presente em diversos aspectos, mas aqui destacamos um deles. Na disciplina de Química, quando comentado as características de metais, é comum atribuir quase que de imediato a qualidade de brilho aos metais. A simples característica de brilho já é suficiente para o sujeito, não há mais o que ser questionado. Tal atribuição perigosa pode ser estendida para que o sujeito não pense apenas que a placa metálica tem o brilho característico, mas que também os átomos tenham essa mesma característica.

Essas concessões de qualidades estão presas aos fenômenos sensíveis, sem delimitações, restrições ou críticas. São falsas qualidades que o espírito ingênuo concluiu como função do todo.

Assim como as características intuitivas imediatas do exterior das substâncias proporcionadas pelos aspectos do sensível, temos outra característica do obstáculo substancialista, que é a substancialização pelo íntimo. Bachelard (1996) traz a ideia de que, neste obstáculo, há uma “casca” e um “núcleo” das substâncias, nela existe uma valorização do seu interior, de seu núcleo:

Para fundamentar essa afirmação, basta lembrar diversas intuições valorizadas: todo invólucro parece menos precioso, menos substancial do que a matéria que ele envolve — a casca, cuja função é tão indispensável, é vista como simples proteção da madeira (BACHELARD, 1996, p. 123).

Estendendo o que foi citado para a disciplina de química, temos o fenômeno de oxidação dos metais, onde a “casca” oxidada tem menos valor. O real valor do metal está em seu interior. “Muitas vezes a mentalidade alquímica foi dominada pela tarefa de abrir as substâncias, sob uma forma bem menos metafórica que a do psicólogo, esse alquimista moderno, que pretende abrir seu coração” (BACHELARD, 1996, p. 123-124).

Como foi citado anteriormente, o progresso científico ocorre também de modo hierárquico e não justaposto, não temos um progresso ao adicionar “mais do mesmo”. No obstáculo substancialista (BACHELARD, 1996), por ter um caráter de justaposição de características e fatos, existe um acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo, maior quantidade de sinônimos para uma mesma “explicação” empírica.

Referente ao processo de justaposição e ao acúmulo de qualidades, Bachelard (1996) traz o exemplo de “medicamentos” que eram utilizados em boticários. As propriedades atribuídas a um único medicamento eram tantas das mais diversas,

que se fosse preparado uma simples mistura de poucos medicamentos, que tinham funções diferentes, teria como resultado um único medicamento para curar enfermidades com seus mais variados fins. Essas atribuições desenfreadas fazem com que a identidade da substância seja perdida no meio do caminho.

Por conta desses fatores, se torna inevitável a necessidade de geometrização dos fatos observados e analisados, para desobstruir o processo do pensamento científico. De forma que os fatos estejam devidamente hierarquizados, críticos e que cooperem para o entendimento das substâncias e suas particularidades.

Para finalizar o obstáculo substancialista, trazemos aqui o que tange ao sentimentalismo do sujeito para com os conhecimentos adquiridos. Esse sentimento de posse do conhecimento, para o espírito pré-científico, é difícil de se desvencilhar que tal conhecimento, na verdade, é falso. Onde não existe uma “casca” ou “núcleo”, que não há nada de realmente valioso *dentro* do objeto observado. Como já foi dito, a construção desses falsos conhecimentos e da valorização dos mesmos não tem margem para críticas ou retificações, por esse motivo e pela possessividade e arrogância, que o sujeito se prende ao que já demandou muito esforço por parte dele.

1.1.3.6 Obstáculo realista

No realismo, a substância, além de seu valor, é aceita como um bem pessoal, o sujeito tomado por esse sentimento de posse, desenvolve um complexo onde não se pode “perder” nada. Bachelard (1996, p. 164) traz que “Enfim, o axioma fundamental do *realismo não provado* - nada se perde, nada se cria - é uma afirmação de avarento”. Seguindo a ideia desta afirmação, temos que esse apego à posse não admite nenhuma perda, por menor que seja. O sentimentalismo, além de corroborar com a ilusão de posse, traz consigo a valorização do fato, algo “precioso” não pode, de forma alguma, ser perdido. Então, como não se abre mão de absolutamente nada do que já é sabido, ou acredita-se saber, temos um impasse, onde nada é criado, evoluído, reconstruído, uma vez que não há sentido em questionar as primeiras ideias.

Para aquilatá-lo, é preciso ultrapassar o plano intelectual e compreender que a substância de um objeto é aceita como um bem pessoal. Apossa-se dela espiritualmente como se toma posse de uma vantagem evidente (BACHELARD, 1996, p. 163)

A ilusão de posse traz consigo o sentimento de afetividade. Neste sentido, Bachelard (1996) enfatiza a importância em conhecer os distúrbios que o sentimento trará. Mesmo quando o espírito científico se depara com tais análises subjetivas, ele acaba respeitando-as, tentando trazer a elas racionalizações. Porém, essas racionalizações são elaboradas a partir da análise do fenômeno contaminado por crenças e superstições fazendo com que sua fundamentação e consequente análise esteja fadada ao subjetivo, ao absurdo. Já que sua fundamentação não foi racionalizada objetivamente desde o seu início, tentar racionalizar algo baseado em achismos ou crenças, não fará dela uma análise racionalizada em si.

Bachelard (1996) traz inúmeros exemplos onde a crença característica de um dado fenômeno é lapidada, modernizada, para que mostre seu “verdadeiro valor”. Temos aqui o ato de reforçar valores obtidos sem a experimentação, mas sim por puro prazer individual. Reforçar o absurdo mal fundamentado, enraizando seus falsos pretextos científicos.

A investigação científica, no obstáculo realista, é feita dentro do mundo concreto, não tem correlação e nem chega perto do abstrato, tão importante para a comunidade, pensamento e formação científica, como Bachelard (1996) enfatiza ao longo de seu discurso. Esse mundo concreto é relacionado com o mundo macroscópico e visual.

Em suma, a característica mais marcante do obstáculo realista é o sentimento de posse, que são oriundos dos sentidos, o que é tátil, sensível. Esse sentimento tende a prejudicar toda a análise objetiva do fato, assim como os conceitos científicos. Em posse do real, o sujeito estagna seu próprio conhecimento, impedindo-o de ser retificado e reconstruído.

1.1.3.7 Obstáculo animista

Seguindo para o obstáculo que, segundo o próprio Bachelard (1996, p. 185) “[...] vem responder a perguntas que não lhe são feitas”, temos o obstáculo animista. No entendimento de Bachelard (1996), as ciências biológicas devem responder questões de seu próprio campo de ciência. Esse obstáculo utiliza a ideia de vida para explicar conceitos fora de seu próprio contexto. Porém, quando tais explicações são empregadas às substâncias, por exemplo, dando um ar de “vitalidade” a elas, é neste momento que o pensamento científico é comprometido, não produzindo conhecimento útil para a área. Como Bachelard (1996, p. 188) destaca, “Tais

analogias, aliás, não reúnem nenhum conhecimento sólido nem preparam nenhuma experiência útil”.

É possível destacar ainda o valor que a palavra “vida” traz ao ser empregada a algum conceito, como Bachelard (1996, p. 191) cita, “*Vida é uma palavra mágica. É uma palavra valorizada. Qualquer outro princípio esmaece quando se pode invocar um princípio vital*”. Então, ao usar do conceito vital para explicar um fenômeno, que está fora de seu contexto, o conceito teórico e seus possíveis questionamentos são enfraquecidos. Ocorre, neste obstáculo, a atribuição de verbos de ação característicos de seres vivos para explicar processos que não possuem correlação com o seu sentido real.

No livro, é fácil perceber a intuição de uma intensidade de certo modo indefinida, inesgotável, por meio da qual o autor concentra um valor vital numa matéria muito pequena. Sem nenhuma prova, pela simples sedução de uma afirmativa valorizante, o autor atribui uma força sem limites aos elementos (BACHELARD, 1996, p. 192).

Podemos até correlacionar o modo como o corpo humano foi utilizado para dar explicações, oferecer modelos de fenômenos. O espírito pré-científico utilizava a artimanha dos fenômenos biológicos explicando fenômenos físicos, os meios corporais servindo como orientador ao todo.

A vida marca as substâncias que anima com um valor indiscutível. Quando uma substância deixa de ser animada, perde algo de essencial. A matéria que saia de um ser vivo perde propriedades importantes (BACHELARD, 1996, p. 192).

Novamente voltamos ao caminho do pensamento pré-científico sempre guiado pelo concreto, pelos fenômenos biológicos, nesse caso, dos quais podiam, ou pensavam que podiam, explicar todo um complexo mundo abstrato.

O obstáculo animista traz ênfase no como o obstáculo unitário, que foi explicado anteriormente, participa do processo do pensamento do espírito pré-científico. A união de elementos distintos para explicar um contexto muito maior. Bachelard (1996) traz alguns exemplos de como a digestão e a reprodução são utilizados para explicar fenômenos completamente opostos. A digestão é utilizada para explicar fenômenos que passem por um processo lento de cozimento, ao passo que a reprodução é usada para explicar a formação de minérios, como se a sua formação se fundamentasse na reprodução de seres vivos. Tais colocações são absurdas, mas embora sua utilização tenha diminuído drasticamente atualmente, elas ainda costumam aparecer no senso comum.

1.1.3.8 Obstáculo do conhecimento quantitativo

Para finalizar o rol dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), temos o obstáculo do conhecimento quantitativo, onde Bachelard (1996) pontua as características quantitativas exacerbadas, provenientes de uma experiência imediata. Dando surgimento às geometrizações esquisitas, as determinações quantitativas fantasiosas.

A preocupação exagerada com relação à precisão e exatidão é vista, pelo autor, como um esforço inútil. A sobrecarga de informações quantitativas, podendo trazer de exemplo aqui o material utilizado na fabricação de uma balança, não altera a sua função de medir a massa. Esse exagero quantitativo leva o ser humano a ter preocupações desnecessárias, que não irão em si afetar no resultado de seus trabalhos, pesquisas e aprendizado:

Tal é a conclusão filosófica que pensamos poder tirar dos capítulos anteriores. Seria, aliás, engano pensar que o conhecimento *quantitativo* escapa, em princípio, aos perigos do conhecimento qualitativo. A *grandeza* não é automaticamente objetiva, e basta dar as costas aos objetos usuais para que se admitam as determinações geométricas mais esquisitas, as determinações quantitativas mais fantasiosas (BACHELARD, 1996, p. 259).

Aproximando a problemática elencada acima para a sala de aula, se tem que tais informações excessivas causam a sobrecarga nos alunos, segundo Bachelard (1996), sob um pretexto de uma pedagogia detestável. A exigência acadêmica, nesse sentido, acaba negligenciando fatores científicos mais relevantes e significativos para a aprendizagem:

Essa sobrecarga numérica obriga os alunos a guardarem mais de 100 números por hora de aula. Isso é pretexto para uma pedagogia detestável, atentatória ao bom senso mas que se mantém sem encontrar a mínima crítica em disciplinas que, de científicas, só têm o nome (BACHELARD, 1996, p. 266).

Na disciplina de Química, há uma quantidade descomunal de valores de constantes a serem decorados, como os números significativos irão afetar no resultado de uma conta. Quantos algarismos significativos são necessários para determinar o aprendizado do aluno acerca da disciplina? Muitas vezes o próprio instrumento de medida, que forneceu os dados numéricos para as contas, tem menos números significativos do que o que é exigido nas contas. Qual a real finalidade pedagógica da exigência de memorizar valores de constantes que podem ser sempre consultadas.

Acerca dos pontos levantados podemos, então, citar a diferença do espírito pré-científico e o espírito científico frente ao rigor excessivo das medidas experimentais e contas matemáticas, na qual o espírito científico é consciente de quais pontos ao decorrer do processo são relevantes de fato. Já para o espírito pré-científico não ocorre essa distinção do que é ou não relevante, onde justamente ocorrem os excessos quantitativos que de nada contribuem.

Dessa forma, finalizamos as seções acerca dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), elencando o que o autor propõe para uma compreensão ampla e aprofundada sobre o tema. Nas próximas seções é dado um foco ao objeto de estudo do trabalho aqui desenvolvido, as TDIC, para que seja possível entender do que se trata a fundamentação teórica e a TDIC, assim como elas se relacionam.

1.2 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) são constituídas de aglomerados de recursos tecnológicos que proporcionam a comunicação e automação de inúmeros processos em áreas diferenciadas, no ensino e pesquisa não é diferente. É disponibilizada na forma de *hardware*, *software*, *sites na Web*, animações, vídeos, redes sociais, simuladores de realidade virtual, entre outras tecnologias.

TDIC são tecnologias que têm o computador e a Internet como instrumentos principais e se diferenciam das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) pela presença do digital, sendo uma evolução delas, que por sua vez utilizam recursos de tecnologia para o processamento de informações, incluindo softwares, hardwares, tecnologias de comunicação e serviços relacionados, mas não de maneira digital exclusivamente (SAE Digital, 2021).

Para fomentar o uso desses recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, é de suma importância que o docente tenha um preparo preliminar, uma vez que as tecnologias compreendem uma certa complexidade em seu manuseio e consequente utilização como recurso didático. Como forma de preparo do docente na utilização das TDIC, é pontuado que “Para implementar a TDIC no ambiente escolar, é preciso oferecer recursos digitais voltados para o processo de ensino e aprendizagem, integrados às práticas pedagógicas” (SAE Digital, 2021).

Na área de Ensino de Química, diversos temas necessitam de modelagem, como modelos atômicos, termodinâmica, cinética, processos laboratoriais, entre outros, os quais podem ser subsidiados pelas TDIC. É frequente encontrarmos TDIC

desenvolvidas para o Ensino de Química que trazem consigo problemas, como, por exemplo, obstáculos epistemológicos, que é o foco da pesquisa.

A tecnologia deve ser introduzida na aula de forma a propiciar uma visão ampla do assunto estudado, e não distanciando o aluno da teoria científica, ou seja, ela deve ser pouco permissiva para a formação de obstáculos epistemológicos durante a compreensão do conteúdo ministrado. Não basta selecionar a TDIC que se adeque exclusivamente ao conteúdo, ela deve ser vista de forma crítica desde o seu tema até como será interpretada e utilizada, como é destacado em “Estamos vivendo numa era onde a informação é disponível e inflacionada a todos na rede; os que se destacam são os que sabem organizá-las, interpretá-las e utilizá-las” (SITKO, 2022, p. 40).

A importância de relacionar as TDIC com os Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996) é para, além de acompanhar a trajetória evolutiva da Era Digital, observar que sua implementação desenfreada no ensino, necessita de uma análise constante e robusta. Bachelard, apesar de ter realizado suas contribuições há mais de um século, muito antes da Era Digital, suas teorias possuem diversas considerações válidas para criticar e avaliar materiais didáticos textuais, metodologias de ensino, exemplos costumeiros dados em aula, bem como as próprias TDIC. Elas não estão imunes aos obstáculos: ao passo que os recursos tecnológicos são desenvolvidos para “facilitar” a aprendizagem, o modo como é feito muitas vezes propicia a formação de obstáculos epistemológicos. Por exemplo: em virtude do efeito visual, uma TDIC não muito bem planejada pode fomentar a formação de uma imagem primeira difícil de ser desvinculada ou retificada pelo aluno. Ainda, alguma frase ou movimento sintético em excesso pode ocasionar a formação de um obstáculo verbal, o qual pode ainda estar atrelado à uma noção substancialista do objeto estudado, perfazendo um amálgama bastante difícil de ser desconstruído.

Para a pesquisa aqui descrita foi utilizada uma pequena seção dentro deste grupo, que serão as animações e simuladores virtuais, ou seja, sites e programas computacionais que trarão tópicos da Química de maneira interativa, por exemplo um simulador de laboratório de Química Orgânica, onde permite virtualmente utilizar um laboratório com todos os equipamentos e reagentes para a realização de experimentos.

1.2.1 TDIC no material didático

Da mesma forma com a qual o mundo está em constante mudança e aperfeiçoamento, como foi citado na seção anterior, as TDIC estão sendo cada vez mais desenvolvidas e introduzidas no cotidiano, inclusive como recurso pedagógico. É uma realidade do aluno, desde criança, estar em contato com as tecnologias.

É necessário que compreendamos, enquanto professores, que é necessário acompanhar, nas práticas docentes, as mudanças sofridas fora da escola; acompanhar, para nós, significa tanto utilizar recursos e abordagens tecnológicas já estabelecidas, quanto produzir esses elementos (SITKO, 2022, p. 38).

Quando é falado sobre o docente compreender, acompanhar e adaptar sua prática docente, Sitko (2022) elenca a necessidade do professor se apropriar de novas habilidades, como uma alfabetização digital. Isso demonstra pontualmente a complexidade ao inserir as TDIC no cotidiano pedagógico. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000) consta que na atualidade em que vivemos, para que o ambiente escolar seja culturalmente rico existe a necessidade de estar bem equipado, devemos aproveitar os recursos que se tem disponíveis, as TDIC, assim como a capacitação dos professores.

Então, a adequação do material didático para com a utilização das TDIC veio se tornando cada vez mais presente, ao passo que nos materiais São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista do ano de 2021 é encontrada TDIC em todas as “Situações de Aprendizagem”. Se faz presente durante a realização de exercícios, como sugestões de pesquisa, sugestões para aprofundamento da temática e como sugestão de utilização de aplicativos que auxiliem na dinâmica durante a realização de atividades.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) discorre sobre a divulgação e comunicação científica, para os estudantes, utilizando TDIC. De modo que desenvolva as habilidades e competências:

Essa perspectiva está presente nas competências específicas e habilidades da área por meio do incentivo à leitura e análise de materiais de divulgação científica, à comunicação de resultados de pesquisas, à participação e promoção de debates, entre outros. Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e implementar propostas de

intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis (BRASIL, 2018, p. 552).

Para fomentar o uso desses recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem é de suma importância que o docente tenha um preparo preliminar, sendo a própria formação continuada dos professores com relação às tecnologias, uma vez que as mesmas compreendem uma certa complexidade em seu manuseio e consequente didática:

Trata-se, portanto, de agregar competências de cunho digital à solidez teórica que os professores carregam consigo, não apenas como mais uma ferramenta de apoio para um debate teórico sobre determinado tema ou a transmissão de um determinado saber, mas também como meio de fortalecer o processo de aprendizagem dos alunos (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020, p. 432).

É importante ressaltar o papel da formação continuada dos professores no planejamento de ensino do professor, sendo o recurso proposto pelo material didático ou uma proposta pessoal do docente. Existe a necessidade de um preparo ao se utilizar as TDIC como recursos pedagógicos, como dito anteriormente. Logo, ao longo do planejamento, o docente além de precisar do conhecimento no manuseio do recurso, também precisa levar em conta a sua relevância quando inserida em seu planejamento.

Como as TDIC abrangem uma vastidão de tecnologias, que podem ser produzidas ou revisadas não exclusivamente por profissionais da área de ensino, o docente ao fazer as escolhas de recursos tecnológicos para o planejamento não pode adotar o que foi proposto como universalmente adequado. É necessário que haja um aprofundamento crítico e teórico, de modo a avaliar o potencial, seja ele bom ou ruim, para o planejamento das aulas. Para tal, é interessante a investigação de quais TDIC são trabalhadas e propostas para profissionais da área.

No ano de 2008 foi proposto no Currículo do Estado de São Paulo um currículo básico para as escolas da rede estadual de São Paulo, no Ensino Fundamental II e Médio, desenvolvido a partir da revisão sistemática de documentos, consulta nas escolas e com os professores, de forma que permitisse a identificação e divulgação das práticas com melhor caráter didático-pedagógico. O currículo abrange, segundo o documento oficial, características da sociedade do conhecimento e a demanda contemporânea:

Todavia, essa sociedade, produto da revolução tecnológica que se acelerou na segunda metade do século XX e dos processos políticos que se redesenham as relações mundiais, já está gerando um novo tipo de

desigualdade ou exclusão, ligado ao uso das tecnologias de comunicação que hoje medeiam o acesso ao conhecimento e aos bens culturais (SÃO PAULO, 2011, p. 8).

É contido no currículo um conjunto de documentos que são desenvolvidos para os docentes e para os alunos, chamados de Cadernos do Professor e do Aluno, separador por bimestre e/ou volume e por disciplinas. Nos cadernos há Situações de Aprendizagem, conteúdos específicos, habilidades e competências, sugestões de métodos e estratégias, experimentações, projetos coletivos, atividades extraclasse e estudos interdisciplinares. Esse material didático é padronizado e utilizado em todas as escolas da rede pública de ensino do estado de São Paulo, o que se torna o foco da análise.

Dentro dos Cadernos do Professor e do Aluno (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista), há separações por disciplinas e conteúdos específicos, que irão abordar a teoria conceitual, trazendo exercícios e sugestões para aprofundamento individual. Com isso, existe a inserção das TDIC nestes materiais didáticos, aparecendo em toda sua construção, ou seja, na teoria, exercícios e nas sugestões de aprofundamento. É observado a grande quantidade desses recursos que foram introduzidos nos materiais, que podem ser textos, vídeos, animações, sites de notícias, simuladores, aplicativos e vídeo aulas, elas são distribuídas em cada etapa dos materiais. Então, a proposta de aproximação tecnológica pelo Currículo do Estado de São Paulo é dada através do material didático fornecido aos profissionais da educação e aos alunos, para proporcionar uma aproximação ao mundo digitalizado atual, juntamente com essas ferramentas desenvolvidas para o ensino.

1.3 Justificativa de pesquisa

Os dados que foram analisados na pesquisa aqui descrita constam no material didático do Caderno do Aluno de 2021 (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista) dos anos do E.M. na disciplina de Química que é elaborado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, é de grande relevância identificar a aparição dos Obstáculos Epistemológicos. Assim como, mais que identificar, entender quais os benefícios e/ou prejuízos os professores e alunos estariam sujeitos durante a sua utilização.

Dando foco ao docente que, ao ter acesso a análises como esta proposta, poderão melhor selecionar as TDIC utilizadas em aula, assim como conhecendo a

teoria dos obstáculos e o que eles causam, poderiam planejar o ensino buscando minimizá-los e/ou superá-los durante a explicação e sua consequente utilização.

Ao longo da revisão bibliográfica sobre o tema da pesquisa, foi possível concluir que existem diversos trabalhos correlacionados com a utilização das TDIC no ensino de química como por exemplo nos trabalhos de Silva e Soares (2018) e Dionizio (2019). Assim como há pesquisas dos Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996) no ensino de química, como Lôbo (2007), Fonseca (2008) e Pena e Mesquita (2018). Porém, quando é pesquisado a temática que relacione os Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996) e as TDIC inseridas nos materiais didáticos da disciplina de Química de escolas públicas de São Paulo, não foi encontrado nenhuma pesquisa que abranja essa temática. Isso demonstra que, ao afunilar o tema de pesquisa junto da revisão bibliográfica, nota-se a necessidade e relevância do estudo aqui desenvolvido.

Portanto, o trabalho de Silva e Soares (2018) dá destaque no processo de ensino e aprendizagem que envolve as TDIC e o acesso à informação assumidas e realizadas pelos alunos. O uso das TIC e o acesso a diferentes tipos de informação em sala de aula são incipientes para o desenvolvimento autônomo da aprendizagem do aluno. A compreensão da informação dialoga expressivamente com os aspectos semióticos do conteúdo informacional acessado por meio de qualquer TIC. O significado efetivo da informação se efetivará a partir da construção dialógica e mediada entre professor e aluno, que resulta em aprendizagem.

Para Dionizio (2019), temos que a evolução do número de TDIC aliada ao grande número de pessoas que têm acesso à internet tem fortalecido as iniciativas de inclusão digital. Aplicativos de jogos, tabela periódica, calculadoras químicas, desenhos de diferentes moléculas têm auxiliado as aulas. A utilização desses aplicativos aliada ao ensino de Química trouxe mais descontração, interação, diversão, interesse e inovação.

Lôbo (2007) dá destaque a alguns elementos da epistemologia histórica do filósofo Gaston Bachelard que são apresentados para a discussão de aspectos relacionados ao ensino de Química e à formação de profissionais da área. Procura-se mostrar como certas concepções epistemológicas, como o realismo ingênuo, o substancialismo e o racionalismo clássico, foram historicamente superadas.

O trabalho de Fonseca (2008) consiste em dar destaque à pedagogia científica que deve preocupar-se em desenvolver ações formativas e inserir-se numa dupla perspectiva. A educação é entendida como uma prática social e histórica. Esse processo deve resultar na compreensão do trabalho científico, na prática interdisciplinar, na articulação teoria-prática e na aprendizagem integrada de ensino-pesquisa.

Por fim, o trabalho de Pena e Mesquita (2018) elucida os obstáculos epistemológicos e as relações entre a concepção de ensino do senso comum e os saberes profissionais específicos para a docência em Química são antagônicas na formação de professores. A valorização do professor de Química, e de outras áreas do saber, permeia a legitimação de seus saberes e saberes. A partir de estudos que investiguem o pensamento do professor, poderemos compreender melhor o processo de ensino e aprendizagem dos professores.

Desse modo, é possível compreender quais foram os focos da pesquisa da área quando correlacionados conceitos de obstáculos epistemológicos, ensino de química, TDIC e materiais didáticos. Destacando a relevância de pesquisa na área quando tais temáticas são evidenciadas no cenário atual de ensino.

Decorrente do anseio global por novas tecnologias, sistemas e inovações, desde redes sociais, meios de comunicação até extravagantes simuladores de realidade virtual, se tem a frequente inserção de tais tecnologias como recursos didáticos. Um dos problemas a serem levantados na pesquisa foi se a inserção das TDIC no ensino tem reais potencialidades pedagógicas para a aprendizagem de conceitos científicos na disciplina de Química. O modo como o ensino acompanhou as demandas tecnológicas atuais é explicitado no material didático, o qual segue o Currículo do Estado de São Paulo.

1.4 Objetivos e questões de pesquisa

A pesquisa teve como objetivo analisar as TDIC, com foco nas de animações e simuladores, que constam no material didático do Caderno do Aluno (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista) dos 1º, 2º e 3º anos do E.M. na disciplina de Química, fornecido pela Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo, no ano de 2021.

A realização da análise das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação teve o aporte teórico dos Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996), os

quais foram descritos na introdução. Seguindo o referencial teórico adotado na pesquisa, foi elaborado um instrumento padronizado de análise de recursos tecnológicos didáticos, com o objetivo de que atuais e futuros docentes da área do Ensino de Química possam avaliar, por meio do instrumento, as TDIC que são disponibilizadas no material didático.

Com base nas colocações prévias, foi proposto o seguinte Problema de Pesquisa:

Quais são as características das TDIC do tipo animações e simuladores recomendadas pelos documentos oficiais da Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo no que tange aos obstáculos epistemológicos?

Para melhor responder o problema que norteia esta pesquisa, concebemos as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são as TDIC que são fornecidas no material didático do Caderno do Aluno?
- Quais obstáculos epistemológicos são identificados nas TDIC do tipo animação e simuladores, presentes no caderno do aluno do material de São Paulo?

A relevância do trabalho aqui descrito está atrelada à análise dos recursos didáticos tecnológicos disponibilizados no material didático pela Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo para subsidiar a escolha das TDIC no processo de planejamento didático-pedagógico dos professores de Química. Que se dará por meio da utilização do instrumento padronizado de análise, de forma que a escolha de tais recursos possibilite um melhor emprego durante as aulas, ocasionando o menor número de Obstáculos Epistemológicos ao decorrer do processo de ensino e aprendizagem.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Natureza da pesquisa

A pesquisa foi realizada seguindo os conceitos dos Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996), para a análise das TDIC que fazem parte o material didático Caderno do Aluno (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista) dos anos do E.M. na disciplina de Química, fornecido pela Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo, no ano de 2021, que foi o objeto de coleta de dados.

A escolha do material analisado ser do ano de 2021 vem pelo fato de que no ano de 2022, que foi desenvolvida a pesquisa, não haviam sido liberados todos os volumes do Caderno do Aluno, fato que poderia prejudicar a coleta de dados focado no ensino do ano letivo como um todo.

A metodologia de coleta de dados aqui selecionada foi a Análise Documental. Como afirma Appolinário (2009), a pesquisa aqui descrita segue a estratégia utilizada por fontes documentais, como o Caderno do Aluno (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista).

Normalmente, as pesquisas possuem duas categorias de estratégias de coleta de dados: a primeira refere-se ao local onde os dados são coletados (estratégia-local) e, neste item, há duas possibilidades: campo ou laboratório. [...] A segunda estratégia refere-se à fonte dos dados: documental ou campo. Sempre que uma pesquisa se utiliza apenas de fontes documentais (livros, revistas, documentos legais, arquivos em mídia eletrônica, diz-se que a pesquisa possui estratégia documental (ver pesquisa bibliográfica). Quando a pesquisa não se restringe à utilização de documentos, mas também se utiliza de sujeitos (humanos ou não), diz-se que a pesquisa possui estratégia de campo (APPOLINÁRIO, 2009, p. 85).

Os arquivos estão disponibilizados para *download* de acesso público no site da Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EFAPE) do Estado de São Paulo “Renato Costa Souza”. O site da EFAPE conta com todos os materiais como o Caderno do Professor e o Caderno do aluno, dos anos do ciclo base e do ensino médio.

Desse modo a pesquisa se encaixa como uma análise documental (APPOLINÁRIO, 2009) na primeira estratégia descrita pelo autor que diz respeito ao local dos dados coletados, serem de acesso público e também um documento oficial. A pesquisa em questão restringe a utilização de documentos sem o sujeito estar presente, o que, então, determina que a pesquisa não utilizou a estratégia de campo.

2.2 Procedimento de análise dos dados

O procedimento de análise dos dados se deu seguindo o referencial teórico acerca dos Obstáculos Epistemológicos de Gaston Bachelard (1996), nas quais os mesmos foram utilizados na construção das categorias do instrumento padronizado de análise que será explicado na seção 2.3 da pesquisa.

O total dos dados coletados que foram analisados estão explicitados no Quadro 1.

Quadro 1. Amostragem dos dados que foram analisados.

Anos do E.M.	Tecnologias de Informação e Comunicação	
	<i>Quantidade de Simuladores</i>	<i>Quantidade de Animações</i>
<i>1º Ano</i>	4	2
<i>2º Ano</i>	9	5
<i>3º Ano</i>	0	8

Fonte: Elaboração Própria.

Dos dados coletados, temos que foram analisadas apenas as TDIC que se enquadram como simuladores e animações, como mostra o Quadro 1. Não foram analisadas outras TDIC, como os vídeos, pelo fato de não serem homogêneos, acabavam se diferenciando por tempo de duração, tipo de vídeo (documentários, matérias de jornais, videoaulas, entre outros). Dessa forma, não teria como colocar de uma maneira única os vídeos durante a análise, seria necessário elaborar outras categorias para abranger as características específicas de cada caso.

Para essa seleção de dados, os que se enquadram como simuladores são os sites que possibilitam uma experiência interativa, na área da Química, geralmente são laboratórios virtuais, experiências específicas, modelos atômicos, entre outros, onde todos eles são interativos. São os mais complexos e completos, justamente por possibilitar o manuseio de objetos e/ou modelos científicos.

As animações, em sua grande maioria, estão disponibilizadas na plataforma YouTube, nelas temos artes digitais animadas. A animação pode vir com um personagem que irá explicar os conceitos envolvidos, ou, o que é mais frequente nos dados que foram analisados, o narrador aparece exclusivamente por meio de áudio ao decorrer da animação.

A grande diferença na interpretação dos dados se dá em como eles podem ser utilizados pelos professores em sala de aula em conjunto com o material didático

(São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista). As animações já trazem um compilado de explicações durante seu tempo de duração, a contraponto, os simuladores não carregam nenhuma explicação narrada ou escrita. Então, por mais simples que sejam os simuladores, o que direciona a complexidade pedagógica para ele é o manuseio do professor durante uma explicação.

Ao que compete a análise dos dados nesta pesquisa, é a identificação dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) na TDIC por si só, antes de seu manuseio por professores ou alunos, ou seja, a análise é feita a partir da TDIC disponibilizada no material didático, sem contar com explicações extras, mas única e exclusivamente com o que vem disposto na TDIC. Desse modo, sabendo quais são os obstáculos já presentes nas TDIC dispostas no material didático, o docente estaria ciente dos possíveis impasses de aprendizado que sua utilização causaria nos estudantes, ou até mesmo perceber quais são os seus potenciais pedagógicos úteis.

2.3 Categorias analíticas

Uma vez com a amostra bem definida, foi dada sequência à análise individual das TDIC coletadas. A análise individual consistiu na identificação dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) encontrados no objeto de estudo, para tal foi feito o manuseio dos simuladores e observação das animações, para que dessa forma fosse extraído o máximo de cada TDIC.

Fazendo o manuseio e observação, mais de uma vez, foi possível identificar quais são os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) contidos em cada TDIC analisada durante o processo.

Para seguir uma organização dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) encontrados em cada TDIC analisada, foi utilizado o programa computacional *Microsoft Excel*, no formato de tabela, como é mostrado no Quadro 2. Utilizando os dados registrados das análises no instrumento padronizado de análise, foi construído gráficos de frequência dos obstáculos identificados em cada material didático analisado.

Para a demonstração da análise de algumas TDIC, de forma textual, são apresentadas imagens, uma vez que não foi possível trazer os vídeos e simuladores em sua forma original. As imagens foram coletadas usando a ferramenta do computador *Print Screen* (Captura de tela) no *Windows*, como complemento é

apresentado a produção textual explicativa de onde e como os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) foram identificados nas TDIC analisadas.

As categorias de análise seguem os princípios fundamentais teóricos dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). Portanto, uma das diretrizes durante a elaboração das categorias de análise foram os aspectos fundamentais de cada obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996), seguindo o que foi descrito na introdução. A outra diretriz para a elaboração das categorias de análise do instrumento padronizado de análise (Quadro 2), corrobora os aspectos que foram identificados em maior proporção durante a própria análise das TDIC, ou seja, quais características dos obstáculos epistemológicos foram mais evidenciados nas TDIC durante a análise das mesmas. De forma que além de seguir o rigor dos obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard (1996), tivessem o foco nas TDIC e as características mais marcantes quanto no que tange aos obstáculos.

Para a elaboração da categoria de identificação da experiência primeira, temos como aspectos fundamentais do obstáculo, as imagens fáceis que carregam ideias ou conceitos científicos. Esses conceitos científicos são postos de maneira superficial, mas ainda impactantes para o sujeito, eles trazem muitas analogias equivocadas e nada objetivas. Tais aspectos norteadores do obstáculo epistemológico foram identificados em quantidade significativa durante a análise, possibilitando desenvolver então a categoria descrita no Quadro 2.

A categoria de identificação do obstáculo do conhecimento geral foi elaborada seguindo o aspecto principal de que são constituídos de aproximações de ideias e conceitos pouco objetivos, ocasionando nas generalizações superficiais. De tal forma, esse obstáculo foi identificado em algumas TDIC, seguindo o que foi exposto acerca das generalizações superficiais de conceitos científicos, que possibilitaram a elaboração de sua categoria descrita no Quadro 2.

Para o obstáculo verbal, a elaboração de sua categoria no instrumento padronizado de análise teve por base as palavras ou expressões que poderiam ou não estar conectadas às imagens, nas quais carregassem em seus significados toda uma explicação. Durante a análise das TDIC, foi possível identificar esses aspectos fundamentais do obstáculo durante as falas de explicação, no caso das animações, e nos simuladores nas palavras escritas.

A elaboração das características para identificação do obstáculo substancialista teve como base as qualidades atribuídas às substâncias, nas quais

elas se tornaram o resumo de suas propriedades. Assim como a substancialização pela intimidade, que foi descrita na introdução, na qual supõe que o interior da substância é mais valioso que o seu exterior. Durante a análise das TDIC os aspectos mais característicos foram na atribuição de cores para as substâncias, essas colorações não eram escolhidas a esmo, o mais frequente era a atribuição da cor do composto em sua forma elementar para o átomo em si. Para tal, foi possível elaborar as características dispostas no Quadro 2.

Para o obstáculo realista tivemos como fundamentação a visão de ciência instintiva e pessoal, ligada aos sentidos. Apesar desse obstáculo ter sido identificado em uma quantidade menor que os demais, foi possível elaborar as características de identificação partindo do conceito do sujeito em posse do real, tomado por seus sentidos e apego do conhecimento instintivo.

O obstáculo animista tem como base a comparação visual ou por atribuição de verbos de ação, vinculados com entidades biológicas. As características de identificação do obstáculo animista vieram em duas facetas, uma ligada ao visual que atribuía fisionomias como olhos e boca a fenômenos ou conceitos científicos. A segunda faceta é justamente a utilização dos verbos de ação para facilitar a explicação dos conceitos científicos.

Para o obstáculo unitário e pragmático, temos um leque de generalizações maiores do que no obstáculo do conhecimento geral, o unitarismo, muitas vezes os conceitos generalizados neste obstáculo são antagônicos ou distintos. Há também o aspecto de utilidade, o pragmatismo, uma vez que um conhecimento sem utilidade é irrelevante. Durante as análises das TDIC, a característica mais identificada foi a generalização de conceitos científicos distintos para a explicação, neste processo de generalizações transcendentais as características particulares dos conceitos justapostos se perdiam.

Finalizando as explicações das características de identificação das categorias de análise elaboradas para o instrumento padronizado de análise, temos o obstáculo quantitativo, fundamentado pelo uso desnecessário ou até mesmo inadequado de números, um excesso de precisão e exatidão.

Dito isso, as categorias de análise, juntamente com as suas características para identificação estão demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2. Instrumento padronizado de análise.

Categorias: Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996)	Características para identificação	Tecnologia de Informação e Comunicação:
		1
Experiência Primeira	<i>Ideias ou conceitos científicos postos de maneira superficial ou ingênua, os quais são frequentemente associados a imagens ou representações igualmente problemáticas.</i>	
Conhecimento Geral	<i>Generalizações superficiais ou inadequadas sobre conceitos e ideias científicas.</i>	
Verbal	<i>Acúmulo excessivo de significados atribuídos a certos substantivos ou expressões verbais, prejudicando o entendimento factual do conceito científico alvo da comparação.</i>	
Unitário e Pragmático	<i>Generalizações equivocadas em escala transcendental, muitas vezes unindo conceitos ou ideias largamente distintos ou antagônicos. O pragmatismo obstrui ou dificulta o entendimento ao entender que todo conhecimento sem aplicabilidade imediata ou que não resolve um problema é irrelevante.</i>	
Substancialista	<i>A qualidade das substâncias se torna o resumo de suas propriedades (e.g. atribuição de cores de compostos independente do estado físico); O entendimento de que tudo possui uma "casca" menos valiosa do que o interior oculto; atribuição desenfreada de qualidades e propriedades sem o devido escrutínio das mesmas.</i>	
Realista	<i>O sentimento de posse, proveniente dos sentidos, prejudica a análise e o entendimento de conceitos científicos. Apego limitante aos próprios conhecimento defronte a alguma situação que venha a colocar tal conhecimento em questão.</i>	

Animista	<i>Comparações ou aproximações inadequadas com entidades biológicas com o fim de explicar conceitos ou ideias científicas mais facilmente. Atribuição de verbos de ação típicos de seres vivos (e.g. respirar, andar, pular) na descrição dos mais diversos processos que não possuem nenhuma relação com o sentido factual do verbo.</i>	
Quantitativo	<i>Uso desnecessário ou inadequado de matematismos ou números. Excesso de precisão quantitativa.</i>	

Fonte: Elaboração Própria.

Então, o instrumento de análise padronizado exemplificado no Quadro 2, temos na primeira coluna os 8 obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard (1996), formando as categorias de análise. Na segunda coluna foram elencadas as “Categorias para identificação” que consistem nos principais aspectos dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que foram construídos a partir do que foi observado durante a análise das TDIC.

A terceira coluna consiste nas TDIC a serem analisadas individualmente, essa coluna do Quadro 2 é dividida em mais colunas onde seguem a respectiva numeração de identificação das TDIC, que foram divididas conforme aparece nos Quadros 3 e 4 em “Número de identificação da TDIC: Simuladores” e “Número de identificação da TDIC: Animações”. Dessa forma, é possível identificar qual ou quais obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) está presente ou ausente e em qual TDIC, seguindo o seu número de identificação.

Para o registro da análise, foi assinalado com um “x” na coluna respectiva da TDIC, na linha respectiva ao obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996), quando houve a presença do mesmo. Quando não foi identificado o obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996), a cédula ficou em branco. Esse registro das análises no instrumento padronizado foi feito seguindo as descrições fundamentadas nos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996) e seus principais aspectos observados durante as análises das TDIC, que foram explicitados anteriormente nesta seção.

A utilização do instrumento padronizado de análise (Quadro 2), foi desenvolvido para que contemple a rigidez científica exigida dos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996). Ao mesmo tempo, o instrumento possibilita que o docente faça uma análise eficaz das TDIC, para que sua implementação no

planejamento se torne mais proveitosa. Isso porque entendemos ser possível, com base no Quadro 2 o foco da análise de cada obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996) dentro das suas características de identificação, fornecendo ao sujeito um manuseio mais simplificado e eficiente quanto ao que tange o foco de análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

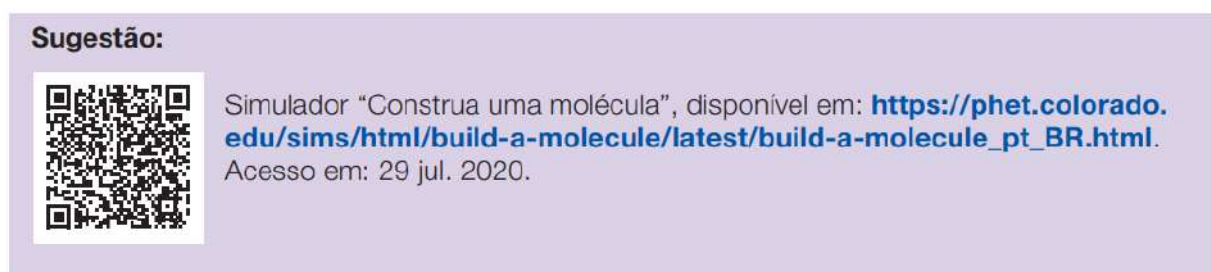
3.1 Procedimento da coleta de dados

Para a coleta de dados para análise, foram selecionadas as TDIC que fazem parte o material didático Caderno do Aluno¹ (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista) do 1º, 2º e 3º anos do E.M. na disciplina de Química, fornecido pela Secretaria da Educação do Governo do Estado de São Paulo, no ano de 2021, que é o objeto de coleta de dados. Das quais estão disponíveis no site da Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EFAPE) do Estado de São Paulo “Renato Costa Souza”.

O material didático do 1º ano do E.M. é o Currículo em Ação, no ano de 2021, ele foi dividido em 4 volumes, onde constam as disciplinas de Linguagens, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Inova. Para o foco da pesquisa, a disciplina de Química está inserida em “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”. O material é dividido em algumas “Situação de Aprendizagem” e, dentro delas, temos os “Momento”, então as *situações de aprendizagem* abrangem temáticas maiores e os *momentos* são temas mais específicos que constituem o todo.

As TDIC estão inseridas nos *momentos*, podendo estar atreladas diretamente aos exercícios propostos ou para aprofundamento da temática. Elas são apresentadas tanto pelo *QR Code* quanto pelo *link*, como segue no exemplo abaixo de um simulador inserido no material didático do volume 1, na disciplina de Química do 1º ano do E.M.

Figura 1. Simulador inserido no material didático do 1º ano do E.M.



Fonte: SÃO PAULO. Secretaria da Educação. *Currículo em Ação* 1 Primeira série do ensino médio Caderno do aluno. v. 1, p. 199, 2021.

Os materiais do aluno do 2º ano do E.M. tem como título “São Paulo Faz Escola” e são divididos em 1º e 2º semestres. As disciplinas estão dispostas em

¹ Site da EFAPE onde constam os arquivos do Caderno do Aluno de 2021 para *download* público: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ensino-medio/materiais-de-apoio-2/>

“Matemática”, “Ciências da Natureza”, “Ciências Humanas”, “Linguagens” e “Projeto de Vida”. A disciplina de Química está inserida em “Ciências da Natureza”. O material é dividido em “Tema” que abrangem a temática maior e as “Atividade” que são os conceitos menores dentro da temática maior.

A maneira com que as TDIC são apresentadas aqui seguem a mesma do exemplo anterior, a diferença é que elas vêm com mais descrições de como ou o que fazer ao utilizar aquela TDIC, como segue no exemplo abaixo do 1º semestre do 2º ano do E.M.

Figura 2. Simulador inserido no material didático do 2º ano do E.M.

3.B. Utilize o **Simulador “Preciso de Oxigênio”** disponível em: <http://portaldo.professor.mec.gov.br/storage/recursos/902/atividade5/atividade5.htm> e selecione o item 2 (vermelho) “Despejo de Esgotos”. Para iniciar discussões acerca da redução de oxigênio nos cursos de água em função do aumento de despejo de esgotos nessas águas. Efetue a leitura do texto do lado esquerdo da telinha, manuseie o simulador para observar as consequências no despejo do esgoto no lago e responda às perguntas sugeridas. Anote e discuta com os seus colegas as observações realizadas.



Fonte: SÃO PAULO. Secretaria da Educação. *São Paulo Faz Escola* Caderno do Aluno 2 série ensino médio. v. 1, p. 67, 2021.

Os materiais do 3º ano do E.M. são dispostos da mesma maneira que os do 2º ano, seguindo também o título do caderno do aluno “São Paulo Faz Escola”. As TDIC também são disponibilizadas da mesma maneira.

Então, sabendo como os materiais que são foco da coleta de dados são estruturados, se deu a sequência de coleta dos dados. Como já foi dito, as TDIC que foram foco da pesquisa foram os simuladores e as animações, para tal foram separados os *links* que estavam disponíveis nos materiais.

Os simuladores já estavam descritos como “simuladores” no próprio material, o que tornou mais simples a sua identificação para a coleta. Basicamente um simulador é projetado para executar reproduções de tarefas em sua totalidade ou parcialmente, partindo de um modelo artificial.

A contraponto, as animações são descritas nos materiais como “vídeos”, desta forma a sua identificação teve que ser feita mais atentamente. As animações digitais são imagens digitalizadas que, utilizando recursos de computação gráfica, são postas em movimento, fazendo então de desenhos separados, uma animação única.

Desse modo, foi possível identificar e classificar as TDIC de acordo com a sua especificidade. Para tal segue o quadro de identificação que foi utilizado também durante a análise das mesmas.

Quadro 3. Identificação das TDICs do tipo animações.

Número de identificação da TDIC: Animações	Animação disponível em:	Nome do canal do YouTube vinculada à animação
1º Ano do E.M.		
1A	https://www.youtube.com/watch?v=dmgLçESI4GGU	<i>KINETIC SCHOOL</i>
2A	https://youtu.be/egPHDC3uTqg	pontociencia
2º Ano do E.M.		
3A	https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w	De Onde Vem?
4A	https://www.youtube.com/watch?v=qS1yXfh_6is	Socratica português
5A	https://www.youtube.com/watch?v=L8ymAlqfYto	Manuel Moreira Baptista
6A	https://www.youtube.com/watch?v=nxzd8FhjdS0	Socratica português
7A	https://www.youtube.com/watch?v=ZFnEdCpEU6E	Socratica português
3º Ano do E.M.		
8A	https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho	INPEvideoseduc
9A	https://www.youtube.com/watch?v=JtshF-n-mis	anagovbr
10A	https://www.youtube.com/watch?v=VQ-x5LOsE6Y	Tatiana Freiburger Neiva
11A	https://www.youtube.com/watch?v=TnhcxI9Jd6Q	Apollo1 Consultoria e Treinamento
12A	https://www.youtube.com/embed/nAuv1R34BHA	<i>NASA Climate Change</i>
13A	https://www.youtube.com/watch?v=Nf8cuvl62Vc&ab_channel=FuseSchool-GlobalEducation	<i>FuseSchool - Global Education</i>
14A	https://www.youtube.com/watch?v=QGZxIsjCtNg	Águas Claras Engenharia
15A	https://www.youtube.com/watch?v=MiulckYJfQY	Programa Água Brasil

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 4. Identificação das TDICs do tipo simuladores.

Número de identificação da TDIC: Simuladores	Simulador disponível em:	Nome da plataforma vinculado ao simulador
1º Ano do E.M.		
1S	https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html	<i>PHET Interactive Simulations</i>
2S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-chemical-equations	<i>PHET Interactive Simulations</i>
3S	https://cutt.ly/Sch2VQF	<i>PHET Interactive Simulations</i>
4S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/isotopes-and-atomic-mass	<i>PHET Interactive Simulations</i>
2º Ano do E.M.		
5S	https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_pt_BR.html	<i>PHET Interactive Simulations</i>
6S	https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html	<i>PHET Interactive Simulations</i>
7S	https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_pt_BR.html	<i>PHET Interactive Simulations</i>
8S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/build-an-atom	<i>PHET Interactive Simulations</i>
9S	https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_pt_BR.html	<i>PHET Interactive Simulations</i>
10S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/molecule-polarity	<i>PHET Interactive Simulations</i>
11S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter	<i>PHET Interactive Simulations</i>
12S	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/sugar-and-salt-solutions	<i>PHET Interactive Simulations</i>
13S	https://cutt.ly/2hVQSz9	CNEC NOAS
3º Ano do E.M.		
Nenhum simulador ativo		

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Resultados da análise

3.2.1 Etapa 1: Análise das animações

Na etapa 1 de análise das animações, foi seguido, então, o referencial teórico de Gaston Bachelard (1996) acerca dos obstáculos epistemológicos. Juntamente com o instrumento padronizado de análise (Quadro 2) foi feita a análise individual de

cada animação, seguindo a numeração de identificação (Quadro 3) e o registro da aparição dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD,1996) se deu no Quadro 5.

Quadro 5. Registro da análise dos obstáculos epistemológicos em animações.

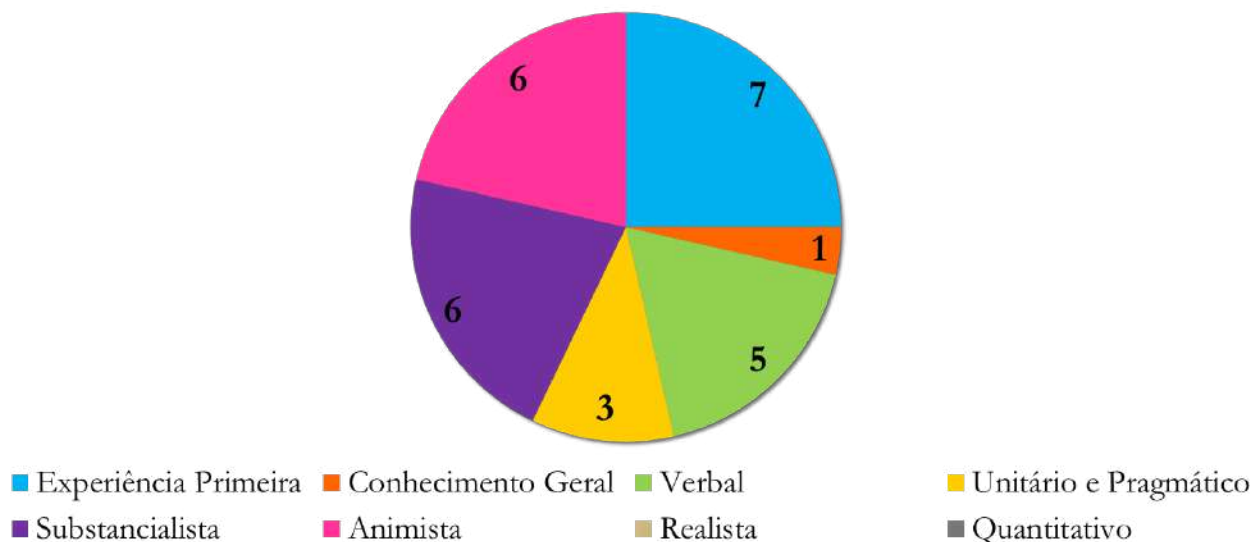
Categorias: Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996)	Características para identificação	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação: Animações														
		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13A	14A	15A
Experiência Primeira	<i>Ideias ou conceitos científicos postos de maneira superficial ou ingênua, os quais são frequentemente associados a imagens ou representações igualmente problemáticas.</i>			X	X	X	X	X	X				X			
Conhecimento Geral	<i>Generalizações superficiais ou inadequadas sobre conceitos e ideias científicas.</i>											X				
Verbal	<i>Acúmulo excessivo de significados atribuídos a certos substantivos ou expressões verbais, prejudicando o entendimento factual do conceito científico alvo da comparação.</i>			X		X		X					X	X		
Unitário e Pragmático	<i>Generalizações equivocadas em escala transcendental, muitas vezes unindo conceitos ou ideias largamente distintos ou antagônicos. O pragmatismo obstrui ou dificulta o entendimento ao entender que todo conhecimento sem aplicabilidade imediata ou que não resolve um problema é irrelevante.</i>			X					X				X			
Substancialista	<i>A qualidade das substâncias se torna o resumo de suas</i>	X			X	X		X						X		

	<i>propriedades (e.g. atribuição de cores de compostos independente do estado físico); O entendimento de que tudo possui uma "casca" menos valiosa do que o interior oculto; atribuição desenfreada de qualidades e propriedades sem o devido escrutínio das mesmas.</i>														
Realista	<i>O sentimento de posse, proveniente dos sentidos, prejudica a análise e o entendimento de conceitos científicos. Apego limitante aos próprios conhecimentos defronte a alguma situação que venha a colocar tal conhecimento em questão.</i>														
Animista	<i>Comparações ou aproximações inadequadas com entidades biológicas com o fim de explicar conceitos ou ideias científicas mais facilmente. Atribuição de verbos de ação típicos de seres vivos (e.g. respirar, andar, pular) na descrição dos mais diversos processos que não possuem nenhuma relação com o sentido factual do verbo.</i>			X			X					X	X	X	X
Quantitativo	<i>Uso desnecessário ou inadequado de matematismos ou números. Excesso de precisão quantitativa.</i>														

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a análise registrada no instrumento do Quadro 5, foi possível elaborar os gráficos de frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos (Figura 3).

Figura 3. Gráfico da frequência de aparição dos Obstáculos Epistemológicos em animações.



Fonte: Elaboração própria.

É possível, a partir da análise em conjunto do gráfico de frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), identificar que os 3 obstáculos que mais aparecem nas animações dispostas no material didático (Currículo em Ação e São Paulo Faz Escola) na disciplina de Química dos anos do E.M. foi a experiência primeira, presente em 7 animações diferentes, seguido do animista e substancialista, presentes em 6 animações diferentes, respectivamente.

Obviamente, alguns obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) estão presentes na mesma animação simultaneamente, como é o caso da animação de numeração 3A, que conta com 4 obstáculos, sendo uma das animações analisada com a maior quantidade de obstáculos epistemológicos identificados, que são eles experiência primeira, verbal, unitário e pragmático e animista.

Para teor de exemplificação da análise, se descreve como esses obstáculos epistemológicos foram identificados na TDIC 3A. Inicialmente a animação está vinculada à plataforma YouTube, seu *link* de acesso e nome do canal estão identificados no Quadro 3, tem como título “De Onde Vem o Raio e o Trovao? #Episódio 20”. Como conteúdo dessa animação, como o próprio título já sugere, é a explicação da formação dos raios, relâmpagos e trovões, para tal, o primeiro obstáculo epistemológico identificado foi o animista, quando o desenho que

caracteriza o raio é exposto com características humanas, como olhos, boca e a fala, como podemos observar na Figura 4.

Figura 4. Obstáculo animista na TDIC 3A.



Fonte: De Onde Vem?. De Onde Vem o Raio e o Trovão? #Episódio 20. YouTube, 1 abril 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

O obstáculo animista ainda pode ser identificado durante a fala, quando é explicado a descarga elétrica onde se formam os raios, o narrador, que neste caso é o próprio raio, utiliza a palavra “lindo” para dar característica ao raio proveniente da descarga elétrica.

O próximo obstáculo epistemológico da experiência primeira é identificado ao longo da animação praticamente como um todo, com conceitos científicos explicados de maneira superficial e associados a imagens concretas. É o caso exemplificado na Figura 5, quando está sendo explicada a atração das cargas elétricas e da superfície, nota-se a imagem de um ímã, trazendo a referência do conceito de atração.

Figura 5. Obstáculo da experiência primeira na TDIC 3A.



Fonte: De Onde Vem?. De Onde Vem o Raio e o Trovao? #Episódio 20. YouTube, 1 abril 2015.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

Ainda utilizando a Figura 5, o obstáculo verbal é identificado nessa parte da animação quando, durante a explicação da atração das cargas elétricas, são utilizadas as expressões “sobem” e “descem” para descrever em si o fenômeno da atração das cargas. Essas suas expressões carregam consigo todo o significado do fenômeno, prejudicando o entendimento do mesmo durante a explicação que permanece rasa.

Na Figura 6, durante a explicação da formação do trovão e a sua propagação sonora, é falado que “[...] o ar ao redor do raio fica super quente, e cresce provocando uma explosão. Aí as ondas sonoras são empurradas provocando esse estrondo espetacular” (DE ONDE VEM, 2015). Essa fala é característica do obstáculo animista, quanto a expressão “crescer” e o obstáculo verbal quanto à expressão “empurradas”.

Figura 6. Obstáculo animista e verbal na TDIC 3A.



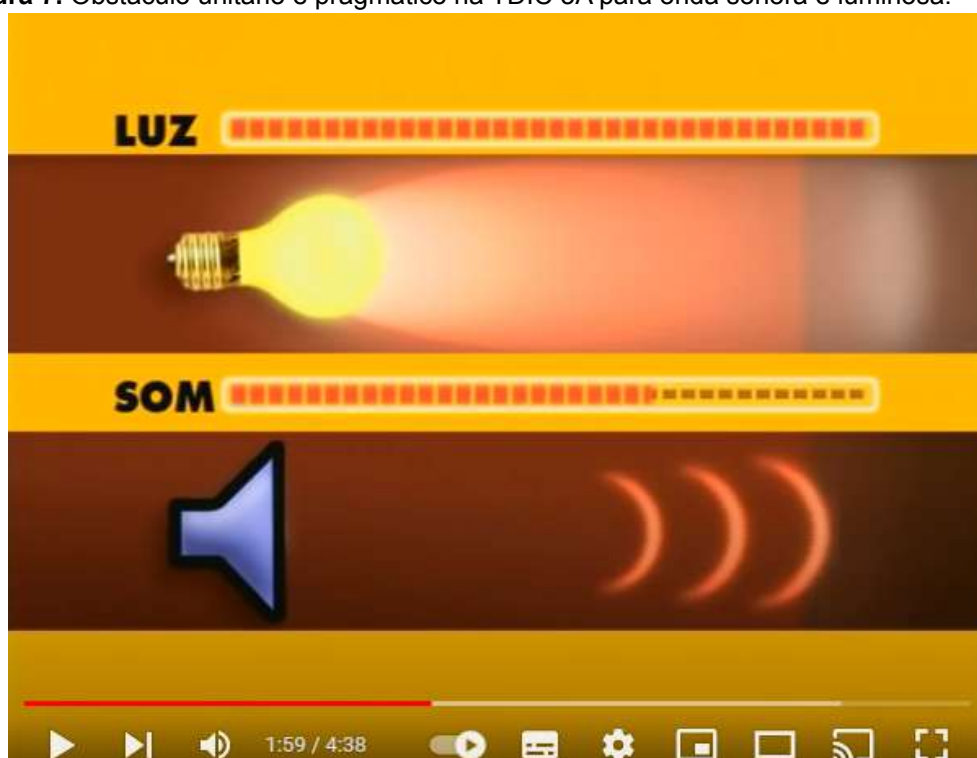
Fonte: De Onde Vem?. De Onde Vem o Raio e o Trovao? #Episódio 20. YouTube, 1 abril 2015.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

O obstáculo unitário e pragmático se torna presente durante a explicação dos fenômenos físicos de ondulatória (Figuras 7 e 8). É feita uma comparação entre as ondas sonoras, luminosas e mecânicas, com relação a sua velocidade de propagação. Porém, os conceitos são justapostos, como se os três fenômenos físicos ocorressem sob as mesmas condições, onde a única diferença entre eles fosse a velocidade. Isso caracteriza uma generalização equivocada em uma dimensão muito maior de conceitos distintos.

Essa comparação é para explicar a diferença de velocidade da propagação da onda sonora em relação à onda luminosa, para tal, é utilizado o exemplo do barquinho de papel (Figura 8) e o tempo gasto para as ondas mecânicas da água chegar nele, finalizando a comparação com “e é assim que o som se propaga” (DE ONDE VEM, 2015).

Na Figura 7 aparece como são as velocidades de propagação dos fenômenos das ondas sonoras e luminosas, e na Figura 8, são mostradas as ondas mecânicas, comparando quando uma pedra é jogada em um lago onde tem um barquinho de papel, e como a onda da água chega até o barquinho de papel fazendo com que ele se movimente.

Figura 7. Obstáculo unitário e pragmático na TDIC 3A para onda sonora e luminosa.



Fonte: De Onde Vem?. De Onde Vem o Raio e o Trovao? #Episódio 20. YouTube, 1 abril 2015.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

Figura 8. Obstáculo unitário e pragmático na TDIC 3A para onda mecânica.



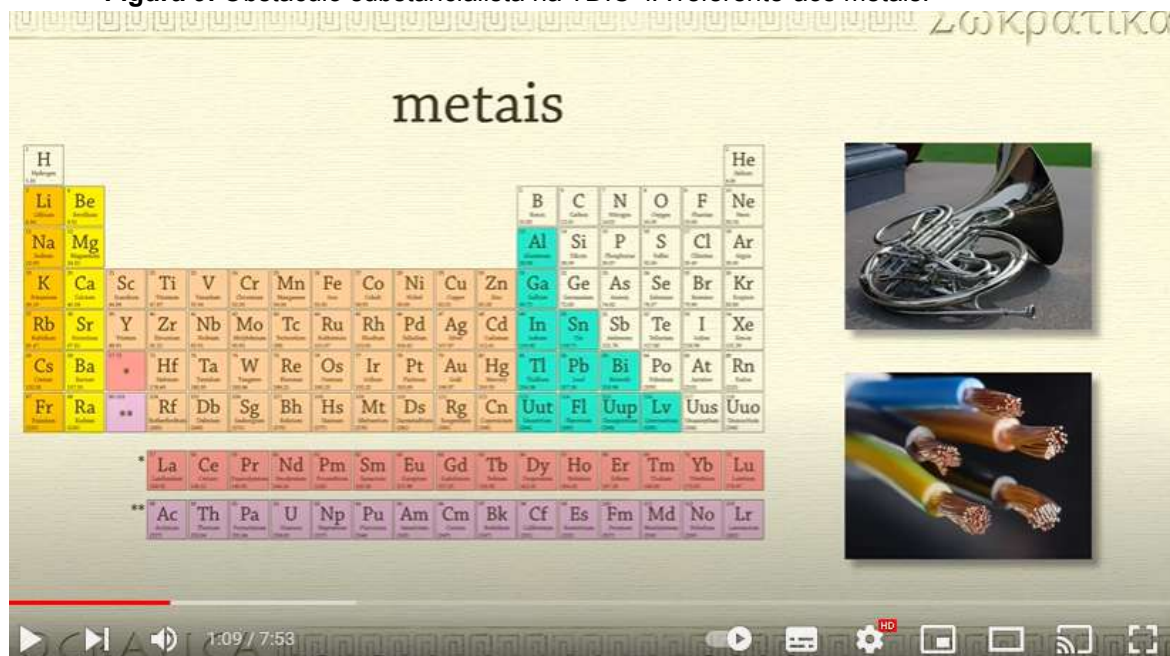
Fonte: De Onde Vem?. De Onde Vem o Raio e o Trovao? #Episódio 20. YouTube, 1 abril 2015.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

Como foi exemplificado na TDIC 3A, há 4 obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que foram identificados. Na sequência continuamos as explicações considerando dois obstáculos que foram identificados nas animações, mas que ainda não foram mostrados.

Para o obstáculo substancialista, se utiliza a TDIC de numeração 4A (vide Quadros 3 e 5). A animação 4A tem foco em como a tabela periódica foi elaborada ao decorrer dos anos e a estrutura para identificação dos elementos. A animação está vinculada à plataforma YouTube, seu link de acesso e nome do canal estão identificados no Quadro 3, tem como título “Tabela Periódica”.

Ao iniciar a explicação sobre os metais da tabela periódica, a seguinte fala foi analisada “[...] elementos metálicos são tipicamente brilhosos e bons condutores de eletricidade” (SOCRATICA PORTUGUÊS, 2015), essa explicação aparece em conjunto com a imagens de um trombone prateado e fios elétricos (Figura 9). Tal afirmação possibilita a identificação do obstáculo substancialista, pela atribuição de qualidades macro (como o brilho metálico e condução elétrica) à entidade submicro (o elemento metálico). O elemento metálico não possui essas propriedades, mas sim a entidade macro composta por muitos elementos.

Figura 9. Obstáculo substancialista na TDIC 4A referente aos metais.

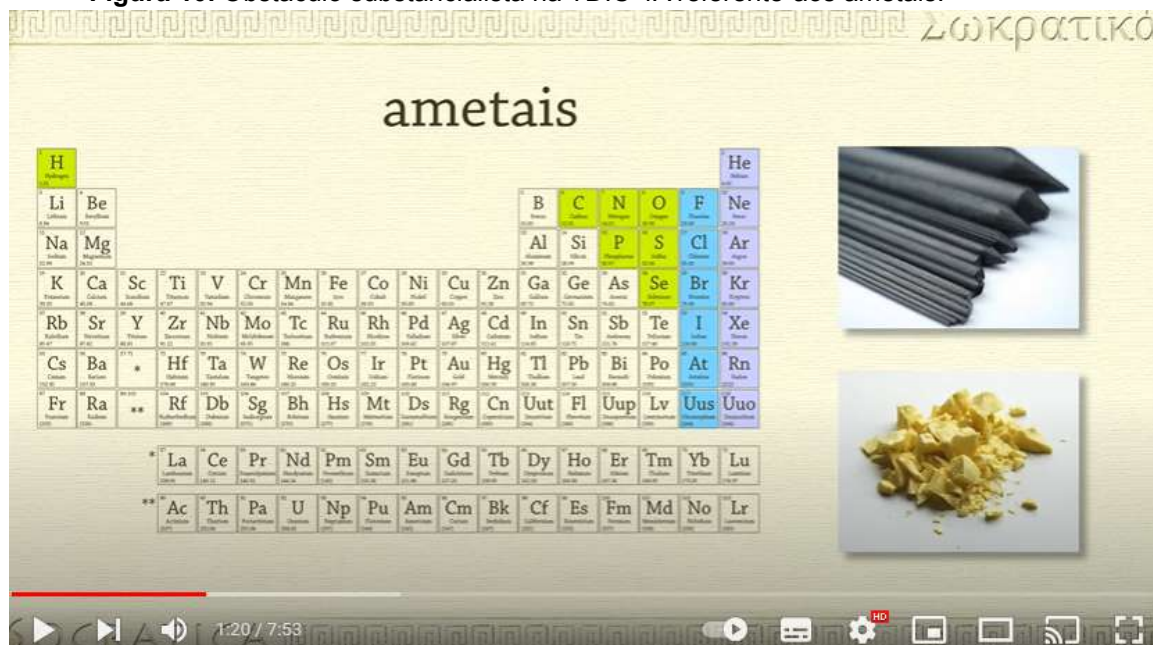


Fonte: Socratica português. Tabela Periódica. YouTube, 8 de julho 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qS1yXfh_6is

Essa mesma atribuição ocorre novamente quando é falado sobre os ametais da tabela periódica, “Os ametais são geralmente opacos e não são bons condutores

de calor ou eletricidade” (SOCRATICA PORTUGUÊS, 2015), seguido das imagens de grafite e enxofre sólido (Figura 10). Então, o mesmo caso do exemplo anterior (Figura 10), onde as qualidades do macro (opacidade e condução de eletricidade) são atribuídas para os elementos ametais, dos quais não possuem estas propriedades.

Figura 10. Obstáculo substancialista na TDIC 4A referente aos ametais.



Fonte: Socratica português. Tabela Periódica. YouTube, 8 de julho 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qS1yXfh_6is

Para finalizar as explicações sobre as análises dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que foram identificados nas animações, temos o obstáculo do conhecimento geral que foi identificado na TDIC de numeração 11A, que está vinculada à plataforma YouTube, seu link de acesso e nome do canal estão identificados no Quadro 3, tem como título “ENERGIA - De onde vem o gás natural”.

A animação aborda o tema de gás natural, como ele é obtido, distribuído e quais são as suas formas de utilização no cotidiano. Dito isso, a seguinte colocação é feita pelo narrador: "O gás que você usa na sua cozinha é o mesmo gás que abastece veículos e que gera energia para as usinas termelétricas e indústrias" (APOLLO1 CONSULTORIA E TREINAMENTO, 2013).

Diante de tal colocação é possível identificar o obstáculo do conhecimento geral, uma vez que os gases do tipo Gás Natural Liquefeito (GNL), Gás Natural Veicular (GNV) e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) são obtidos a partir do petróleo, porém, têm propriedades e composições diferentes.

Como buscado na literatura, temos que o GLP é “Mais conhecido como Liquefied Petroleum Gas (LPG), este gás é uma mistura de gases mais pesados como propano e butano” (TORRES, 2017, p. 19). O GNV pode ser diferenciado pelo Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP):

GNV é o Gás Natural Veicular que, como o nome diz, é usado para abastecer veículos em substituição ao álcool e a gasolina. Ele é comprimido, reduzindo seu volume em cerca de 200 vezes, nos postos de abastecimento, para ser então transferido para os cilindros de armazenamento dos veículos (IBP, 2019).

E também o GNL é diferenciado pela IBP (2019).

Já o gás natural liquefeito (GNL) é o gás natural (GN) no estado líquido. A liquefação (mudança física do estado gasoso para o estado líquido) ocorre após o resfriamento do gás natural à temperatura de 162° C negativos. Nessas circunstâncias, o GN tem seu volume reduzido em cerca de 600 vezes, o que facilita o transporte para grandes distâncias (IBP, 2019).

Ao fazer a colocação de que o mesmo gás usado em cozinhas (GLP) é o mesmo para os veículos (GNV) e utilizado nas indústrias (GNL), constitui uma generalização superficial dos gases naturais e suas aplicações.

3.2.2 Etapa 2: Análise dos simuladores

Na etapa 2 se deu sequência à análise dos simuladores que foram coletados do material didático (São Paulo Faz Escola e Currículo Paulista) da disciplina de Química. Para a análise foi utilizado o instrumento padronizado de análise, que segue o referencial teórico dos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996), mostrado no Quadro 2.

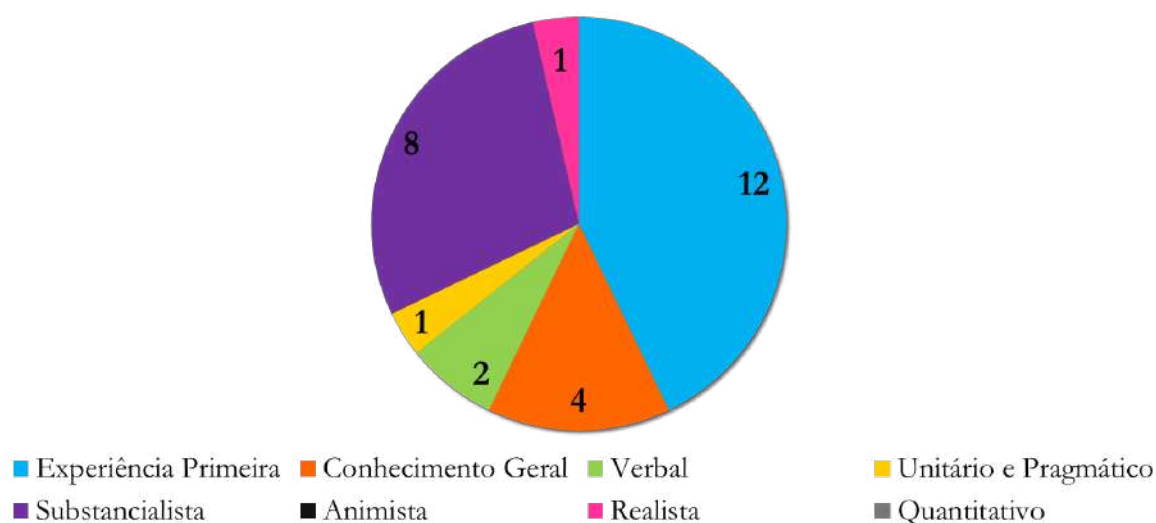
Dito isto, o registro da análise é mostrado no Quadro 6, utilizando a numeração de identificação das respectivas TDIC mostradas no Quadro 4.

	<i>possuem nenhuma relação com o sentido factual do verbo.</i>													
Quantitativo	<i>Uso desnecessário ou inadequado de matematismos ou números. Excesso de precisão quantitativa.</i>													

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a análise registrada no instrumento do Quadro 6, foi possível elaborar o gráfico de frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos (Figura 11).

Figura 11. Gráfico da frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos em simuladores.



Fonte: Elaboração própria.

É possível, a partir da análise em conjunto do gráfico de frequência de aparição dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), identificar que o obstáculo epistemológico que aparece em maior quantidade em simuladores diferentes. Sendo então, o obstáculo da experiência primeira, com um total de 12 aparições, dentre 13 simuladores no total que foram analisados. O segundo obstáculo epistemológico que tem maior frequência de identificação é o obstáculo substancialista, identificado em 8 dentre 13 simuladores

A partir do registro da análise dos simuladores no instrumento padronizado (Quadro 6), é possível identificar que os dois obstáculos epistemológicos que foram ocorreram com maior frequência da amostra coletada tendem a aparecer conjuntamente. Dentre os 13 simuladores que foram analisados, em 8 temos a situação citada (1S, 4S, 5S, 7S, 8S, 11S, 12S e 13S).

Para teor de exemplificação da análise, será descrito como esses obstáculos epistemológicos foram identificados na TDIC 2S. Inicialmente a simulação é vinculada a plataforma *PHET Interactive Simulations*, da Universidade do Colorado em Boulder (*University of Colorado Boulder*), essa plataforma é onde todos, com exceção de um simulador, estão vinculados. Para melhor compreender os simuladores e suas particularidades, principalmente com relação aos obstáculos epistemológicos, é essencial citar que os desenvolvedores dos simuladores que se

encontram no *PHET Interactive Simulations* compartilham de uma vasta rede de pessoas das mais diversas áreas do conhecimento.

No site é possível acessar os objetivos dos simuladores, as características e a equipe de desenvolvedores. A equipe é constituída de *design* gráfico, professores e pesquisadores de diversas áreas, pedagogos, entre outros. Dito isso, a plataforma realiza pesquisas para a criação e o uso de simulações, eles afirmam que as simulações são mais eficientes para o entendimento conceitual, mas que muitos objetivos operacionais laboratoriais não são abordados. Acreditam que as simulações são eficazes em aulas expositivas, atividades de classe, de laboratório e trabalhos de casa. Os interesses imediatos são constituídos do uso de analogias para a construção da compreensão, simulações como ferramentas para a mudança das normas da sala de aula, especificidades das simulações que promovem a aprendizagem e a exploração envolvente, integração de simulações ao tema de casa, e eficácia das simulações químicas.

Agora que já foi apresentada a plataforma e suas características, damos sequência à análise em si do simulador 2S, que tem como título “Balanceamento de Equações Químicas”, seu *link* de acesso está disponível no Quadro 4. Inicialmente, o simulador apresenta dois formatos de simulação, um denominado “Introdução” e outro de “Jogo”, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12. Simulador 2S.

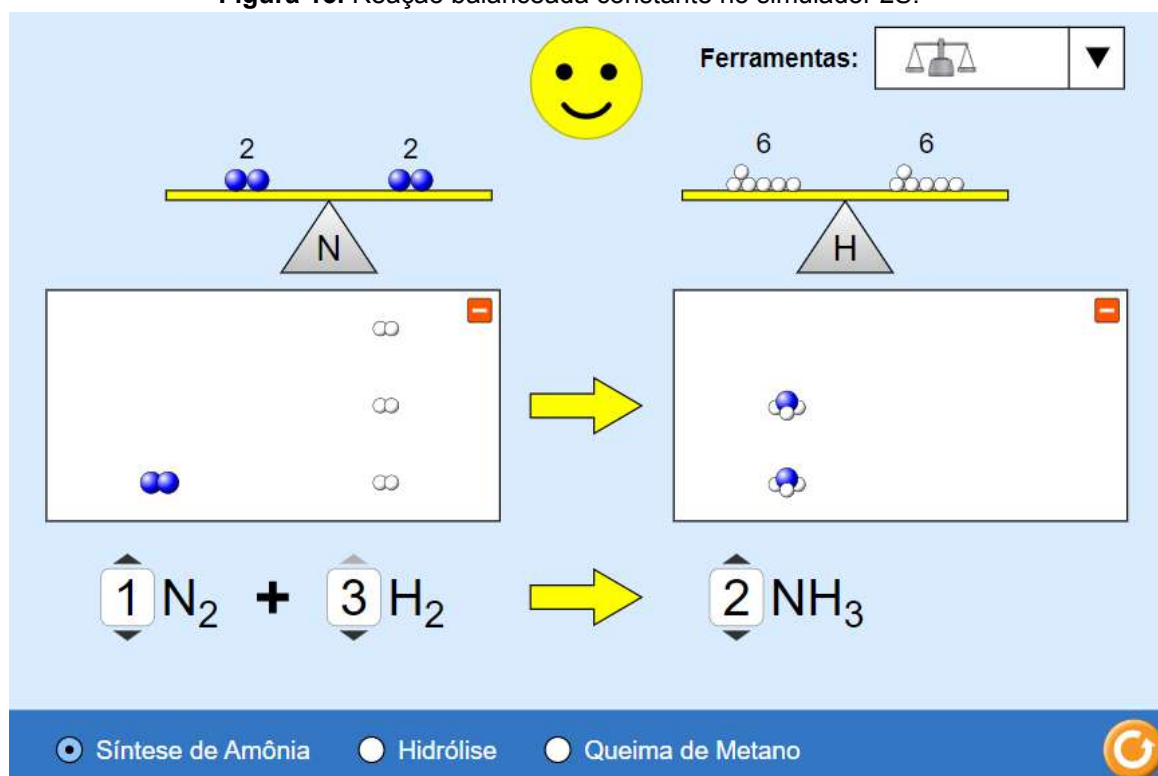


Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-chemical-equations/about

Acessando a parte de “Introdução” do simulador, é possível identificar os obstáculos epistemológicos experiência primeira, conhecimento geral e verbal,

quando utilizamos a ferramenta de “balança” disponível no canto superior direito do simulador. Como é possível observar na Figura 13, a experiência primeira é identificada nas imagens que representam uma balança. Nesse caso a balança está equilibrada quanto à reação da síntese da amônia (canto inferior esquerdo do simulador), a ideia de balanceamento das equações químicas é disposta de forma rasa, com a imagem da balança é superficial, sem um caráter científico de fato útil ao conceito. Ao trabalhar a analogia ingênua do balanceamento químico com a imagem da balança visualmente impactante, o observador é preso ao fenômeno sensível em detrimento do abstrato e racional, ou seja, prende o observador a imagem da balança de fato e o distancia do abstrato que é a lei das proporções fixas.

Figura 13. Reação balanceada constante no simulador 2S.

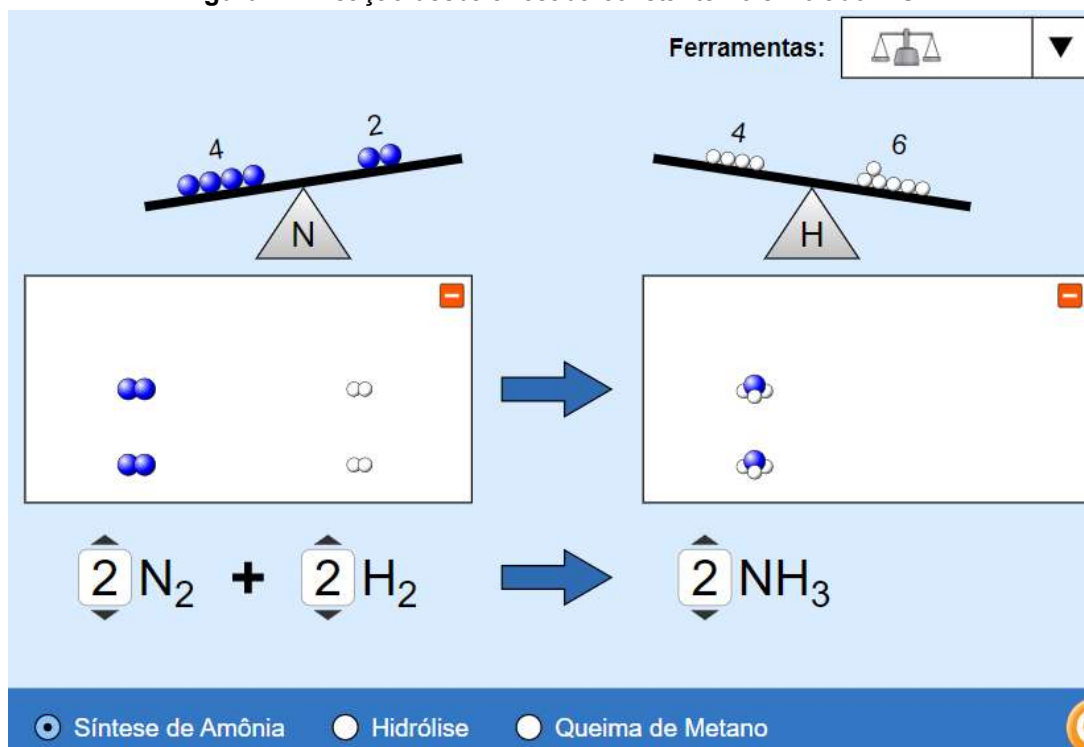


Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-chemical-equations/about.

Quando o balanceamento não está correto, as imagens das balanças ficam desiguais, como podemos observar na Figura 14.

Figura 14. Reação desbalanceada constante no simulador 2S.



Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-chemical-equations/about.

Utilizando novamente a representação da balança no simulador, é possível identificar os outros dois obstáculos epistemológicos. O obstáculo verbal consistirá na imagem da balança, então a palavra balancear está compreendida na imagem em si, se entender o funcionamento de uma balança qualquer já se entende o que se espera de uma reação química, então, balanceada. Comumente é utilizado a palavra expressão “balancear” para o fenômeno, onde a reação química está “balanceada” ou “desbalanceada”, a expressão em si já carrega o obstáculo epistemológico, no caso do simulador ela além de carregar em sua expressão, ainda há maior ênfase quando a representação da balança é utilizada.

Por fim, temos o obstáculo do conhecimento geral, que consiste na generalização superficial do conceito químico do balanceamento de reações para com o equilíbrio na própria imagem da balança. Como foi dito no parágrafo anterior, ao empregar o termo “balancear” e seus derivados, estamos atribuindo vários sentidos diferentes para um mesmo fenômeno, generalizando o conceito cientificamente construído, pela atribuição de uma expressão mais simplória.

Esses casos explicitados na “Introdução” do simulador 2S, ocorrem da mesma forma quando é utilizado o “Jogo”, o que se difere é que há uma sugestão de níveis do próprio jogo (níveis 1, 2 e 3), onde são sugeridas reações químicas para serem

balanceadas, após colocar as quantidades respectivas de cada composto, há um botão escrito “Conferir” que indicará se a reação está ou não balanceada corretamente. É nessa etapa de conferência que a imagem da balança pode ser usada como explicação do erro ou acerto.

Dando seguimento aos exemplos de obstáculos identificados nos simuladores, o que é explicitado a seguir o simulador de número de identificação (Quadro 4) 9S, intitulado por “Isótopos e Massa Atômica”. Da mesma forma que os anteriores, essa TDIC está vinculada à plataforma *PHET Interactive Simulations*.

O obstáculo epistemológico que daremos destaque nesta simulação 9S será o obstáculo unitário e pragmático. O simulador é apresentado com duas possibilidades de simulação, intitulados “Isótopos” e “Mistura” (Figura 15).

Figura 15. Isótopos e Massa Atômica no simulador 9S

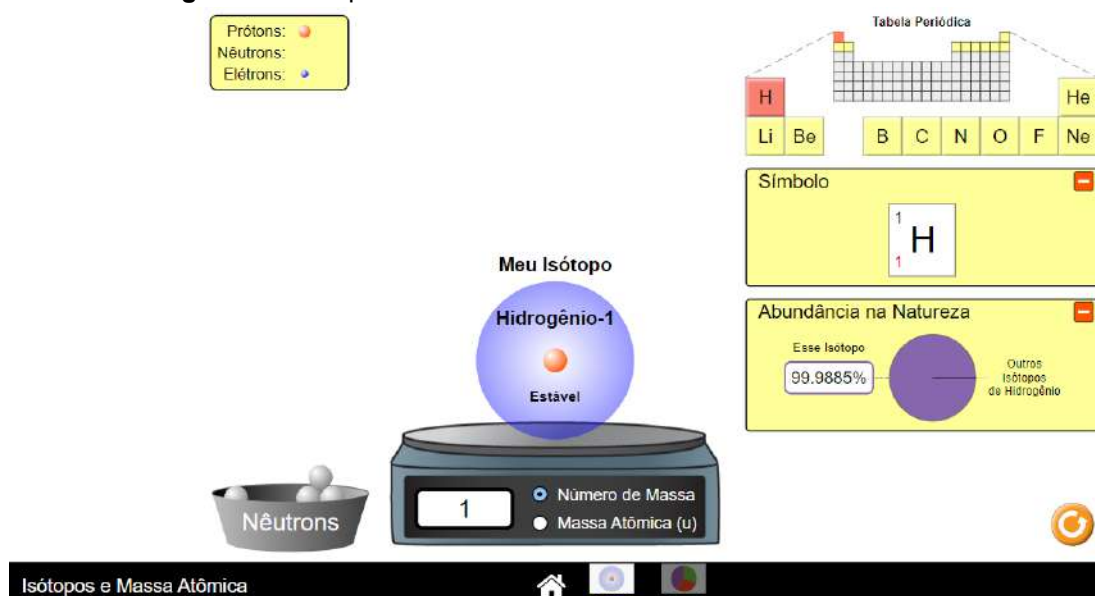


Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_pt_BR.html.

Acessando a função “Isótopos” (Figura 16), a simulação permite a manipulação de alguns átomos, como o hidrogênio, lítio, berílio, boro, carbono, nitrogênio, oxigênio, flúor, hélio e neônio, que podem ser selecionados na tabela periódica no canto superior direito do simulador. Ele permite a manipulação da quantidade de nêutrons em cada átomo escolhido, fornecendo informações como a estabilidade e abundância na natureza do isótopo construído. A balança tem a função de medir o número de massa e a massa atômica do isótopo.

Figura 16. Isótopos em abundância na natureza do simulador 9S.

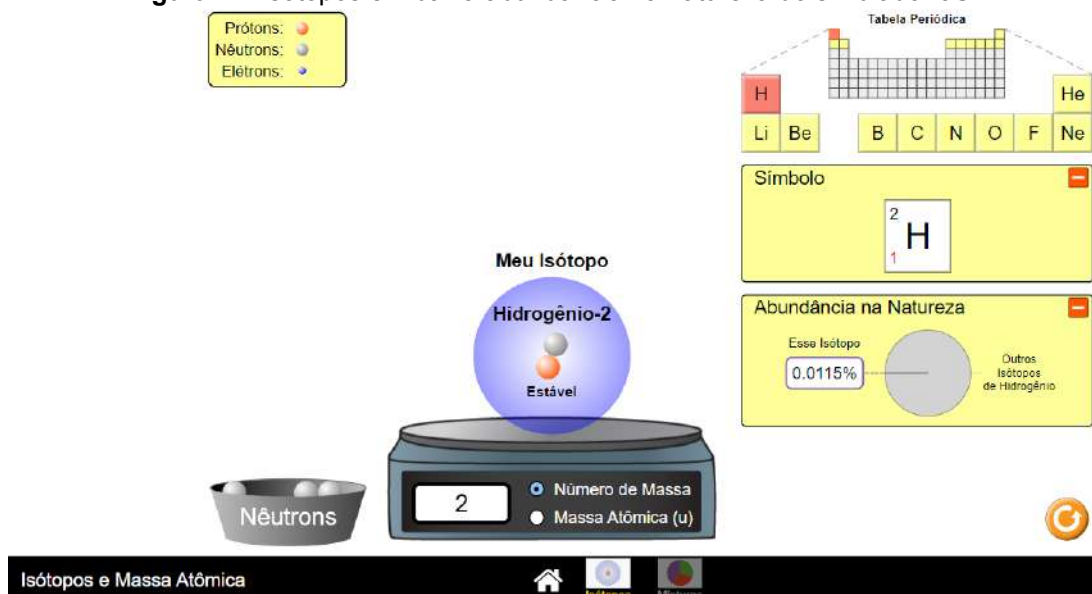


Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_pt_BR.html.

Temos na Figura 17 um exemplo de como é apresentado pelo simulador a diferença na porcentagem num gráfico de setores do isótopo na natureza, no canto inferior direito.

Figura 17. Isótopos em baixa abundância na natureza do simulador 9S.



Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_pt_BR.html.

Portanto, o unitarismo é identificado quando é representado no simulador uma balança, aparentemente comum, que consegue medir o número de massa e massa atômica dos isótopos. Consiste em uma generalização dos próprios usos de uma

balança, uma vez que não existe tal instrumento que possa fazer essas medidas. Então, essa generalização equivocada, além de gerar um erro conceitual para o aluno, o fazendo pensar que existe esse instrumento, são conceitos quase que opostos, mesmo que a balança realmente faça medidas, não existe um instrumento que realize o que é proposto pelo simulador. Não existe o instrumento que possibilite pesar átomos, mas existem instrumentos que conseguem determinar a massa de um átomo, tal instrumento não utiliza a pesagem em si do átomo em momento algum, desse modo mesmo que exista um instrumento que determine a massa de átomos, não é o que temos representado na imagem, onde visualmente utiliza a pesagem.

Para finalizar os exemplos dos obstáculos epistemológicos que foram identificados nos simuladores, será dada sequência ao simulador de número de identificação (Quadro 4) 11S, intitulado “Estados da Matéria”, igualmente vinculado à plataforma *PHET Interactive Simulations*.

No simulador 11S, iremos destacar dois obstáculos epistemológicos que ainda não foram comentados, o obstáculo substancialista e o realista. Inicialmente o simulador é apresentado com as funções de interação do tipo “Estados”, “Mudança de Fase” e “Interação”, como mostra a Figura 18.

Figura 18. Estados da Matéria do simulador 11S.



Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

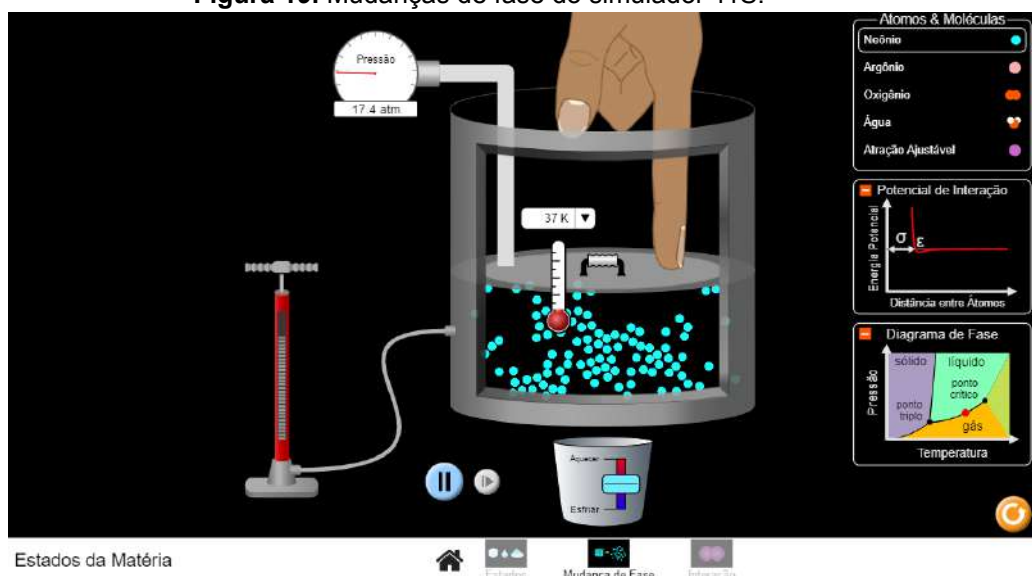
https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_pt_BR.html.

Acessando a função “Mudança de Fase” no simulador, é possível identificar o obstáculo epistemológico realista, uma vez que o simulador atribui à mão (ilustrada na Figura 19) a capacidade de suportar altas pressões (imagem do barômetro no

canto superior esquerdo). A ação de exercer tamanha força a ponto de atingir tais pressões é uma inverdade; o simulador passa uma ideia equivocada.

Para o obstáculo realista, justamente no aspecto comentado acima, atribui-se o sentimento de posse que são provenientes dos sentidos, tal sentimento que conduz ao que entendemos por ser real ou não, os sentidos como visão, olfato, tato, audição e paladar traz a sensação de verdadeiro aquele fenômeno, é necessário frisar que o sentimento de posse não está única e exclusivamente ligado aos sentidos, mas eles contribuem para tal. Neste caso a capacidade do sujeito exercer tal força no equipamento, a força física está atrelada a esse sentimento de posse do real.

Figura 19. Mudanças de fase do simulador 11S.



Fonte: PHET Interactive Simulations. Disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_pt_BR.html.

Esse obstáculo identificado no simulador 11S seria facilmente evitado se a ilustração da mão fosse substituída por um pistão para aplicar a força no equipamento simulado. Isso se dá pelo fato de que a ilustração da mão e suas consequentes problemáticas para o obstáculo epistemológico realista citado anteriormente, estaria sendo substituído por um equipamento onde então o sentimento de posse proveniente dos sentidos não estariam mais presentes no simulador.

Portanto, as seções dos resultados das análises com seus respectivos exemplos de como e por que foram identificados nas TDIC, se dá por finalizado. Na seção seguinte será comentado como esses obstáculos podem impactar o aprendizado.

3.2.3 Impactos da utilização das TDIC no Ensino

A análise das TDIC inseridas no material didático de Química, propiciada pelo instrumento de análise padronizado (Quadro 2), concomitante com as explicações dos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996) descritos na seção 1.1.2, nos fornece uma fundamentação para conseguir julgar o caráter pedagógico das TDIC coletadas para a análise. Ao passo de que as TDIC, como no caso dos simuladores coletados, são elaboradas por uma equipe que conta com profissionais da área da educação, temos a contraponto as animações que não necessariamente são elaboradas com a mesma intenção de serem utilizadas para o ensino.

Ao inserir as tais TDIC em um material didático, se entende que todas elas são adequadas ao ensino. Mesmo que no material as TDIC venham com instruções de manuseio, que o professor utilize concomitante à explicação em aula, ou até para que sejam usadas exclusivamente pelos alunos como atividades, esses materiais para fins didáticos exigem uma análise robusta e minuciosa.

Como foi explicitado nos diversos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) na seção 1.1.2, é notável quanto o acúmulo desses obstáculos vai cada vez mais entrando o processo do pensamento científico objetivo. Nós, químicos e professores, ao fazermos uma análise crítica das TDIC que foram inseridas e sugeridas pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, podemos identificar alguns erros, tanto conceituais quanto no que tange aos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). Contudo, é necessário pensar no público com o qual essas TDIC estão sendo apresentadas, os alunos do E.M.

Quanto ao público-alvo, houve animações como o caso da 3A, que em sua elaboração não tinha como público-alvo alunos de E.M. Essa animação foi um desenho animado de 2001 que era transmitido pela emissora TV Cultura, e seu objetivo era tirar dúvidas frequentes de crianças de 6 anos. E mesmo tendo consciência de que essa animação não tinha como objetivo a transmissão de conteúdos para alunos de E.M., ainda assim ela se encontra no material didático. O que nos faz julgar o seu poder pedagógico para o público-alvo, isso corrobora a análise feita na pesquisa, onde são identificados inúmeros obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). A maneira como o conteúdo da animação é disposta, dado o seu público-alvo quando elaborado, é compreensível a utilização de algumas artimanhas para despertar níveis de curiosidade em crianças de 6 anos,

diferentemente quando esse mesmo conteúdo é transmitido para adolescentes de E.M., podendo até despertar algum interesse, porém, os entraves no pensamento científico ficam muito mais aparentes.

É possível, a partir das análises registradas no instrumento padronizado (Quadro 2), refletir acerca da qualidade das TDIC do ponto de vista dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). Considerando tanto a ausência ou presença dos obstáculos quanto o que os obstáculos são e seus impactos para o aprendizado dos alunos.

Dito isso, a análise contribui com a possibilidade de escolha da TDIC a ser utilizada pelo docente, tanto durante a aula quanto para atribuição de atividades para os alunos. Uma vez que o docente entende o que fundamenta os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), é viável que o próprio docente utilize o instrumento padronizado de análise (Quadro 2). Assim, enriquecendo os planejamentos didáticos com os recursos didáticos, nesse caso as TDIC, que sigam um rigor científico e ocasionam o menor número de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996).

Para casos em que o docente escolha utilizar uma TDIC que carregue determinados obstáculos, novamente, é de suma importância que o professor compreenda de que se trata esses obstáculos, para que seja possível, em alguns casos, durante a sua utilização fazer atenuações durante a explicação. De modo que o impacto no processo de construção do pensamento científico e na apropriação dos conceitos científicos, carreguem o mínimo de entraves possíveis para o aluno.

No entanto, como foi citado na seção 1.2.1 mais detalhadamente, para que o profissional da educação seja capaz de compreender, agregar em sua prática e ter um olhar crítico para as TDIC, é essencial que o mesmo tenha o devido preparo. O preparo preliminar para a utilização das tecnologias é de suma importância, para que ao longo da elaboração do planejamento do docente, seja possível contemplar a complexa movimentação mantendo o olhar crítico.

Um dos questionamentos que foi levantado durante o processo das análises foi que, se a TDIC é desenvolvida com o objetivo de ser utilizada como um recurso pedagógico e, principalmente, desenvolvidas e previamente analisadas por um corpo de especialistas na área, por que não desenvolver a TDIC que melhor se adeque quanto a sua função pedagógica? Como é o caso dos simuladores desenvolvidos pela plataforma PHET Interactive Simulations que foi comentado,

essas tecnologias previamente têm como objetivo ter uma função pedagógica e é elaborado por um grupo de pesquisadores da área.

Assim como, ainda mais preocupante que a elaboração das TDIC, é que a seleção das mesmas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo pode não ter passado pela curadoria mais adequada. Dentro dessa crítica, podemos adicionar fatos que ainda não foram mencionados, como inúmeros links, tanto de simuladores quanto animações, que não estão mais ativos, como é mostrado no Quadro 7.

Quadro 7. TDICs desativadas.

Anos do E.M.	Tecnologias de Informação e Comunicação: Desativados	
	<i>Simuladores</i>	<i>Animações</i>
<i>1º Ano</i>	0	0
<i>2º Ano</i>	0	3
<i>3º Ano</i>	4	0

Fonte: Elaboração própria.

Foi identificado que, no caso dos simuladores inativos, se deu por uma descontinuidade do programa *Adobe Flash* e arquivos em *Flash*. A extensão deixou de funcionar no programa *Google Chrome* desde janeiro de 2021, sendo que a empresa *Adobe Flash* estava comunicando essa desativação desde 2017. Foram testadas outras extensões além do *Google Chrome*, como o *Mozilla Firefox*, *Internet Explorer* e *Microsoft Edge*, em nenhuma das extensões testadas os simuladores estavam ativos.

Sabendo disso, e que as TDIC coletadas são provenientes do material didático do ano de 2021, possibilita afirmar que durante o ano letivo em que esse material foi aplicado nas escolas, já não seria possível a utilização das TDIC que o Quadro 7 mostra.

No caso das animações, não há como ter certeza do que causou a sua desativação, uma vez que elas estavam vinculadas à plataforma do YouTube, quando acessado o link a única informação era de que o vídeo não era encontrado. Essa situação pode ter se dado por fatores externos e fora do controle da Secretaria de Educação quando tal animação havia sido selecionada para constar no material didático. Contudo, o mesmo não pode ser dito com relação aos simuladores.

Com um olhar crítico para as TDIC, é esperado que tanto o docente entenda que mesmo num material didático aprovado, revisado e estudado, possa estar carregado de Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996). Então, é de suma importância que o docente tenha essa visão crítica ao utilizar tais recursos didáticos tecnológicos, utilizando o instrumento de análise padronizado, faria com que o número de TDIC que vem carregadas de analogias e explicações incompletas do conhecimento científico, sejam barradas pelo instrumento logo no início da análise, de forma que só sejam utilizadas para o planejamento didático pedagógico as TDIC que melhor condizem com o referencial teórico de Gaston Bachelard.

Com a implementação das TDIC que passaram pelo instrumento padronizado de análise de recursos didáticos tecnológicos com excelência, tem-se a expectativa que durante a implementação em aula haja menos percalços, obstáculos, no caminho para o conhecimento científico (BACHELARD, 1996). De modo a auxiliar os profissionais da educação a selecionarem melhor as TDIC e explorarem possibilidades diferentes para o ensino.

Temos que com os resultados da pesquisa e a disseminação de tais recursos didáticos, os profissionais da educação em Química sejam auxiliados e estimulados a além de procurarem recursos que facilitem suas aulas, mas que também desenvolvam um pensamento crítico sobre tais recursos. Com o auxílio do instrumento padronizado de análise, que mostrará a frequência em que aparecem os obstáculos epistemológicos, dentro dele e suas sistemáticas, indo do mais ao menos adequado, seguindo o aporte teórico de Bachelard.

O docente poderá estabelecer níveis de confiabilidade (os mais adequados) dos recursos didáticos tecnológicos, bem como seu impacto na aprendizagem dos discentes. Observando como o caminho da aprendizagem dos alunos foi influenciado quando se é usado TDIC que tem menos Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 1996), ou seja, maior confiabilidade e seu consequente rigor científico-pedagógico.

Finalmente, temos que expressar a importância do surgimento de grupos de pesquisa e empresas, nas quais tenham como objetivo produzir materiais, como as TDIC, com o teor pedagógico mais adequado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que o instrumento padronizado desenvolvido e sua aplicação segue o rigor científico adequado, no que tange aos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). Assim como sua utilização propicia uma análise profunda sobre os impactos que os obstáculos podem causar no aluno, durante a construção de seu pensamento científico.

A pesquisa tem potencial para auxiliar profissionais da área da educação, atuantes e pesquisadores, na compreensão do complexo e árduo trabalho que é selecionar recursos e materiais didáticos, que carreguem a função pedagógica adequada. E mais que identificar os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) é a compreensão dos mesmos, ao passo que estimulem mais grupos de pesquisa e empresas a desenvolverem tecnologias adequadas ao ensino.

Assim como elencar a necessidade de que desde o início, como as etapas de desenvolvimento das tecnologias, a seleção para inserção em materiais didáticos, e por fim a utilização com fins educacionais, mantenham sempre o olhar crítico. Saber identificar previamente as potencialidades possivelmente problemáticas que a utilização de recursos como as TDIC, que foram o foco da pesquisa, torne o processo educacional mais proveitoso, com o mínimo de empasses e de distanciamos das abstrações que são predominantes na disciplina de Química.

Por fim, a pesquisa tem perspectivas futuras de análises mais aprofundadas dos recursos didáticos tecnológicos, para que, utilizando o instrumento padronizado de análise das TDIC, possibilita parcerias com docentes de escolas públicas do estado de São Paulo, onde além de analisar o potencial do material didático, também seja possível auxiliar o docente em sua utilização em aula, tendo o maior aproveitamento com o mínimo de percalços no caminho.

REFERÊNCIAS

- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo, Atlas, 2009.
- ARAUJO, E. N.; ROCHA, E. M. P. Trajetória da sociedade da informação no Brasil: proposta de mensuração por meio de um indicador sintético. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 38, ed. 3, p. 9-20, 7 dez 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/wSvnF3qq3j5XqLdLjzFs6Wp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 7 nov. 2022.
- AVARES, R.; SOUZA, R.O.O.; CORREIRA, A.O. Um estudo sobre a "TIC" e o ensino da química. **Revista Geintec**, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013. Disponível em: <https://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/296>. Acesso em: 29 jan. 2022.
- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento. 1. Ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 309p.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- DIONIZIO, T. P. O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química. **Revista Científica em Educação a Distância**, v. 9, ed. 1, 2019. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/809>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- FONSECA, D. M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. **Educação e Pesquisa**, p. 361-370, mai 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/CBVGTw8r6K8tf8rfGNrDt8K/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP). **GNL, GNV E GLP: QUAL A DIFERENÇA?**, 2019. Disponível em: <https://www.alemdasuperficie.org/setor/gnl-gnv-e-glp-qual-a-diferenca/>. Acesso em: 1 dez 2022.
- LIMA, M. A. M.; MARINELLI, M. A epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 45, n. 2, p. 393-406, out. 2011.
- LÔBO, S. F. O Ensino De Química E A Formação Do Educador Químico, Sob O Olhar Bachelardiano. **Revista Científica & Educação**, v. 14, ed. 1, p. 89-100, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HVjgHFFn3pQs7wmRPDs85Nm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2022.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo - SP, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017.

PENA, G. B. O.; MESQUITA, N. A. S. Caracterização De Obstáculos Epistemológicos Na Concepção De Licenciandos Em Química Que Dificultam O Desenvolvimento Do Conhecimento Profissional Docente. **Química Nova**, v. 41, p. 943-952, ago. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/L8Jvq89yxSjRWwccYX7JKPr/?lang=pt>. Acesso em: 11 jul. 2022.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálisis**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 429-438, set./dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/xLqFn9kxxWfM5hHjHjxbC7D/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

SILVA, V. A.; SOARES, M.H.F.B. O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Química e os aspectos semióticos envolvidos na interpretação de informações acessadas via web. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 639-657, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/V4pbjVFmbGLCQWVB4TTHw3h/?lang=pt>. Acesso em: 29 jan. 2022.

SITKO, C. M. As novas tecnologias da informação e comunicação e elaboração de material didático online no ensino de ciências. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 16, n. 1, p. 38-47, jun. 2022. Disponível em: <https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/115/118>. Acesso em: 9 nov. 2022.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil: Livro Verde**. Brasília: MCT, 2000. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-69536/sociedade-da-informacao-no-brasil---livro-verde>. Acesso em: 07 nov. 2022.

TDIC no Ambiente Escolar – Como implementar?. **SAE Digital**, 2021. Disponível em: <https://sae.digital/tdic-no-ambiente-escolar/>. Acesso em: 30 novembro 2022.

TORRES, Y. P. **Métodos de Aproveitamento, Armazenamento e Transporte do Gás Natural**. Niterói, 2017. 40 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4092/Yuri%20Pinho%20Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 dez 2022.

VASCONCELOS, C. **Os Obstáculos Epistemológicos na Formação do Espírito Científico de Gaston Bachelard**. Monografia (Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UnB Planaltina, Planaltina - DF, p. 21, 2013. Disponível em:

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/6999/1/2013_CaubiVasconcelos.pdf. Acesso em 27 dez 2022.