

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ARARAQUARA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

**Química Forense no ensino de concentração de soluções: uma
sequência de ensino-aprendizagem sob a ótica da Teoria das Situações
Didáticas**

Luciana Batista

Dissertação de Mestrado

PROFQUI
PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL

**Araraquara
2023**

Luciana Batista

Química Forense no ensino de concentração de soluções: uma sequência de ensino-aprendizagem sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas

Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Sidney José Lima Ribeiro
Coorientador: Márlon Caetano Ramos Pessanha

Araraquara
2023

B333q	Batista, Luciana Química forense no ensino de concentração de soluções : uma sequência de ensino-aprendizagem sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas / Luciana Batista. -- Araraquara, 2023 162 f. : il. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara Orientador: Sidney José Lima Ribeiro Coorientador: Márlon Caetano Ramos Pessanha 1. Material didático. 2. Aprendizagem. 3. Estudo e ensino. 4. Química legal. 5. Solução (Química). I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Química, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araraquara



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "Química Forense no ensino de concentração de soluções: uma sequência de ensino-aprendizagem sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas"

AUTORA: LUCIANA BATISTA

ORIENTADOR: SIDNEY JOSE LIMA RIBEIRO

COORIENTADOR: MÁRLON CAETANO RAMOS PESSANHA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Química em Rede Nacional, área: Química pela Comissão Examinadora:

Sidney Jose Lima
Ribeiro:01830169807

Assinado de forma digital por Sidney Jose Lima
Ribeiro:01830169807
Dados: 2023.08.08 13:36:10 -03'00'

Prof. Dr. SIDNEY JOSE LIMA RIBEIRO (Participação Virtual)
Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP - Araraquara

Profa. Dra. PRESCILA GLAUCIA CHRISTIANINI BUZOLIN (Participação Virtual)
Departamento de Matemática / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru

Dra. DENISE APARECIDA CHICONATO (Participação Virtual)
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - SEE SP - Ibitinga

Araraquara, 08 de agosto de 2023

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Lizabete e Antônio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pela sua presença em minha vida.

Ao meu coorientador por todos os ensinamentos, dedicação, paciência e carinho ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador por todo suporte e atenção em todos os momentos.

Aos meus professores do mestrado por compartilhar o trabalho de excelência desenvolvido por eles.

Aos meus novos amigos que o mestrado me possibilitou encontrar.

Aos meus queridos alunos que participaram do meu trabalho.

À Equipe Gestora da Escola (Noélia, Denise, Edilaine, Celene, Elys e Norberto).

As minhas amigas pelo carinho e atenção no ambiente escolar.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À minha família por estar sempre ao meu lado.

O comportamento racional de uma sociedade, ou seja, sua relação tanto com a verdade quanto com a realidade, não repousa exclusivamente nas virtudes individuais de seus membros, requer uma prática social e uma cultura que devem ser ensinados na escola.
(Guy Brousseau)

Resumo

A abordagem adotada em sala de aula para tratar do conteúdo curricular concentração de soluções, tem se mostrado como um fator preponderante na aquisição dos conhecimentos químicos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. A falta de contextualização do tema com o cotidiano e a pouca disponibilidade de atividades que desenvolvam habilidades de leitura e escrita, aumentam a dificuldade de compreensão dos conceitos químicos. Diante deste cenário, há a necessidade de propostas didáticas que possibilitem a articulação dos conceitos, fenômenos e entidades químicas com o mundo cotidiano, ao mesmo tempo em que permitam aos estudantes desenvolverem habilidades de leitura e escrita que se apresentem como atrativas aos estudantes. Neste sentido, o presente trabalho buscou elaborar e implementar uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) sobre concentração de soluções de forma interdisciplinar com a Química Forense, e investigar quais efeitos, a implementação de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre o conteúdo de soluções, podem repercutir na aprendizagem e envolvimento dos estudantes. Para isso, baseando-se na Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau, buscou-se identificar e caracterizar as situações didáticas apresentadas em sala de aula, investigar a aprendizagem do conteúdo químico e obter evidências da efetividade do produto didático em questão. A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, que faz uso da observação para coleta de dados, em forma de registros manuscritos e gravações audiovisuais. As gravações são transcritas e analisadas sob a luz da Teoria das Situações Didáticas, com o intuito de categorizar as tipologias das situações didáticas encontradas e relacioná-las com o possível aprendizado. A partir da pesquisa realizada, foi possível verificar a potencialidade da SEA elaborada, em proporcionar evidências de uma aprendizagem com mais significado da temática de concentração de soluções; reconhecendo ainda as nuances em que a aprendizagem pode ocorrer.

Palavras-chave: Ensino de Química, Concentração de soluções, Sequência de ensino-aprendizagem, Teoria das Situações Didáticas, Química Forense.

Abstract

The approach adopted in the classroom to deal with the Concentration of Solutions curriculum content has emerged as a preponderant factor in the acquisition of chemical knowledge involved in the teaching and learning sequence. The lack of contextualization of the theme with daily life and the limited availability of activities that develop reading and writing skills increase the difficulty in understanding chemical concepts. Given that, there is a need for didactic proposals that enable the articulation of concepts, phenomenon, and chemical entities with the everyday world, while allowing students to develop reading and writing skills, and that present themselves as attractive to students. In this sense, this work sought to develop and implement a teaching and learning sequence (TLS) on Concentration of Solutions, in an interdisciplinary way with Forensic Chemistry, and to investigate which effects the implementation of a teaching-learning sequence on content solutions might impact on the student learning and engagement. For that, based on Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations, we sought to identify and characterize the didactic situations presented in the classroom, investigate the learning of chemical content, and evaluate the efficiency of the didactic product made. The research presents a qualitative approach, which makes use of observation to collect data in the form of handwritten notes and audiovisual recordings. The recordings were transcribed and analyzed under the light of the Theory of Didactic Situations to categorize the typologies of the didactic situations found and relate them to the possible learning achieved. From the research carried out, it was possible to verify the potential of the elaborated SEA, in providing evidence of more meaningful learning on the topic of concentration of solutions; further recognizing the nuances in which learning can occur.

Keywords: Teaching of Chemistry; Concentration solutions, Teaching Learning Sequences, Theory of Didactics Situations, Forensic Chemistry.

Sumário

Apresentação	11
1. Introdução	14
2. Objetivos	23
3. Referencial teórico: a teoria das Situações Didáticas	24
3.1. Tipologia das situações adidáticas	27
3.1.1. Situação de ação.....	27
3.1.2. Situação de Formulação.....	28
3.1.3. Situação de Validação	28
3.1.4. Situação de Institucionalização	29
3.1.5. O conteúdo de Soluções na disciplina de Química.....	32
3.1.5.1 Concentração comum.....	33
3.1.5.2. Concentração em quantidade de matéria	34
3.1.5.3. Título e Concentração em porcentagem	34
3.1.5.4. Concentração em partes por milhão	35
3.2. A Química Forense e o Conteúdo de Concentração de Soluções	35
3.3. TSD leitura e escrita de textos e a Química Forense: uma proposta de SD	37
4. Procedimentos metodológicos	41
4.1. Elaboração e implementação da SEA.....	41
4.2. Análise dos resultados de implementação	44
4.3. Natureza da pesquisa e instrumentos de coleta de dados	45
4.4. Contextos e participantes.....	47
4.5. Avaliação da Aprendizagem em Processo (AAP)	47
4.5.1. Análise da AAP realizada pelos alunos participantes da Pesquisa	48
4.6. A Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA)	49
4.6.1. Etapas da Sequência de Ensino-Aprendizagem.....	50
4.6.1.1. Etapa 1 - Momentos da atividade 1.1.....	50
4.6.1.2. Momento da atividade 1.2.....	56
4.6.1.3. Etapa 2 - Momentos da atividade 2.1.....	57
4.6.1.4. Momentos da atividade 2.2	60
5. Resultados e discussão.....	63
5.1. Episódios da Etapa 1	63

5.1.1. Exibição do vídeo sobre Química Forense	64
5.1.2. Jogando Química Investigativa.....	64
5.1.3 Leitura de textos jornalísticos	67
5.1.4. Leitura da notícia com o gráfico de concentração	70
5.2. Episódios da Etapa 2	71
5.2.1 Leitura de notícias, vídeo e jogo.....	72
5.2.2. Leitura de textos com outros tipos de concentração	77
5.3. Episódios da Etapa 3	80
5.4. Algumas considerações sobre os resultados	88
6. Considerações Finais	90
Referências bibliográficas	92
Apêndices.....	99
Apêndice A – Transcrições das Etapas 1, 2 e 3 da Sequência de Ensino-aprendizagem.....	99
Apêndice B – Material do Professor (Produto didático)	123

Apresentação

Escola Josepha Maria de Oliveira Bersano, cidade de Ibatinga, interior de São Paulo, lugar onde minha mãe sempre trabalhou e início de toda minha jornada. Primeiro colegial (atualmente 1º Série do Ensino Médio), estava eu aguardando a chegada das novas aulas e dos novos professores, quando adentra a porta uma mulher de estatura baixa, um tanto robusta e totalmente séria, se apresentando como nossa professora de Química (Sumara Teixeira); a alegria passou a tomar conta da classe.

Lembro-me com detalhes a primeira e única vez que fomos ao laboratório. Testamos a basicidade de um sabonete com papel tornassol, uma experiência tão simples e ao mesmo tempo tão memorável. Com o passar do tempo, meu gosto pela matéria ficava cada vez mais evidente; boas notas e uma certa facilidade em explicar para os colegas os exercícios de muitas listas que nos eram propostas. Enfim, o colegial acabou. Resolvi entrar em um cursinho pré-vestibular, para o qual contei com o apoio total dos meus pais nesta nova etapa de minha vida. Apesar da grande estima que tinha pela Química, meu sonho em um primeiro momento não foi cursá-la, mas sim de realizar o curso de Farmácia. Sempre me interessei desde pequena em conhecer qualquer tipo de remédio e principalmente qual a sua finalidade quando administrado. Diversos motivos me fizeram desistir do cursinho e naquele ano meus estudos foram adiados, fato que em nada alterou minha vontade de cursar uma Universidade. Meus sentimentos em relação aos estudos permaneciam fortes e intactos diante de qualquer eventualidade.

Dois anos mais tarde, decidi prestar vestibular e o curso de Farmácia não mais estava em meus planos para aquele momento da minha vida. Reforço dizendo “para aquele momento”, pois a ideia de ser farmacêutica persistia. O curso de Farmácia não me foi viável, por ser muito caro nas Universidades particulares e desenvolvido em período integral naquela época. Sua realização, impossibilitaria a concomitância com um futuro emprego, caso viesse a laborar. Diante deste impasse entre querer ser e poder fazer, um questionamento se fazia presente em meus pensamentos. Deveria existir um curso que eu pudesse realizar naquele ano e que, posteriormente, me permitiria aproveitá-lo em minha segunda graduação no curso tão sonhado.

Em resposta à minha indagação acadêmica, ingressei no curso de Química, no período noturno em uma Universidade Particular da cidade de Bauru, chamada Universidade do Sagrado Coração de Jesus (USC), no ano de 2001. A possibilidade de o pagamento do curso acontecer em sistema de créditos foi o grande diferencial para minha escolha, visto que minhas condições financeiras não me permitiam pagar a sua totalidade. No segundo ano da licenciatura, consegui 70% do financiamento do curso por meio do programa FIES (Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior). Esta oportunidade me proporcionou estudar todas as matérias contempladas em cada semestre e a recuperar o tempo estimado para a conclusão do curso.

Concluída a Licenciatura em Ciências com habilitação em Química, comecei a busca nas Escolas pela abertura de portaria como professora eventual. Minha professora do colégio que posteriormente ocupou o cargo de diretora da Escola Maria Ap. dos Santos Oliveira, em Ibitinga, concede a abertura da portaria e me designa para substituir o professor de ciências no outro dia. Essa experiência com os alunos do Ensino Fundamental de 6º a 9º ano me fez refletir sobre a aplicabilidade de todo o conhecimento científico até então estudado, naquela situação de sala de aula que estava vivenciando. Qual seria o melhor planejamento didático para as aulas eventuais das quais você não sabe antecipadamente qual disciplina e série irá trabalhar? Quais seriam as atividades mais assertivas nesse contexto? Quais recursos poderiam auxiliar no engajamento dos estudantes com o conteúdo curricular? Reflexões estas que sempre estiveram presentes no cotidiano de todo profissional da educação.

Pouco tempo atuei como professora eventual: alguns dias depois participando da atribuição de aulas na Diretoria de Ensino da região de Taquaritinga me foram atribuídas aulas de Química na Escola Ângelo Martino na cidade de Ibitinga. Começava aí minha carreira profissional como Professora de Química da Rede Estadual de Ensino, não mais como eventual, agora como ocupante de função atividade (OFA). Apesar da categoria F ter me garantido uma certa estabilidade empregatícia para com o Estado, meu futuro em relação ao local de trabalho era sempre incerto.

Nos anos de 2008 a 2011, já tinha lecionado em todas as escolas de Ensino Médio da cidade de Ibitinga e Borborema concomitantemente. E no ano de 2012, após passar por um exame seletivo, ingressei como coordenadora pedagógica na Escola

Estadual de Séries Iniciais Júlio Ascânio Mallet na cidade de Itápolis. Foi uma experiência enriquecedora para minha prática pedagógica e profissional, pois eu tive a oportunidade de atuar diretamente na formação de professores e consequentemente no processo de ensino e aprendizagem daquelas crianças. Senti a necessidade de estudar um pouco mais a fundo a gestão escolar e, no ano de 2013, iniciei uma Especialização *latu sensu* em gestão escolar e práticas pedagógicas em outra Universidade Particular, a qual terminei em dois anos. Meu trabalho de conclusão de curso foi a escrita de um artigo intitulado “A Participação do Gestor Escolar na Efetivação do Processo Ensino e Aprendizagem”.

Naquele mesmo ano, consigo passar no concurso de Professor de Educação Básica do Estado de São Paulo e logo no início de 2014 retorno à sala de aula como professora de Química efetiva na Escola Salvador Gogliano Júnior, no município de Vista Alegre do Alto. Por se tratar de uma escola pequena com um número de aulas inferior ao da minha jornada inicial, dividia meus dias de viagem com a Escola Pedro Mascari, no distrito de Nova América. Nesse meio tempo realizei um total de 15 cursos (EAD) pela Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação Paulo Renato Costa Souza (EFAP). Mesmo após ter realizado alguns cursos que muito contribuíram para minha formação, a necessidade de aprofundar e aprimorar minha prática docente continuava latente em mim.

Passados 3 anos, a cidade em que moro ganha um polo da UNIVESP (Universidade Virtual do Estado de São Paulo) com o curso de Pedagogia a ser ofertado. Aproveitei a oportunidade que com toda certeza me traria diversas respostas das quais sempre busquei. Passo no vestibular e começo o curso de pedagogia. Concomitantemente com o curso de Pedagogia, sou aprovada na seleção de candidatos para realização de uma especialização semipresencial de Ensino de Química pela Universidade Federal do ABC (UFABC). O curso terminou com a produção de uma monografia, “O Ensino de Química mediante uma sequência didática em Química Forense”. Nesse mesmo ano, me interessei por outro curso de extensão semipresencial chamado Novas Tecnologias e Metodologias para a Educação, na mesma Universidade. Esse curso me possibilitou elaborar, ao seu término, um minicurso para os estudantes do Ensino Médio denominado “Conhecendo o Funcionamento de Pilhas e Baterias”. No Instituto de Química da Unesp, campus de Araraquara, participei das aulas da disciplina de Quimiometria III, ministradas pela Professora Dr^a Fabíola Manhas Verbi Pereira, na condição de aluna

especial. O desejo de conhecer mais detalhadamente o andamento do curso de mestrado acadêmico em Química e uma particular curiosidade pela matéria, me conduziram a realizá-la em 2019. A experiência vivida nesta modalidade de pós-graduação, possibilitou-me concluir que o mestrado profissional seria o mais ideal, pois viria ao encontro das inquietações que carrego ao longo do tempo como docente. No início do ano (2020) recebo a notícia de que a Escola Josepha Maria de Oliveira Bersano havia aderido ao Programa de Ensino Integral (PEI). Com muita esperança de retornar à minha cidade de origem, realizei minha inscrição para compor o quadro de professores da Escola. Logo mais sou tomada por uma enorme alegria e satisfação pelo aceite na referente Escola. Minha jornada de trabalho foi distribuída entre os componentes curriculares de Práticas Experimentais de Química, Projeto de Vida, Tecnologia, Eletivas e a própria Química.

Em meio à pandemia, no segundo semestre do mesmo ano, verifico minha caixa de e-mail e me atento a um destinatário de extrema importância para mim: a Secretaria de Pós-graduação da Unesp (SPG). Leio atentamente a mensagem que descrevia os prazos para a realização da matrícula no tão sonhado e almejado Mestrado Profissional em Química (PROFQUI). Rapidamente levantei todos os documentos solicitados e os encaminhei de volta para a confirmação de minha matrícula no curso. Todos os anos de experiência em sala de aula como Professora de Química me permitiram observar que alguns conteúdos da Química são mais complexos e difíceis de serem assimilados do que os outros pelos estudantes. Particularmente percebo que o conteúdo de concentração de soluções se encaixa exatamente nestas condições de maior dificuldade em relação à aprendizagem, motivo pelo qual decido torná-lo o centro de minha pesquisa. As disciplinas cursadas no PROFQUI me possibilitaram questionar, refletir e decidir que meu trabalho se debruçaria na elaboração de uma Sequência Didática conforme o Prática Baseada no Design (PBD). A pesquisa dispõe da orientação do Professor Dr. Sidney José Lima Barreto e da coorientação do Professor Dr. Márlon Caetano Ramos Pessanha.

Retomando minhas ideias iniciais sobre o desejo de me graduar no curso de farmácia, algumas palavras se fazem necessárias. Finalizo meu memorial afirmando com toda segurança, convicção e discernimento que a Licenciatura em Química foi a decisão mais assertiva que tomei em minha vida. Em vez de escolher medicamentos que tratam da cura do corpo, escolhi tratar dos conteúdos da Química para muitos jovens por meio do ato de ensinar.

1. Introdução

O Currículo do Estado de São Paulo propõe o estudo do conteúdo de Soluções para o Ensino Médio em Química, por meio do desenvolvimento de habilidades e competências que os estudantes devem mobilizar para uma efetiva aprendizagem. Entre elas estão: “reconhecer as unidades de concentração, preparar soluções e analisar dados apresentados em gráficos e tabelas” (SÃO PAULO, 2010, p.139).

Entretanto, a aprendizagem dos estudantes sobre essa temática nem sempre é concretizada, conforme já apontam diversas pesquisas. Por exemplo, Echeverría (1993) relatou em sua tese, que os alunos apresentam dificuldades em construir as explicações teóricas envolvidas nos fenômenos apresentados sobre o tema soluções. Niezer (2012) comenta que o trabalho priorizando cálculos e fórmulas sobre o conteúdo de soluções, descontextualizado com a realidade do aluno, dificulta seu aprendizado. No mesmo sentido, Ferreira, B. Cantanhede e S. Cantanhede (2017) explicam que quando o conteúdo é tratado por meio de fórmulas, cálculos e sem contextualização com o cotidiano, ocorre um comprometimento do ensino e aprendizagem. Em sua pesquisa, Alves e Ribeiro (2020) concluíram que a maior dificuldade apresentada pelos alunos foi referente ao uso de fórmulas e resoluções matemáticas que o conteúdo emprega. A revisão de literatura realizada por Ferreira (2015, p. 39) sobre as dificuldades dos alunos em relação ao tema demonstrou que:

As principais dificuldades de aprendizagem, muitas vezes expressas como erros conceituais referentes a alguns conceitos relacionados com o conteúdo de soluções ou ainda que tenham alguma proximidade com estes conceitos são: a pouca compreensão do nível submicroscópico dos fenômenos; não relacionar e, conseqüentemente, não compreender os conceitos químicos envolvidos; não saber diferenciar fenômeno físico de fenômeno químico; a utilização inadequada da linguagem química ou ainda o não entendimento da mesma; confusões e/ou limitações para explicar e compreender a solubilidade molecular; a pouca habilidade em operacionalizar variáveis durante a resolução de exercícios, tais como decodificar tabelas, realizar cálculos matemáticos entre outros.

Diante da gama de adversidades constatadas em relação ao conteúdo de soluções, outras questões como a leitura e a escrita também devem ser levadas em consideração, na busca contínua pelo avanço da aprendizagem dos estudantes. Os autores Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 13) explicam em sua pesquisa, realizada com alunos de um curso pré-vestibular egressos de escola pública que:

Uma das tarefas do ensino de Química, e de Ciências de um modo geral, seja não deslindar o conteúdo de habilidades como a leitura e a escrita. Na maioria das vezes, os estudantes não conseguem resolver problemas ou exercícios de Química, Física, Matemática e até mesmo Biologia devido à falta de compreensão do enunciado. O trabalho em sala de aula deve, sempre que possível, privilegiar os registros escritos em diferentes contextos, bem como a obtenção de informações a partir da leitura. Os professores de Ciências não devem se ocultar nessa questão acreditando que ela é concernente apenas aos professores de língua portuguesa. Por isso as abordagens investigativas em sala de aula, sobretudo aquelas que apresentam informações escritas, são importantes, pois nestas os estudantes devem buscar e selecionar elementos a partir da leitura, seja do enunciado do problema, de um estudo de caso ou até de um roteiro experimental.

Similarmente, Barbosa *et al.* (2016) relatam que a leitura e a escrita nas aulas de Ciências devem estar presentes o tempo todo, ou seja, são habilidades necessárias para a construção de qualquer tipo de registro e conhecimento. Francisco Júnior (2010), reforça a ideia de que o professor de Ciências deve oportunizar situações de leitura em sala de aula, visto que ela perpassa todos os componentes curriculares. O Currículo do Estado de São Paulo (2010) complementa, que o desenvolvimento da competência leitora e escritora, é o objetivo fundamental de todas as áreas e disciplinas. A autora Flôr (2009) complementa que o universo da leitura de e sobre Química deve ser ampliado através de uma diversidade de materiais, que contribuam para a aprendizagem de uma leitura mais crítica e prazerosa dessa Ciência. Barbosa *et al.* (2016, p. 21) sinalizam “que existem possibilidades de novas pesquisas sobre o tema, como a elaboração de novas atividades que promovam o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita de textos contendo coisas de química”.

No contexto do estado de São Paulo, há o levantamento de dados da avaliação externa chamada de *Avaliação da Aprendizagem em Processo* (AAP). Sua função é fornecer informações acerca da aprendizagem dos estudantes, por meio da avaliação da aquisição das competências e habilidades, almejadas para cada ano/série ao longo do semestre. A última aplicação desta avaliação ocorreu nos dois semestres do ano que antecederam o início da presente pesquisa. Na escola em que a autora deste projeto atua, a avaliação demonstrou que mais de 50% dos estudantes de duas salas da primeira série do Ensino Médio não dominaram determinadas habilidades:

- Identificar a tese de um texto;
- Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros;

- Localizar informação explícita em um texto;
- Inferir informação implícita em textos;
- Identificar ideias-chave em um texto;
- Identificar o tema em textos.

Há, sem dúvidas, a necessidade de privilegiar no estudo da química, momentos que ofereçam condições para o desenvolvimento destas habilidades que, conforme já exposto, são necessárias à própria compreensão e comunicação dos conceitos de química.

Outro aspecto igualmente relevante em atividades de ensino de Química, é o modo como tais atividades possibilitam ou não o envolvimento dos alunos e o estabelecimento de relações com aspectos que lhes são mais familiares e cotidianos.

Neste sentido, se faz necessário a utilização de uma temática que corresponda às características levantadas nas pesquisas acadêmicas, atributos os quais a Química Forense pode oferecer. As potencialidades da temática sobre a Química Forense no Ensino de Química são tratadas por alguns autores, entre os quais destacamos Sebastiany *et al.* (2013), que comentam que esse tema pode despertar a curiosidade, incentivar a criatividade e gerar interesse por carreiras científicas e tecnológicas nos estudantes. Santos (2020) esclarece que o tema é instigante e possui um caráter investigativo por si só, abrangendo conceitos científicos, aspectos sociais, ambientais, econômicos e outros. Polleto (2017) afirma que contextualizar o ensino de Ciências por meio das Ciências Forenses é uma poderosa ferramenta, pelo fato de aliar a interdisciplinaridade dos conteúdos com a curiosidade do estudante, alavancando sua aprendizagem. A autora Miranda (2013, p. 2) relata que faz parte do trabalho do perito “saber com precisão a quantidade de cada substância presente nas soluções que serão utilizadas”; sendo assim, podemos constatar a forte ligação do conteúdo de concentração de soluções (alicerce do presente trabalho) com o contexto da Química Forense.

A autora Silveira (2018, p. 102), em sua pesquisa de estado da arte, analisou a produção acadêmica nacional que se utilizou da temática Química Forense no Ensino de Química, do ano de 2000 a 2018, onde pôde concluir:

[...] que os pesquisadores têm aplicado diferentes estratégias de ensino, com o objetivo maior de contextualizar o ensino de química e promover a interdisciplinaridade. O desejo relatado por muitos autores é que o aluno assuma o papel principal no processo de construção do conhecimento, deixando de ser um mero receptor de informações.

Busca-se por meio dessas estratégias motivar os alunos, despertar a curiosidade, estimular a tomada de decisão, o desenvolvimento do pensamento crítico e por fim, a compreensão de conhecimento científico.

A mesma autora relata que a literatura comprova que ensinar Ciências por meio da Química Forense representa uma alternativa atrativa e de grande eficiência para a aprendizagem dos estudantes pelos conteúdos envolvidos.

Vale destacar que a relação entre a Química e a Química Forense, enquanto áreas distintas, ainda que fortemente relacionadas, representam uma articulação interdisciplinar que, a nosso ver, favorece a inter-relação entre aspectos conceituais da Química e outros que são parte do conhecimento prático cotidiano. Destaca-se ainda que, por interdisciplinaridade entendemos ser um trabalho inter-relacionado entre as diferentes áreas do conhecimento. Paviani (2008, p. 8) comenta que a “verdadeira interdisciplinaridade realiza a articulação dos saberes, pois não é possível alcançar ciência, a *episteme*, sem considerar que o conhecimento é igualmente um fazer”. Tomaz e David (2008, p. 16) complementam que a interdisciplinaridade é alcançada quando o conhecimento de várias disciplinas é utilizado para resolver um problema ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista”.

A nosso ver, o trabalho interdisciplinar com a Química Forense atribui um carácter mais envolvente e instigador no tratamento dos conteúdos químicos, pois a literatura constata um maior engajamento dos estudantes frente a esta temática. Araújo (2017) acrescenta que o trabalho em sala de aula com a Química Forense, principalmente em escolas públicas, prende a atenção e desperta a motivação dos estudantes pela Química. Rosa, Silva e Galvan (2014, p. 2) afirmam que “a ciência forense, quando inserida no processo educacional, torna-se uma importante ferramenta de divulgação da ciência em geral, obtendo-se, com isso, a descentralização desejada para que esta se estenda além dos limites escolares”.

Diante das considerações elencadas, este estudo se debruçou na seguinte questão: Qual efeito a implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre concentração de soluções causa na aprendizagem e envolvimento dos estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública paulista?

Para responder essa pergunta de pesquisa, foi desenvolvida uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) nos moldes da Prática baseada no design (PBD). Conforme explica Pessanha (2020), a SEA se apresenta como uma metodologia intervencionista, que se desenvolve por meio de ações que visam analisar, planejar,

implementar e replanejar, sempre orientadas pelos princípios de design. A PBD, por sua vez, constitui-se em um processo metodológico de elaboração de uma SEA, tendo como principais características a definição de princípios de design e a busca por atividades que estejam interconectadas entre si. Para Pessanha (2020a, p. 14) a PBD consiste em “um modelo em que a mobilização de diferentes saberes é inerente ao planejamento e serve de motor para as reflexões”. O mesmo autor explicita que os princípios de design são pressupostos alicerçados por teorias que norteiam o processo de planejamento didático, a fim de que sejam constatados na prática. Esses pressupostos ganham uma maior dimensão no planejamento didático, por fundamentar e ancorar toda a prática pedagógica envolvida no ensino.

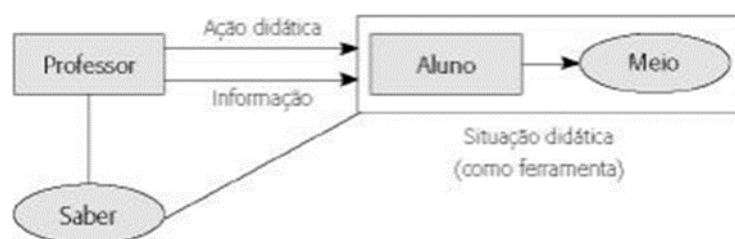
Em nossa pesquisa, serão assumidos como pressupostos teóricos, na função de princípios de design, (i) a ideia de que é necessária contextualização do conteúdo químico, o que pode ocorrer a partir da Química Forense; (ii) o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita, de modo a facilitar a compreensão, comunicação e registro de enunciados e conceitos químicos; (iii) e o envolvimento dos alunos nestas atividades, como algo relevante em termos de aprendizagem.

Sobre o último aspecto, buscaremos propor atividades e compreender o envolvimento dos alunos a partir da Teoria das Situações Didáticas (TSD), que ocupará um papel de princípio estruturador da SEA, ou seja, como um princípio que norteará e estruturará todas as atividades.

As análises estão fundamentadas na Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau que, de acordo com Zago (2018), nos permite categorizar e identificar os tipos de situações envolvidas nas interações e nos conhecimentos mobilizados.

Para Brousseau (2011, p. 22) o ensino é um “projeto e ação social em que um aluno se apropria de um saber constituído ou em constituição”, cabendo ao professor lhe oferecer o meio para tal, ou seja, por meio das interações com as situações didáticas.

Figura 1 – Modelagem de uma situação didática.



Fonte: Brousseau (2011)

Brousseau (2011, p. 11) explica que “a situação didática é todo o contexto que cerca o aluno, nele incluídos o professor e o sistema educacional”. Brousseau (2007, p.11) complementa que a Situação Didática pode ser:

[...] um dispositivo criado por alguém que queira ensinar um conhecimento ou controlar sua aquisição. Esse dispositivo abrange um meio material – as peças de um jogo, um desafio, um problema, inclusive um exercício, fichas etc. – e as regras de interação com esse dispositivo, ou seja, o jogo propriamente dito. Contudo, somente o funcionamento e o real desenvolvimento do dispositivo, as partidas de fato jogadas, a resolução do problema etc. podem produzir um efeito de ensino.

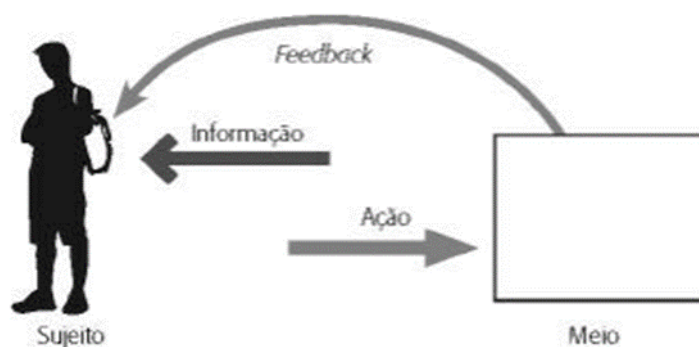
As situações didáticas são classificadas de acordo com Pommer (2008, p. 7) em: situação de devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. Explicaremos brevemente cada uma delas.

A situação de devolução é a primeira fase do processo em que o professor compartilha com o aluno a responsabilidade pela sua aprendizagem, fazendo com que o aluno tome para si o problema e conseqüentemente assuma os riscos desta interação.

Na Situação de Ação temos o sujeito reagido sobre o *milieu* (meio), que conforme aponta Barbosa (2016, p. 6) “o aprendiz é colocado numa situação de ação, tal que permite ao aluno julgar o resultado de sua ação e ajustá-lo, se necessário, sem a intervenção do mestre, graças à retroação do *milieu*”.

Pommer (2008, p. 6) explica que “o *milieu* é o meio a-didático, um sistema antagonista, sem intenção didática explícita e exterior ao aluno, que pode abranger, dentre outros, situações-problema, jogos, os conhecimentos dos colegas e professor”. O mesmo autor complementa que sua organização deve possibilitar que a aprendizagem se concretize por meio de desequilíbrios, assimilações e acomodações conforme descrito na Teoria psicogenética de Piaget. Brousseau (2007) esclarece que nessa fase é possível se observar um padrão de resposta que é explicado por uma ação implícita do sujeito.

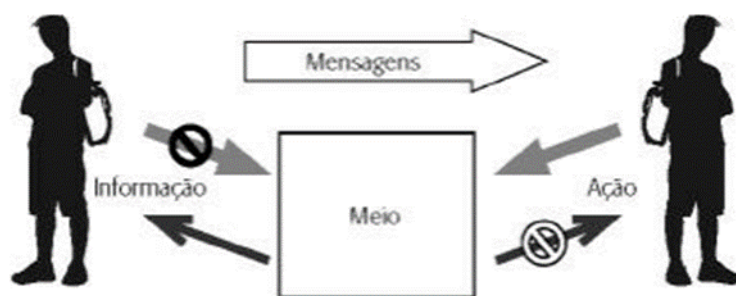
Figura 2 – Esquema geral de uma situação de ação.



Fonte: Brousseau (2007)

Na situação de formulação, os alunos interagem com o *milieu* de maneira não formal, adequando sua linguagem habitual para o repertório de conhecimentos que deseja comunicar. Brousseau (2011, p. 13) explica que “o meio que exigirá do sujeito o uso de uma formulação deve, então, envolver (efetivamente ou de maneira fictícia) um outro sujeito, a quem o primeiro deverá comunicar uma informação”.

Figura 3 – Esquema geral da situação de formulação.

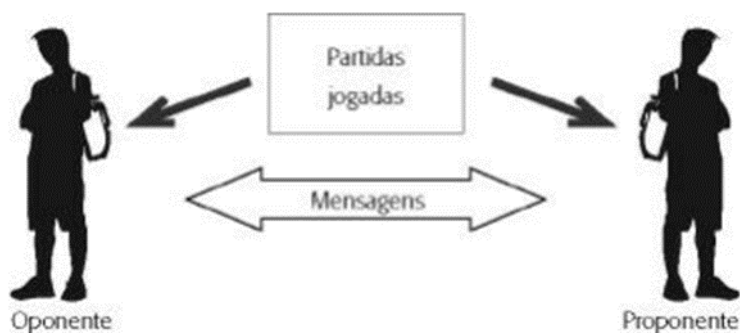


Fonte: Brousseau (2007)

Para a situação de validação, o aluno em posse da linguagem científica consegue comunicar os conhecimentos assimilados aos seus interlocutores de forma a validar o modelo criado por ele. Brousseau (2007, p. 13) esclarece que:

O emissor já não é um informante, mas um proponente, e o receptor, um oponente. Pressupõe-se que possuam as mesmas informações necessárias para lidar com uma questão. Colaboram na busca da verdade, ou seja, no esforço de vincular de forma segura um conhecimento a um campo de saberes já consolidados, mas entram em confronto quando há dúvidas. Juntos, encarregam-se das relações formuladas entre um meio e um conhecimento relativo a ele. Cada qual pode posicionar-se em relação a um enunciado e, havendo desacordo, pedir uma demonstração ou exigir que o outro aplique suas declarações na interação com o meio.

Figura 4 – Esquema geral da situação de validação.



Fonte: Adaptado de Brousseau (2007)

A situação de institucionalização, confere ao professor explicitar seu papel, conferir se o objeto de estudo foi realmente aprendido pelo aluno e reconhecer se a aprendizagem foi realmente efetiva. Barbosa (2016, p. 6) complementa que esta etapa “consiste em fixar convencionalmente e explicitamente o estatuto cognitivo do saber”. O mesmo autor reforça que quando o conhecimento construído é validado, esta passa a fazer parte do patrimônio do sujeito. Pommer (2008, p. 8) destaca que as situações de ação, formulação e validação, sob a ótica do professor:

[...] permite ao aluno trilhar os caminhos da descoberta, não revelando ao aluno sua intenção didática, tendo somente o papel de mediador. Estas fases têm um componente psicológico favorável, pois engaja o aluno na sua própria aprendizagem e o predispõe a ser o coautor de seu processo de aprendizagem, dentro de um projeto pessoal do aluno em relação ao conhecimento.

Entretanto, quando o aluno consegue aplicar sozinho este novo saber adquirido pelas situações didáticas em outros contextos, momento pelo qual o professor não controla mais as variáveis envolvidas, dizemos que temos uma situação adidática.

Conforme explica Brousseau (2007, p.15):

O aluno sabe que o problema foi escolhido para fazer com que ele adquira um conhecimento novo, mas precisa saber, também, que esse conhecimento é inteiramente justificado pela lógica interna da situação e que pode prescindir das razões didáticas para construí-lo. Não só pode como deve, pois não terá adquirido, de fato, esse saber até que o consiga usar fora do contexto de ensino e sem nenhuma indicação intencional. Tal situação denomina-se adidática.

Portanto, a Teoria das Situações Didáticas fornecerá o aporte teórico para a análise dos dados provenientes das interações ocorridas em sala de aula mediante a aplicação da SEA. Serão categorizadas as fases das situações didáticas acima

descritas de forma que seja possível avaliar a efetividade da SEA em relação ao aprendizado do conteúdo abordado e sua possível eficiência enquanto um produto didático.

2. Objetivos

O conteúdo de concentração de soluções é um assunto apontado pelas pesquisas como de difícil compreensão para os estudantes, por aspectos como a sua falta de contextualização e o baixo domínio das habilidades de leitura e escrita.

Diante deste cenário, caberia ao ensino de química, ao tratar esse conteúdo, contemplar atividades que tivessem um maior potencial de contextualização, de modo a permitir uma diversidade de ações e reflexões dos alunos em torno de diferentes tipos de situações didáticas. Além disso, é esperado que o ensino de química não permaneça isento ao desafio de contribuir com o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita que, por mais que deva ocorrer prioritariamente relacionada às disciplinas de linguagens, pode ter o seu desenvolvimento facilitado a partir dos textos utilizados nas aulas de química.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo geral, elaborar um produto didático, na forma de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA), assim como analisar sua implementação no contexto de sala de aula, focado em atividades diversificadas e baseadas em textos para a discussão do conteúdo de concentração de soluções.

Logo, temos como problema de pesquisa: qual efeito que a implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem como temática relativa à concentração de soluções, baseada em textos e atividades diversificadas, causa na aprendizagem e participação dos estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública paulista?

Relacionados à pergunta e objetivo geral, temos ainda os objetivos específicos que conduziram a pesquisa:

- Identificar e caracterizar as situações didáticas apresentadas em sala de aula;
- Investigar a aprendizagem dos estudantes frente às atividades propostas;
- Avaliar a eficiência da Sequência de Ensino-aprendizagem construída.

3. Referencial teórico: a teoria das Situações Didáticas

Ao final da década de 1970, os conceitos relacionados à Teoria das Situações Didáticas tornaram-se públicos, após 20 anos de pesquisas realizadas por Guy Brousseau em sua tese de doutorado. Na época, no contexto francês no qual Brousseau estava imerso, o ensino e aprendizagem eram influenciados principalmente pela epistemologia piagetiana, em especial nas áreas de matemática e ciências naturais. Brousseau (2007, p. 8) explica que sua teoria se concentrou em “uma construção que permitisse a compreensão das interações sociais de alunos, professores e conhecimentos matemáticos que ocorrem em uma sala de aula e que condicionam o que se aprende e a forma como isso se dá”. Gontijo (2012) complementa que o objetivo da Teoria é modelar situações de ensino e aprendizagem que por meio da ação do aluno seja possível a construção do conhecimento. Já para Lomasso (2020, p. 6), “o objetivo da Teoria das Situações Didáticas consiste em evidenciar um processo de aprendizagem, tendo como base uma série de situações que se reproduzem, acarretando mudanças de comportamentos dos alunos”. D’Amore, (2007) sintetiza que a teoria busca criar, organizar e utilizar situações que conduzam no sujeito já detentor de conhecimentos mínimos a construção de conceitos e de teorias matemáticas¹. Nunes, S. e Nunes, V. (p.163, 2019) acrescentam que a Teoria das Situações Didáticas “constitui-se um modelo para analisar o processo de ensino e aprendizagem”.

Para Brousseau (2007) o processo de ensino busca transmitir uma variedade de mensagens aos alunos que visa sempre sua aculturação e adaptação independente, em que o estudante guarda para si o que deve ser adquirido. Silva *et al* (2015, p.2) explicam que o termo “transmissão” usado, se refere a “algo que deva ser promovido ou encorajado por um e desenvolvido idiossincriticamente por outro, em um encadeamento de etapas cognitivas que transcorram no decurso do processo de aprendizagem”. Pommer (2008, p.6) comenta que essa interação possibilita ao aluno “a reflexão sobre suas ações e retroações, impondo restrições através de regras que devem ser respeitadas”. Silva *et al* (2015, p. 3) descrevem os significados dos processos de aculturação e adaptação independente propostos por Brousseau:

¹ Destaca-se que por mais que a Teoria de Brousseau tenha sido elaborada em torno dos processos de ensino e aprendizagem da matemática, ela vem sendo utilizada, há alguns anos, para fundamentar pesquisas na área de educação em ciências.

A aculturação está relacionada ao conjunto de mudanças resultantes do contato, de dois ou mais grupos de indivíduos, representantes de culturas diferentes ou até saberes diferentes, quando postos em contato direto e contínuo. A adaptação independente é o processo no qual o aluno ou os alunos vão se ajustando ao meio de forma natural no desenvolvimento das atividades.

Portanto, Brousseau (1996, p. 10, tradução nossa) esclarece que em “uma concepção mais geral de ensino, o saber é uma associação entre boas perguntas e boas respostas”. Littig (2019) comenta que essa análise entre aluno-professor-saber, por meio de adequadas situações de ensino e aprendizagem, viabilizam a construção do conhecimento. Neste sentido Brousseau (1996) explicita que o aprendizado é evidenciado quando o aluno aciona os conhecimentos aprendidos em outros contextos. Brousseau (2006, p. 279) afirma que a Teoria das situações didáticas “mostra seu papel essencial da função dos conhecimentos e dos saberes, a importância das funções coletivas, da comunicação, da prova, da institucionalização nos processos de aprendizagem”. Teixeira e Passos (2013, p.3) complementam que na Teoria das Situações Didáticas “os docentes e discentes são atores indispensáveis da relação de ensino e aprendizagem, bem como o meio (*milieu*) em que a situação didática se faz presente”. Essa relação estabelecida entre o professor, aluno e o sistema educacional é tratada neste contexto como situação didática. Uma interação de ensino torna-se didática nas palavras de Brousseau (2007, p. 22) “se, e somente se, um dos sujeitos demonstra a intenção de modificar o sistema de conhecimentos do outro (os meios de decisão, o vocabulário, as formas de argumentação, as referências culturais)”. Em relação ao sistema educacional, Brousseau (2007) esclarece que diz respeito a um dispositivo, um meio que pode ser modelado e que responde ao sujeito dentro de algumas regras. D’Amore (2007, p.184) comenta a importância do *Milieu* para a Teoria das situações didáticas:

Da teoria das situações sabemos que o professor tem que provocar no aluno comportamentos, que o próprio aluno, a fim de manifestar seu conhecimento, teria que adotar autonomamente. Parece um paradoxo. Aliás: é um paradoxo. A única solução consiste em envolver um terceiro elemento, o *milieu*, e fazer com que a resposta do aluno se refira exclusivamente às necessidades do *milieu*, que o professor conhece bem, ou que predispõe para esse fim. A arte do professor está então na organização de uma relação entre aluno e *milieu*, que:

- por um lado, deixa uma razoável incerteza que deve ser reduzida pelos conhecimentos do sujeito;
- por outro lado, faz com que essa redução possa realmente ocorrer, isto é, com um grau de incerteza limitado, do ponto de vista do professor.

Pommer (2008, p.4) explica que “cabe ao professor, assim, providenciar situações favoráveis, de modo que o aluno nessa ação efetiva sobre o saber, o transforme em conhecimento”. Brousseau (1986, p. 4, tradução nossa) completa que “o professor deve, portanto, simular uma microssociedade científica em sua classe, se ele quer que o conhecimento seja um meio para colocar bons problemas e promover bons debates”. Pommer (2008) afirma que as situações de ensino criadas pelo professor devem aproximar o aluno do conhecimento que ele deve adquirir. O mesmo autor afirma que cabe ao professor procurar situações de ensino contextualizadas e que esse conhecimento seja reutilizável em outras situações, permitindo que o aluno avance por meio de sucessivos desequilíbrios. Brousseau (2006, p. 279) complementa que o “papel dos professores é suscitar a aparição dos conhecimentos e dos saberes nos alunos por uma gênese, artificial, mas transposta, da atividade da comunidade matemática”.

Brousseau (2007, p. 11) descreve as interações do sujeito com uma situação didática e sua relação com a aprendizagem:

Consideremos um dispositivo criado por alguém que queira ensinar um conhecimento ou controlar sua aquisição. Esse dispositivo abrange um meio material – as peças de um jogo, um desafio, um problema, inclusive um exercício, fichas etc. – e as regras de interação com esse dispositivo, ou seja, o jogo propriamente dito. Contudo, somente o funcionamento e o real desenvolvimento do dispositivo, as partidas de fato jogadas, a resolução do problema etc. podem produzir um efeito de ensino. Portanto, deve-se incluir o estudo da evolução da situação, visto pressupormos que a aprendizagem é alcançada pela adaptação do sujeito, que assimila o meio criado por essa situação, independentemente de qualquer intervenção do professor ao longo do processo. Os conhecimentos se manifestam essencialmente como instrumentos de controle das situações.

Para Brousseau (2007, p. 13) “a aprendizagem é o processo em que os conhecimentos são modificados”. Neste sentido Brousseau (1986) compara o trabalho do aluno à uma atividade científica, pois não basta apenas aprender conceitos e teoremas, é preciso saber o momento oportuno de acioná-los e colocá-los em prática. Portanto, para Brousseau (1986, p. 3, tradução nossa) uma boa atividade científica desenvolvida pelo aluno deveria exigir “que ele atuasse, formulasse, provasse, construísse modelos, linguagens, conceitos, teorias, que os intercambie com os outros que reconheçam o que está de acordo com a cultura, tomando o que seria útil”.

Desse modo podemos compreender que as situações de ensino planejadas pelo professor são elementos essenciais para que a aprendizagem dos alunos de fato

se efetiva. Brousseau (2007, p. 15) explica que “essa situação – ou problema – escolhida pelo professor o envolve em um jogo com o sistema de interações do aluno e seu meio. Esse jogo mais amplo é a situação adidática. Para Zago (2018, p.35) a situação adidática “aparece, durante as interações ocorridas entre os estudantes quando eles passam a aceitar o problema, tornando-o um problema real”. No mesmo sentido, mas de forma mais ampla, Brousseau (1996, p. 61) esclarece que as situações adidáticas “são as situações de aprendizagem nas quais o professor consegue fazer desaparecer sua vontade, suas intervenções, enquanto informações determinantes do que o aluno fará: são as que funcionam sem a intervenção do professor”.

3.1. Tipologia das situações adidáticas

Para explicar as características das situações adidáticas, Brousseau (2007) relacionou as etapas de seu jogo intitulado “quem vai dizer 20” às manifestações do comportamento dos alunos frente aos tipos de interações desencadeadas. A proposta do jogo foi promover uma disputa entre os participantes de forma que o vencedor fosse o primeiro a dizer o número 20, somando 1 ou 2 ao número dito pelo adversário. A estratégia que levaria o jogador à vitória seria aquela que utilizaria a sucessão de números 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, (uma progressão aritmética de razão 3 e primeiro termo 2). Neste sentido Brousseau classificou as situações adidáticas em: ação, formulação, validação e institucionalização.

3.1.1. Situação de ação

Pensando na primeira fase do jogo, Brousseau (2007, p. 12) explica que:

Em geral, adota-se uma estratégia descartando, intuitiva ou racionalmente, uma anterior. Submetida à experiência, a nova estratégia pode ser aceita ou não, conforme a apreciação que o aluno faça de sua eficácia. A sucessão de situações de ação constitui o processo pelo qual o aluno vai aprender um método de resolução de um problema.

Para Azevedo (2008) é nesta situação que as decisões e ações dos alunos são tomadas sobre o meio. Oliveira e Mastroianni (2015, p. 461) afirmam que o “aluno empenhado na solução de um problema realiza determinadas ações mais imediatas, que resultam na produção de um conhecimento de natureza mais operacional”. Teixeira e Passos (2013, p. 165) explicam que o “aluno reflete e simula tentativas ao eleger um procedimento de resolução dentro de um esquema de adaptação através

da interação com o milieu”. Zago (2018) comenta que o aluno age intuitivamente sobre o problema tentando resolvê-lo, por meio de ações realizadas e fornecidas pelo meio.

3.1.2. Situação de Formulação

Pensando na segunda fase do jogo que ocorreu entre equipes de alunos, Brousseau (2007) observou que o aluno que não está jogando na lousa e que não pode interferir neste momento, recolheu todas as informações sobre as estratégias tomadas, o que lhe possibilitou criar uma possível estratégia vencedora. Mas não basta que o aluno descubra a melhor estratégia, precisa-se saber a melhor forma de comunicá-la à sua equipe. O mesmo autor descreve que essa comunicação está sujeita a uma retroação imediata da equipe que pode concordar ou não, e a outra mediata quando é submetida ao meio, caso seja aplicada em uma partida, constatando ser eficaz ou não. Pommer (2008) afirma que nesta situação os “alunos modificam a sua linguagem habitual, para a uma linguagem adequada sobre o que se pretende comunicar”. Azevedo (2008, p. 41) complementa que:

Uma situação de formulação é aquela em que pelo menos dois agentes se relacionam com o meio. Podem ser dois alunos, ou o professor e um aluno. Para que ambos consigam obter um resultado satisfatório, a situação exige que um formule o conhecimento para o outro, de modo que o outro possa convertê-lo em decisão eficaz sobre o meio.

Oliveira e Mastroianni (2015, p. 461) comentam que na formulação “o aluno já utiliza, na solução do problema estudado, alguns modelos ou esquemas teóricos explícitos, além de mostrar um evidente trabalho com informações teóricas de uma forma bem mais elaborada”. Os mesmos autores descrevem que os alunos nesta fase interagem com o problema, mas sem a intenção de validar suas afirmações. Teixeira e Passos (2013) descrevem que ocorre uma troca de informações entre o estudante e o *milieu* por meio de uma linguagem mais apropriada, sendo ela ou não mais formalizada em relação à área de conhecimento. Já Zago (2018, p.31) explica que a formulação aparece “quando há a necessidade de que o aluno expresse suas escolhas e hipóteses sobre o problema por meio da oralidade”.

3.1.3. Situação de Validação

Pensando na terceira fase do jogo, Brousseau (2007) esclarece que nesta fase os alunos constroem enunciados, teorias e demonstrações tanto para convencer o outro ou até mesmo ceder a outros argumentos diferentes do seu, de forma debatida

e consensual. Brousseau (2007, p.12) acrescenta dizendo que “o aluno não só deve comunicar uma informação, como também precisa afirmar que o que diz é verdadeiro dentro de um sistema determinado”. Pommer (2008) comenta que os alunos tentam convencer uns aos outros a veracidade das informações, por meio da linguagem matemática. Azevedo (2008, p. 42) afirma que nesta fase “os protagonistas confrontam suas opiniões e entram em acordo segundo as regras do debate científico, ou seja, usando argumentos, teoremas, leis etc”. Zago (2018) comenta que por meio da oralidade e da discussão entre alunos-alunos e professor-alunos, os mecanismos acionados na resolução do problema em questão devem ser justificados de forma que todo o grupo aceite como eficaz o ponto de vista debatido. Oliveira e Mastroianni (2015, p. 462) declaram que na dialética da validação:

O aluno utiliza mecanismos de prova em que o saber é usado com a finalidade de validar suas conjecturas. Nessas situações, então, é preciso elaborar algum tipo de prova daquilo que já se afirmou, de outra forma pela ação. Podem servir para confirmar ou mesmo contestar ou rejeitar proposições.

3.1.4. Situação de Institucionalização

Brousseau (2007, p.14) aponta que a situação de institucionalização possibilita ao professor “conferir um status aos eventos da classe vistos como resultados dos alunos e do processo de ensino; determinar um objeto de ensino e identificá-lo; aproximar as produções dos conhecimentos de outras criações [...]”. Nunes, S. e Nunes, V. (2019) comentam que o novo conhecimento construído pelos alunos após ser validado pelo professor, incorpora-se em seus esquemas mentais, podendo ser mobilizados quando necessários. Zago (2018) explica que cabe ao professor verificar a validade das resoluções feitas pelos alunos sistematizando o conhecimento científico e demonstrando sua utilidade como status de saber. Teixeira e Passos (2013, p. 166) afirmam que:

O professor, aí, retoma a parte da responsabilidade cedida aos alunos, conferindo-lhes o estatuto de saber ou descartando algumas produções dos alunos e definindo, assim, os objetos de estudo por meio da formalização e da generalização. É na institucionalização que o papel explícito do professor é manifestado: o objeto é claramente oferecido ao aluno. Há, portanto, uma real aprendizagem, reconhecida pelo professor.

Para Oliveira e Mastroianni (2015, p. 462) “Essa fase visa dar acabamento ao conhecimento elaborado pelos alunos ou mesmo trabalhar no sentido de descartar possíveis aspectos não valorizados na perspectiva do saber socialmente formalizado”. Os mesmos autores afirmam que esta fase não é mais uma situação adidática, pois é o professor que realiza o controle do saber, cabendo a ele sintetizar o conhecimento para que o aluno adquira um estatuto de saber institucionalizado.

Um resumo das situações didáticas e adidáticas de Brousseau é apresentado na Figura 5, elaborada por Zago (2018).

Figura 5 – Principais características das situações didáticas.

Situação Didática (SD)
Apresentação da atividade ou qualquer ação organizada pelo professor em que manifesta a intenção de ensinar. Aluno executa a tarefa solicitada pelo professor, mesmo que o problema não tenha significado para
Situação A-didática De Ação (SAA)
Aluno age e/ou toma decisões por meio de tentativa e erros, mas não identifica e/ou explicita o conhecimento.
Situação A-didática De Formulação (SAF)
Aluno comunica suas hipóteses e ideias de maneira explícita sem explicar, justificar e argumentar.
Situação A-Didática De Validação (SAV)
Aluno comunica suas hipóteses e ideias utilizando mecanismos de explicação e prova, argumentando e justificando suas estratégias.
Situação De Institucionalização (SI)
Professor retoma, sintetiza, sistematiza e/ou valida junto com a turma o conhecimento explicitado durante as aulas.

Fonte: Adaptado de Zago (2018)

Azevedo (2018) esclarece que a alternância entre as situações didáticas e adidáticas no contexto da sala de aula são importantes para ajudar a atingir um maior número de alunos envolvidos, visto que existe uma dificuldade muito grande em engajar todos ao mesmo tempo. A mesma autora comenta que quando identificamos os tipos de situações geradas pela sequência didática podemos fazer uma análise sobre o saber a ensinar. Pommer (2008, p. 9) conclui que a “Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau pode permitir uma contribuição significativa para o encaminhamento de propostas metodológicas em sala de aula.

Na presente pesquisa, as ideias de situações didáticas e adidáticas de Brousseau foram úteis, não somente para interpretar o que ocorreu em sala de aula

durante a implementação do produto didático elaborado, mas a própria elaboração do produto considerou o planejamento de atividades que, intencionalmente, buscavam estimular a ocorrência de diferentes situações didáticas ou adidáticas.

Além disso, dois outros aspectos pedagógicos foram importantes para o desenvolvimento do trabalho: uma reflexão sobre a leitura e interpretação de textos na educação em ciências e as características do próprio conteúdo de química envolvido e seu ensino considerando a linha de Química Forense. Dedicamos os tópicos a seguir para tratar desses aspectos.

3.1.5. O conteúdo de Soluções na disciplina de Química

A química aborda uma diversidade de conteúdos que apresentam um nível de abstração muito alto, o que acaba desestimulando e dificultando a aprendizagem do estudante. As aulas de química demandam um meticuloso planejamento e uma busca constante de recursos e metodologias que possam otimizar o processo de ensino e aprendizagem, com uma maior ênfase em um determinado conteúdo. Kafer e Marchi (2016) comentam que nos últimos anos houve um olhar mais cuidadoso por parte dos professores em melhorar o desempenho dos estudantes e aumentar o interesse pela química. Relacionando a nossa prática pedagógica em sala de aula com os apontamentos da literatura, podemos constatar que o conteúdo de soluções, especificamente a parte de concentração de soluções, é um desses temas de grande dificuldade de compreensão pelo alunado. Kafer e Marchi (2016, p.3) comentam que:

Estudantes de ensino médio apresentam dificuldades de aprendizagem quando estudam química, e com certa frequência é possível observar em sala de aula, de forma empírica, o questionamento do motivo pelo qual é necessário estudá-la. Essas dificuldades surgem principalmente quando são colocados diante das simbologias próprias e cálculos desta disciplina.

Portanto, o principal impasse da compreensão deste conteúdo está relacionado às diferentes formas de expressar as concentrações das soluções que podem ser em gramas por litro, mol por litro, porcentagem em massa, porcentagem em volume e partes por milhão. Por mais que o conteúdo de química em torno desse tema seja básico e bem descrito em diferentes materiais didáticos, dedicamos os próximos parágrafos a trazer um resumo explicativo do conceito de solução e suas unidades de medida.

Os materiais geralmente são formados por misturas de substâncias, ou seja, de componentes que podem estar misturados em proporções diferentes e que atribuem determinadas propriedades ao material. Algumas misturas permitem que esses componentes possam ser visualizados a olho nu ou com o auxílio de um microscópio. A este tipo de mistura de diferentes substâncias que podem ser identificadas por uma inspeção visual damos o nome de mistura heterogênea, o que faz com que ela não seja uma solução. Entretanto, outras misturas apresentam seus componentes bem dispersos no material, não podendo ser visualizados nem mesmo com a ajuda de um microscópio, damos o nome a elas de misturas homogêneas. Uma solução é uma mistura homogênea, formada pelo solvente que é o componente que se encontra em

maior quantidade, também chamado de dispersante e pelo soluto que é o componente em menor quantidade disperso na solução.

Os componentes das soluções apresentam dimensões menores que um nanômetro e dependendo do estado físico que se encontram (normalmente o solvente) caracterizam as soluções de três tipos diferentes: líquidas, sólidas ou gasosas. Nas soluções gasosas todos os componentes se encontram no estado gasoso, como por exemplo o ar atmosférico puro (misturas do gás nitrogênio, oxigênio, e outros gases nobres). Entretanto, quando todos os componentes da solução estão no estado sólido, temos uma solução sólida, como por exemplo uma aliança de ouro de 18 quilates (formada por 75% de ouro e 25% de cobre).

Nas soluções líquidas ou aquosas (quando o solvente utilizado é a água) podemos encontrar os componentes dissolvidos tanto no estado líquido quanto no estado gasoso ou sólido. Podemos citar como exemplo dessas soluções:

- A bebida gaseificada quando temos um gás dissolvido em um líquido;
- O combustível etanol (álcool de cereais) dissolvido em água para um líquido dissolvido em outro;
- O soro fisiológico que apresenta um sólido dissolvido em um líquido (no caso a água).

As soluções líquidas que possuem o soluto no estado sólido são mais enfatizadas no contexto deste trabalho por apresentarem uma maior familiaridade com o cotidiano dos alunos. Em continuidade apresentaremos as unidades de concentração das soluções.

3.1.5.1 Concentração comum

A concentração comum é a razão entre a massa do soluto e o volume da solução, é por meio dela que conseguimos identificar a quantidade em massa de um soluto presente em um determinado volume de solução. Geralmente a concentração comum é expressa em gramas por litro (g/L). Sua expressão matemática é dada por:

$$C = \frac{m_1}{V} \quad \text{onde: } C = \text{concentração; } m_1 = \text{massa do soluto e } V = \text{volume da solução.}$$

Então, se a concentração de uma solução de hidróxido de sódio for 90 g/L interpretamos, que existem 90 gramas do hidróxido de sódio dissolvidos em 1 litro de solução.

3.1.5.2. Concentração em quantidade de matéria

A concentração em quantidade de matéria ou informalmente chamada de molaridade conforme afirmam Atkins e Jones (2007), é a razão entre a quantidade de matéria expressa em mol pelo volume da solução expresso em litros. Sua expressão matemática é dada por:

$C_n = \frac{n}{V}$ onde: C_n = concentração em quantidade de matéria; n = quantidade de matéria de soluto e V = volume da solução. Como a quantidade de matéria é expressa pela razão entre a massa do soluto (m_1) e a massa molar (M_1) podemos reescrevê-la:

$$C_n = \frac{\frac{m_1}{M_1}}{V}, \text{ portanto: } C_n = \frac{m_1}{M_1 \cdot V}$$

Então, quando a solução contiver 2,0 mol de soluto dissolvido em 1,0 litro de solução, podemos escrever a concentração em quantidade de matéria como sendo 2 mol/L.

3.1.5.3. Título e Concentração em porcentagem

O Título (T) de uma solução se refere a razão entre a massa do soluto (m_1) e a massa da solução (m), podendo também ser expresso em volume como a razão do volume do soluto (V_1) pelo volume da solução (V). As expressões matemáticas são:

$$T = \frac{m_1}{m} \text{ para título em massa e } T = \frac{V_1}{V} \text{ para título em volume}$$

Para obtermos a porcentagem do soluto (P_1) na solução multiplicamos o título por 100, da seguinte forma:

$$P_1 = T \cdot 100$$

Podemos citar como exemplo uma solução de soro fisiológico que apresenta uma porcentagem de 0,9% em massa de cloreto de sódio (NaCl), significa dizer que para cada 100 gramas de solução de soro fisiológico teremos 0,9 gramas de NaCl. Portanto, quando tratamos de porcentagem em massa podemos somar o volume do soluto com o volume do solvente para obtermos o volume final da solução. Este cálculo, por sua vez, não é possível de ser feito quando utilizamos o título em volume,

pois as forças intermoleculares que ocorrem entre os líquidos alteram seus volumes quando misturados.

Apesar do uso da porcentagem ser restrito aos casos estritamente necessários, conforme explicam Andrade e Custódio (2000), devido à ambiguidade que esses termos apresentam, consideramos importante abordá-lo em nossa pesquisa.

3.1.5.4. Concentração em partes por milhão

A concentração em partes por milhão (ppm) representa quantas partes do soluto temos dissolvido em um milhão de partes da solução. Ambas as partes da solução, como o soluto e o solvente, podem ser expressas em massa e em volume. Para Atkins e Jones (2007) a ppm expressa o título para um milhão de partes de soluções muito diluídas. Então, quando dizemos que a concentração de gás monóxido de carbono (CO) na atmosfera é de 9 ppm, isso significa que temos 9 litros de CO para cada 1 milhão de litros de ar.

O uso desse tipo de concentração não deve mais ser utilizada conforme afirmam Andrade e Custódio (2000), pelo fato de não serem consideradas unidades do Sistema Internacional. Entretanto, devido a sua abordagem nos livros didáticos consideramos relevante sua apresentação para o desenvolvimento de nosso trabalho.

3.2. A Química Forense e o Conteúdo de Concentração de Soluções

A Química Forense é uma das várias ramificações das Ciências Forenses, que tem como objetivo empregar os conhecimentos químicos na elucidação de crimes auxiliando a justiça na identificação dos verdadeiros culpados. Romão *et al* (2011, p.1) afirmam que:

A química forense é o ramo das ciências forenses voltado para a produção de provas materiais para a justiça, através da análise de substâncias diversas em matrizes, tais como drogas lícitas e ilícitas, venenos, acelerantes e resíduos de incêndio, explosivos, resíduos de disparo de armas de fogo, combustíveis, tintas e fibras. Embora a química forense seja um tema muito importante e que desperte cada vez mais interesse perante a sociedade científica, a sua aplicação no campo da criminalística ainda constitui uma nova linha de pesquisa no Brasil.

A Química Forense também pode ser compreendida conforme Maia (2012, p. 9) explica que é “a ciência que se encarrega da análise, classificação e determinação

de elementos ou substâncias encontradas nos locais de averiguação ou ocorrência de um delito ou que podem estar relacionadas a este”.

As primeiras contribuições da Química auxiliando a justiça em questões de ordem judicial surgem em Roma, por volta de 4 a.C. através do químico, matemático e físico chamado de Demócrito de Abdera. Em 1752 que a Química Forense deixa suas contribuições nas investigações do cenário criminal. A base científica empregada pela química forense abrange os conhecimentos de analítica e toxicologia através da utilização de uma variedade de técnicas, reagentes, métodos e instrumentos. Mota e Di Vitta (2014) mencionam o uso de algumas técnicas que são presentes na rotina forense: espectrometria de massas (estudo das massas de átomos e moléculas), cromatografia (método de separação dos componentes de uma mistura e os testes colorimétricos).

Os testes que utilizam a mudança da coloração do material analisado são chamados de testes colorimétricos, por meio deles é possível verificar a presença de determinada substância na amostra. Mota e Di Vitta (2014, p. 5) explicam que:

Devido ao baixo custo de reagentes, fácil reprodução, a qual por uma reação química simples revela resultados que podem ser interpretadas a olho nu, as técnicas colorimétricas ainda hoje são utilizadas largamente em rotina de laboratórios de química analítica. Até mesmo quem não é químico por formação pode utilizar os testes de cor sem larga experiência, como o exemplo de policiais em procedimentos de rotina, na busca de substâncias ilícitas, sem a necessidade de um laboratório.

O mesmo autor comenta que os testes colorimétricos são empregados como uma técnica primária, que tem a utilidade de identificar a presença de um grupo alvo na análise para posteriormente ser empregada uma técnica analítica mais robusta.

Maia (2012) aponta que a maioria dos testes realizados nos laboratórios de química forense utilizam reagentes específicos na identificação de substâncias desconhecidas.

Além de todo esse aparato utilizado nas análises, Mota e Di Vitta (2014, p.3) comentam que:

[...] o conhecimento em toxicologia (área que estuda as substâncias nocivas à saúde, seus sintomas e efeitos, assim como a quantidade com que tais substâncias agem no organismo) é essencial para casos de intoxicação, envenenamento acidental ou criminoso. Em tais casos, a análise por ser feita com amostras de fluídos orgânicos da vítima, dependendo do contaminante, até mesmo em suas vestimentas.

Fernandes (2010) explica que o termo toxicologia diz respeito ao estudo dos venenos e estes por sua vez é uma substância capaz de produzir uma reação danosa ao organismo. A mesma autora comenta que a toxicologia despontou no final dos séculos XIX e XX por meio de diversos avanços, citando entre eles, as técnicas de análises químicas empregadas na medição de venenos químicos e seus metabólitos.

Diante destas afirmações, podemos perceber o caráter interdisciplinar que a química forense abrange e suas potencialidades na contextualização do ensino de química. Santos (2020, p. 39) diz que a química forense “É um tema instigante, pois além de permitir o trabalho de conceitos científicos e de abrigar em si um caráter de investigação, faz uso da interdisciplinaridade para promover debates em sala de aula”. Kafer e Marchi (2016, p. 546) explicam que:

É tarefa do professor, conduzir o processo de ensino e de aprendizagem de forma que o estudante perceba a importância e necessidade da disciplina de Química em sua vida. Portanto, é importante que essa Ciência seja apresentada de maneira que desperte nos estudantes, curiosidades do dia a dia relacionadas à disciplina. Entende-se que, se os estudantes perceberem significados nos conceitos e ou conteúdos a serem trabalhados, podem demonstrar interesse na disciplina.

Neste sentido podemos tratar a química forense como uma exitosa estratégia didática no Ensino de Ciências da Natureza. Segundo Villani e Freitas (2001, p.5) “estratégia didática é um conjunto de ações implicitamente planejadas e conduzidas pelo professor para que ao final delas uma boa parte dos alunos se comprometam a realizar uma tarefa ou um trabalho didático da melhor maneira possível”. Em nosso trabalho, a química forense cumpre justamente esse papel, de ser uma estratégia de ensino capaz de contextualizar e tornar o conteúdo de concentração de soluções mais atraente e facilitador para o aluno.

3.3. TSD leitura e escrita de textos e a Química Forense: uma proposta de SD

Conforme a fundamentação teórica exposta, podemos estabelecer relações entre os princípios que sustentam a Teoria das Situações Didáticas com uma Sequência

didática (SD), visto que ambas se preocupam com a consolidação do processo de ensino e aprendizagem.

Em linhas gerais podemos perceber que a Teoria das Situações Didáticas considera todas as interações desencadeadas no trabalho desenvolvido em sala de aula, como estágios para a construção de um determinado conhecimento. Sua preocupação está em fornecer as maneiras mais adequadas para a promoção da aprendizagem de maneira a concretizar o status de saber. Zago (2018, p.48) destaca que “por meio das interações percebidas pelo discurso e pelas ações do professor e dos alunos, podemos compreender a forma com que os estudantes participam da resolução do problema e o nível de sua participação na tarefa”. Similarmente, uma SD visa fornecer ao aluno um rol de atividades direcionadas à construção do conhecimento no ambiente escolar promovendo uma aprendizagem de forma mais efetiva. Para Zabala (1998, p.18) as SDs são definidas como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. Portanto, uma Sequência Didática tem, assim, a intenção de prever situações que ocorrerão em sala de aula, de forma integrada e em torno de conteúdos específicos, que buscará promover o envolvimento dos alunos e, por consequência, as aprendizagens.

Neste sentido a SD elaborada busca desenvolver o conteúdo de concentração de soluções de maneira mais atraente e contextualizada por meio da temática Química Forense. Destaca-se ainda que, no planejamento de uma SD, é considerada a existência de diferentes tipos de conteúdos, os quais, compreendemos no caso do ensino de química, incluem não somente os conceitos e fenômenos dessa ciência, como suas práticas procedimentais e atitudes. Nesse sentido, nos apropriamos mais uma vez das ideias de Zabala (1998). O mesmo autor (1998) explica que os conteúdos de aprendizagem se dividem em factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais. Apresentamos um resumo da tipologia do autor, a seguir:

- Conteúdos Factuais dizem respeito ao conhecimento “... dos fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singularidades” (ZABALA, 1998, p. 41). Como exemplo, temos as unidades de concentração e a nomenclatura química.
- Conteúdos Conceituais indicam conteúdos relacionados com abstrações envolvendo o “... conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm

características comuns (p.42). Como exemplo, temos os conceitos de densidade, solução, solubilidade, soluto, solvente, concentração etc.

- Conteúdos Procedimentais tratam de conteúdos que envolvem as “... regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos ...” (ZABALA, 1998, p. 43-44), por sua vez associadas com um conjunto de ações capazes de alcançar um determinado objetivo. Por exemplo, ler e interpretar textos, calcular, classificar, inferir, deduzir etc.
- Conteúdos Atitudinais são agrupados em valores, atitudes e normas. Os valores se referem aos princípios que permitem ao indivíduo emitir juízo sobre determinada conduta. As atitudes são as ações desempenhadas pelas pessoas conforme seus valores. Enquanto as normas são as regras de comportamento que devemos ter em relação a determinadas situações (ZABALA, 1998, p. 46-47).

O mesmo autor explica que a aprendizagem dos conteúdos factuais acontece quando o estudante é capaz de reproduzi-lo de forma literal, muitas vezes sem que a real compreensão do conteúdo de fato tenha ocorrido. Logo, atividades de cópias favorecem essa aprendizagem. Para o conteúdo procedimental, Zabala (1998, p.44) explica que “em termos muito gerais, podemos dizer que se aprendem os conteúdos procedimentais a partir de modelos especializados”. As ações realizadas para a aprendizagem do conteúdo procedimental devem ser feitas quantas vezes forem necessárias para sua compreensão de forma que se aplique em diferentes contextos. Em relação aos conteúdos atitudinais Zabala (1998, p.48) afirma que geralmente:

A aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação de normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação.

Na pesquisa aqui apresentada, os conteúdos factuais e conceituais seriam aqueles que, tradicionalmente, são identificados como parte do conteúdo de química. Os procedimentais, são relacionados principalmente com a operacionalização matemática e experimental em química. Contudo, outras competências e habilidades, como a de leitura e interpretação de textos, também fazem parte do domínio da Química, conforme discutido anteriormente. Já os conteúdos atitudinais, percebemos como relacionados, ainda que não exclusivamente, com formas de agir que

esperamos que os alunos desenvolvam em meio à diferentes situações didáticas e adidáticas, por exemplo, envolvendo a cooperação e engajamento, ou mesmo o respeito a posicionamentos e atitude de proatividade no intercâmbio de ideias. Nesse sentido, estabelecemos uma conexão entre as ideias de Zabala (1998) e Brousseau (2008).

Ademais, aprofundando essa discussão entre Zabala (1998) e Brousseau (2008), podemos afirmar que a apropriação do conhecimento ocorre mediante a interação do sujeito com o meio frente às ações desencadeadas dessa interação. Brousseau (2006, p. 272) considera que “os conhecimentos são aquilo que um ser humano coloca mentalmente em funcionamento quando reage a circunstâncias precisas”. O autor chama a atenção ao fato de que uma pequena parte desse conhecimento é interpretada como saber, pois os saberes para Brousseau (2006, p.272) “são formas culturais de conhecimentos que permitem a identificação, a expressão e a institucionalização dos conhecimentos espontâneos”.

4. Procedimentos metodológicos

A pesquisa propõe responder à seguinte pergunta que norteia este trabalho: qual efeito a implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem como temática relativa sobre concentração de soluções causa na aprendizagem dos estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública paulista?

Para responder à pergunta de pesquisa, serão desenvolvidas duas etapas principais, que são: (5.1) a elaboração de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) com base na noção de princípios de design, assim como sua implementação em sala de aula; (5.2) análise dos resultados de implementação sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas.

4.1. Elaboração e implementação da SEA

Como parte de uma etapa importante da pesquisa, será desenhada uma SEA sobre o conteúdo de concentração de soluções, por meio de atividades relacionadas à Química Forense, de forma que a habilidade de leitura e escrita também seja contemplada.

As atividades de ensino propostas no âmbito da pesquisa de mestrado profissional, estarão desenhadas em uma Sequência de Ensino-aprendizagem (SEA), tradução para *Teaching Learning Sequences* (TLS), que conforme explica Pessanha (2020, p. 13):

As entendemos como uma metodologia de pesquisa intervencionista (realizada em sala de aula) que busca articular teoria e prática na compreensão do fenômeno de ensino e aprendizagem. Por envolverem a elaboração (design) de uma sequência didática, a SEA pode ser definida também como uma ação envolvendo um produto: um plano didático resultado de uma análise e planejamento, de implementações e replanejamentos.

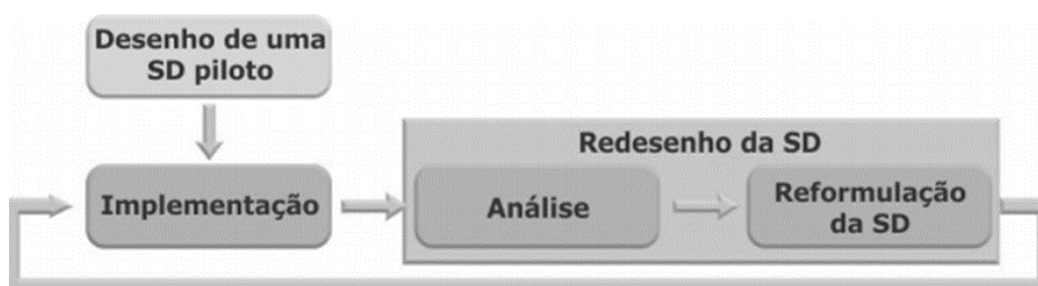
A SEA é assim, uma metodologia intervencionista de pesquisa em ensino, ao mesmo tempo em que gera um produto didático útil à realidade prática de sala de aula. Ademais, conforme destacam Kneubil e Pietrocola (2017, p. 6), uma SEA “inclui atividades desenvolvidas de ensino-aprendizagem empiricamente adaptadas ao raciocínio dos estudantes e a um contexto real de sala de aula”.

Kneubil e Pietrocola (2017) destacam ainda que a SEA é baseada em outra metodologia de pesquisa, conhecida como Design-based Research (DBR), a qual envolve, assim como as SEA, o desenho, a implementação, a análise e o redesenho de propostas. A diferença fundamental entre a SEA e a DBR consiste no fato de que

a SEA é restrita ao desenho didático de sequências de ensino de curto prazo, enquanto DBR é um referencial mais amplo que pode envolver, por exemplo, planejamentos didáticos, estruturais, de recursos etc., para curto, médio e longo prazo.

Pessanha (2014) acrescenta que a articulação entre SEA e DBR está no processo iterativo, que segue uma sequência definida e de forma cíclica, a fim de se atingir um ponto de equilíbrio entre os objetivos almejados com o novo conhecimento construído. O desenvolvimento de uma SEA envolve um planejamento curricular de curto prazo e que, conforme Moreira (2015, p. 43) comenta, “está implícita o entrelaçamento do conhecimento científico e a perspectiva do estudante, por meio de processo gradual de pesquisa acadêmica, planejada e acompanhada pelo professor”. A Figura 6 apresenta o esquema de Pessanha (2014, p. 92) sobre o processo iterativo:

Figura 6 – Processo iterativo de desenvolvimento de uma Sequência Didática.



Fonte: Pessanha (2014, p. 90)

Tanto no DBR como na SEA, há um planejamento inicial que se baseia em aspectos teóricos, os quais são chamados de princípios de design. Segundo Pessanha (2004, p. 99), uma SEA “é planejada de acordo com o princípio de design escolhido em função dos objetivos, da tradição e dos recursos de pesquisa em que são desenvolvidas e implementadas”.

Pessanha (2020b) explica que, no desenho de uma SEA, os princípios de design são frutos dos saberes disciplinares, curriculares, da ciência da Educação e da ação pedagógica, podendo abranger os contextos e experiências dos professores e dos alunos. Com base em Méheut e Psillos (2004, apud Pessanha, 2014, p.98) classifica os princípios de design como:

[...] (i) os princípios epistemológicos centrados no conteúdo a ser ensinado; (ii) os princípios psicocognitivos centrados na aprendizagem

dos alunos; (iii) os princípios didáticos centrados na ação do professor; (iv) e os princípios socioculturais centrados nas interações que se dão em sala de aula e nas questões morais e éticas envolvidas. Tais princípios de design enfatizam, respectivamente, a natureza do conhecimento científico, como se aprende ciências, como se ensina ciências e como as interações e aspectos sociais permeia a situação de aula.

Nesta pesquisa, diferentes aspectos teóricos já apresentados neste texto ocuparão o papel de princípios de design: a contextualização e a interdisciplinaridade entre química e química forense (princípio didático e epistemológico); o desenvolvimento da habilidade de leitura e escrita (princípio didático); e a proposta de atividades que permitam o envolvimento dos alunos em situações didáticas e adidáticas.

Vale destacar que tais princípios foram definidos e serão aprofundados a partir da noção de Prática Baseada no Design (PBD). Conforme já exposto, a DBR e a SEA são referenciais metodológicos de pesquisa, que buscam realizar a pesquisa em função de problemas e aplicações na realidade prática (no caso da SEA, realidade de sala de aula). Os princípios de design são o alicerce da proposta da SEA e da DBR e, frequentemente, são aqueles aspectos teóricos que se busca validar e investigar na pesquisa. Apesar da relevância dos princípios de design nas linhas DBR e SEA, estas não especificam que processos ou práticas podem ser elaborados de modo a melhor definir os princípios de design.

É nesse sentido que Pessanha (2020b) propõe a PBD, que consiste, em uma forma sistematizada de pensar e revelar os princípios de Design pertinentes de serem considerados em função do tópico de ensino e do contexto. Neste modelo de prática, há um aprofundamento sobre a natureza de cada tipo de princípio (didático, epistemológico, psicocognitivo e sociocultural), e há perguntas chave que facilitam a definição dos princípios, assim como sua função na SEA (estruturador, guiando toda a organização e conexão das atividades, ou secundário, atuando em partes específicas da SEA). Destaca-se ainda que a PBD traz indicações de procedimentos para a verificação da conexão entre as atividades, devido a ação dos princípios, assim como oferece formas de validação da aprendizagem e dos princípios de design definidos.

Uma vez definidos os princípios e o planejamento da SEA, a sua implementação ocorreu em um contexto real de sala de aula. A aplicação de nossa

pesquisa foi destinada aos alunos da segunda série do Ensino Médio em uma Escola Pública da Rede Estadual na cidade de Ibitinga.

A participação dos alunos nesta pesquisa, só foi consolidada após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis legais dos estudantes. Cada etapa deste trabalho foi realizada conforme os princípios éticos de pesquisa, concomitantemente com a Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016, publicada no Diário Oficial da União. Seu início se deu após aprovação no Conselho Oficial de Ética e Pesquisa.

Em nosso trabalho, após o desenho didático de uma SEA e sua implementação, investigamos a aprendizagem dos estudantes frente às atividades propostas pela SEA, de forma que fosse possível avaliar e obter evidências da sua eficiência como produto didático. Este processo de avaliação da aprendizagem e de validação da própria SEA consiste na 2ª etapa da pesquisa, a seguir detalhada:

4.2. Análise dos resultados de implementação

Kneubil e Pietrocola (2017) afirmam que conforme novos conhecimentos são produzidos no desenvolvimento da metodologia DBR, que podemos estender ao desenvolvimento das SEA, damos início a um novo redesign em seu ciclo, dinamizando o processo apresentado na Figura 5. Contudo, desvelar novos conhecimentos didáticos e iniciar um redesign passa, inevitavelmente, pela análise criteriosa das situações reais de ensino que se concretizaram na implementação da SEA.

Enquanto uma pesquisa de mestrado profissional, não nos dedicaremos a desenvolver um processo iterativo característico de uma SEA ou uma DBR, com a repetição de alguns momentos de redesenho, implementação, análise e novos redesenhos. Contudo, nos parece pertinente cumprir um ciclo completo do processo iterativo, culminando com o redesenho didático da SEA, que levará à versão final do produto didático do mestrado.

O redesenho só é possível a partir da análise das situações de ensino, a qual consistirá na segunda etapa da pesquisa. A análise consistirá na interpretação das situações de aula, a partir de dados coletados durante a implementação da SEA com os alunos. A partir da Teoria das Situações Didáticas, buscaremos verificar o potencial das atividades em termos de aprendizagem, verificando se o conhecimento científico foi aprendido pelos alunos e se estes participaram nas discussões. Além disso, a

análise buscará interpretar a ação dos princípios de design nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

4.3. Natureza da pesquisa e instrumentos de coleta de dados

A fim de que os objetivos traçados se concretizem, esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa, que de acordo com Malheiros (2011, p. 209):

[...] estão orientadas para identificar interpretações, formas de se relacionar com o mundo e com as demais pessoas para identificar o que há de comum e o que se diferencia. Além disso, interessa-se em saber como a interpretação de uma pessoa pode influenciar um determinado fenômeno.

Partindo do princípio de que a pesquisa DBR coloca o investigador em posição ativa quanto a sua participação, a observação das aulas foi a forma utilizada para a coleta de dados, que foram registradas por meio de gravações audiovisuais e anotações de sala de aula. Malheiros (2010, p. 211) comenta que:

Diversos autores concordam com a ideia de que a observação pode ser utilizada como método principal de coleta de dados de uma investigação ou como um dos métodos que compõem o arsenal de coleta. Quando é o método principal, fica a cargo do pesquisador utilizar sua bagagem de conhecimento no sentido de transpor aquilo que se observa para o signo linguístico.

A observação para coleta de dados se deu a partir de um protocolo, proposto por Malheiros (2010, p. 216) com os seguintes tópicos:

- Data, local, hora inicial e hora final;
- Características do grupo;
- Anotações descritivas;
- Anotações reflexivas.

As filmagens das aulas dispostas na Sequência de Ensino-Aprendizagem proposta foram transcritas e analisadas à luz da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau. A análise dos dados buscou verificar e categorizar a tipologia das situações didáticas, a fim de se constatar evidências da aprendizagem dos estudantes pelo conteúdo químico, buscando-se também avaliar a efetividade da SEA. Zago (2018, p. 36) comenta que a “Teoria das Situações Didáticas pode auxiliar na natureza

das interações e das ações dos alunos durante a resolução de problemas propostos pelas atividades que compõem a sequência didática”.

Azevedo (2008) explica que o tipo de situação didática encontrada nos momentos de interação entre aluno e professor mediante as atividades, denominado devolutiva do problema, fornece indícios de efetividade da SEA. A mesma autora (p. 95) complementa que:

Assim, diante de uma atividade cuja efetividade em sala de aula seja desconhecida pode-se, observando a sala de aula, verificar os contratos que acontecerão, o tipo de situação que o professor conseguiu desenvolver e assim percebe-se se a devolutiva aconteceu ou não. Se a devolutiva acontece, há forte evidência de que o saber transposto se tornou um saber escolar, pois é passível de ser aprendido pelo aluno.

Zago (2018) complementa que as situações adidáticas, onde o aluno se compromete com o problema proposto, sem a intervenção do professor, fazem emergir evidências de progresso intelectual dos alunos.

As transcrições das falas foram registradas em turnos conforme os critérios de Petri (2009) indicando o revezamento dos locutores e o seu conteúdo. O quadro 1 sintetiza os critérios estabelecidos.

Quadro 1 – Critérios para as transcrições das falas

Ocorrências	Sinais
Incompreensão de palavras ou segmentos	()
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)
Truncamento	/
Entonação enfática	MAIÚSCULA
Prolongamento de vogal e consoante	:::
Silabação	-
Interrogação	?
Qualquer pausa	...
Comentário descritivo do transcritor	((minúscula))

Comentários que quebram a sequência temática da exposição	“ ”
Simultaneidade de vozes	Ligando as linhas
Indicação que a fala foi interrompida em determinado ponto	(...)
Citações literais durante a gravação	“ ”

Fonte: Adaptado de Petri (2009)

4.4. Contextos e participantes

Os alunos participantes da pesquisa possuem uma faixa etária de 15 a 16 anos de idade e estão matriculados na segunda série do Ensino Médio. A escola em que a pesquisa foi desenvolvida é o atual ambiente de trabalho da pesquisadora, situada na cidade de Ibitinga, interior de São Paulo. A Escola Josepha Maria de Oliveira Bersano recebe crianças matriculadas no sexto ano até a terceira série do Ensino Médio, no horário matutino e vespertino. Localizada no centro da cidade, a escola atende alunos que residem no centro da cidade e em locais mais afastados de maior carência econômica. No tópico seguinte discutiremos a importância da Avaliação da Aprendizagem em Processo na escolha do tema concentração de soluções.

4.5. Avaliação da Aprendizagem em Processo (AAP)

A Coordenadoria Pedagógica (COPED) da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) explica no comunicado de quatro de setembro de 2019 que a AAP “se constitui em um instrumento investigativo da aprendizagem dos alunos, em termos de suas competências e habilidades, objetivando subsidiar a progressão das aprendizagens ainda não consolidadas”. Sedemaca (2017) aponta no resumo de sua dissertação que a AAP “é uma avaliação enviada pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP), aplicada no final dos três bimestres letivos e tem por finalidade auxiliar os professores para diagnosticar o nível de aprendizado dos alunos”. Conforme Souza (2015, p.44) aponta sobre o estudo dos dados da AAP:

A partir da análise dos resultados da AAP é possível aferir o modo quantitativo e qualitativo dos índices de rendimento a partir de habilidades já desenvolvidas e, conseqüentemente, de habilidades a serem alcançadas, bem como fornecer subsídios aos docentes de Ensino Fundamental e Médio para que possam criar estratégias e planos de ação a fim de modificar

ocorrências de baixo desempenho por meio de iniciativas de recuperação contínua da aprendizagem.

A mesma autora relata que a AAP teve início em 2011 e ao longo dos anos a avaliação foi sofrendo ajustes no seu desenho. Em 2014 ela foi constituída de 10 questões de múltipla escolha para os componentes curriculares de língua portuguesa e matemática. No ano de 2020, frente ao cenário pandêmico mundial a SEE-SP disponibilizou a versão digital da AAP, conforme tratado em um comunicado externo da COPED de número 34. O mesmo documento aponta que a realização da AAP por meio da tecnologia tem o “objetivo de ampliarmos oportunidades de interação e aprendizagem para nossos estudantes”.

A AAP é disponibilizada aos estudantes pela Plataforma de atividades e Avaliação Formativa de São Paulo (CAEd) por meio do acesso à Secretaria de Educação Digital (SED) conforme explica Boletim Informativo da Diretoria de Ensino da Região de Taquaritinga publicado no dia 13 de setembro de 2021.

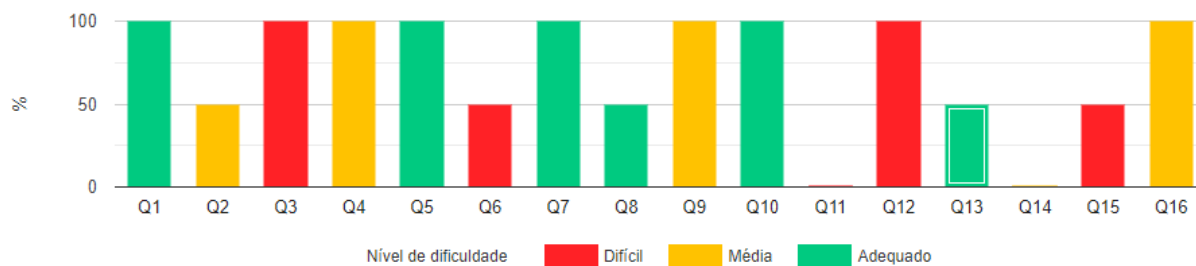
Para a vigésima terceira edição da AAP, aplicada no segundo bimestre de 2019, a COPED (2019) menciona sobre os conteúdos e habilidades avaliados:

- 3- A AAP é referenciada pelos conteúdos e habilidades previstas para cada bimestre/semestre na Matriz de Avaliação Processual – MAP, elaborada pela CGEB, para todos os anos e séries, disponibilizada à rede no início de 2016 e também disponível na plataforma Foco Aprendizagem da Seduc, além de atualizações específicas orientadas pela Coped;
- 4 – Na presente edição, serão avaliadas habilidades e conteúdos específicos propostos para o segundo bimestre na MAP, para as disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática de cada um dos anos e séries dos Ensinos Fundamental e Médio, com exceção da disciplina de Língua Portuguesa nos Anos Iniciais, em que a MAP está organizada semestralmente.

Souza (2015, p.46) sinaliza que “uma das principais finalidades da AAP está em subsidiar o planejamento de ensino e redimensionar objetivos e metas para a realização do trabalho pedagógico”.

4.5.1. Análise da AAP realizada pelos alunos participantes da Pesquisa

Por meio do acesso da professora e pesquisadora deste trabalho à Secretaria Escolar Digital (SED) podemos realizar o levantamento das habilidades não adquiridas pelos estudantes quando estes estavam no ano anterior à realização da pesquisa, conforme mencionado na introdução.



Fonte: Secretaria Escolar Digital

Analizando a Figura 7 que indica a porcentagem de acertos referente a habilidade avaliada na AAP do segundo bimestre no componente curricular de Língua Portuguesa, optamos em priorizar as habilidades que estão com 50% de acertos para o ensino de Química:

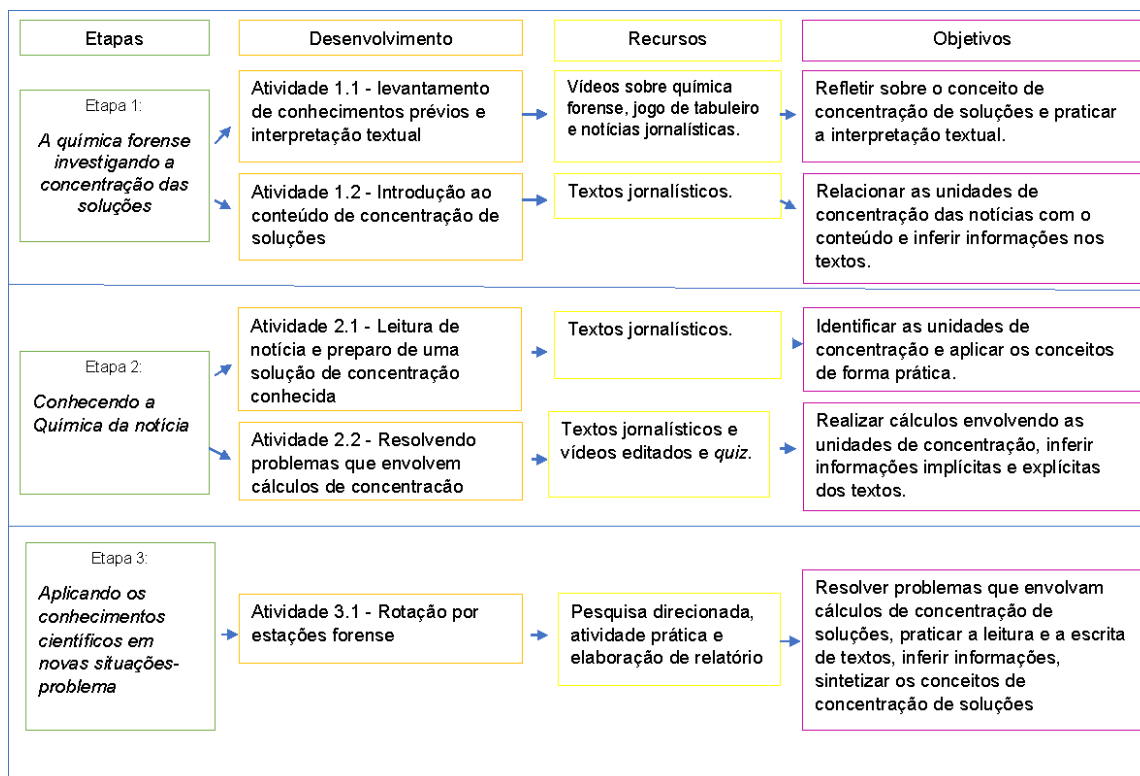
- Inferir informação implícita em textos (trecho de romance, conto, crônica, fábula, teatro, poema, convite, (batizado, aniversário, formatura, casamento), quadro, foto, notícia). Correspondente a questão de número 2;
- Localizar informação explícita em um texto (trecho de romance, conto, crônica, fábula, teatro, poema, convite (batizado, aniversário, formatura, casamento), notícia, quadro, foto). Correspondente a questão número 13.

4.6. A Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA)

Buscamos compor a sequência de ensino e aprendizagem com atividades apontadas nas pesquisas como potencializadoras da aprendizagem e que fossem capazes de promover as fases que compõem as situações didáticas de Brousseau. Desta forma, usufruímos de jogos em formatos de *quiz* e tabuleiro, vídeos e práticas de laboratório, intercalando as atividades mencionadas com a leitura e interpretação de textos jornalísticos relacionados com a química forense. Brousseau (1986, p.4, tradução nossa) esclarece que o “professor deve imaginar e propor aos alunos situações que eles podem viver e nas quais o conhecimento aparecerá como uma ótima solução na descoberta dos problemas colocados”. Zago (2018, p. 36) acrescenta que “a criação de meios didáticos são formas de favorecer a construção autônoma do conhecimento pelo aluno”. Neste sentido a SEA está formada por um total de três etapas, contendo cada uma delas duas atividades direcionadas à aprendizagem do conteúdo de concentração de soluções. Conforme já mencionado a SEA apresenta como princípio didático e epistemológico a contextualização e a interdisciplinaridade da química com a química forense. Portanto, as atividades

elencadas no planejamento e implementação da SEA apresentam de alguma forma uma contextualização com a química forense.

Figura 8 - Estrutura da sequência didática



Fonte: Autoria Própria.

4.6.1. Etapas da Sequência de Ensino-Aprendizagem

A sequência de ensino e aprendizagem foi dividida em três etapas contando com um total de duas atividades por etapa que por sua vez foram subdivididas em momentos. Os momentos caracterizam a mudança nos recursos utilizados dentro de cada atividade disposta nas três etapas. A seguir, descreveremos os momentos trabalhados em cada atividade proposta na SEA.

4.6.1.1. Etapa 1 - Momentos da atividade 1.1

A primeira etapa da SEA intitulada “A química forense investigando a concentração das soluções” apresenta duas atividades diferentes, em que a primeira busca levantar os conhecimentos prévios do estudante e a segunda inicia os estudos sobre o conteúdo de concentração de soluções. Para a realização da atividade 1.1 “Levantamento dos conhecimentos prévios e interpretação textual” organizamos 3

momentos distintos para possibilitar as interações didáticas desejadas e a construção do conhecimento.

Momento 1: Fizemos uso de dois vídeos sobre a Química Forense, sendo que um faz parte da série “Tudo se transforma” produzido pela PUC-Rio e o outro vídeo foi produzido pelo Núcleo de Toxicologia Forense da Polícia Científica de SP². A exibição dos vídeos teve o intuito de promover uma reflexão sobre a temática química forense e verificar quais conhecimentos do assunto os estudantes já possuíam. Em seguida, foi desenvolvido por meio da adaptação de um jogo de tabuleiro chamado “Scotland Yard”, originalmente da marca Grow, que posteriormente foi renomeado de “Química Investigativa” de autoria dos pesquisadores. A Figura 9 mostra o tabuleiro do jogo Química Investigativa.

Figura 9 – Tabuleiro do jogo



Fonte: Autoria própria

O jogo foi elaborado em uma plataforma de design gráfico chamado Canva e sua impressão foi dimensionada para ter 60 centímetros (cm) de largura e 40 cm de altura, a fim de facilitar a participação dos estudantes no momento de rolagem dos

² Destaca-se que, para a versão final do produto didático, optamos por excluir o segundo vídeo utilizado. A partir da implementação, compreendemos que o vídeo excluído não trouxe contribuições adicionais em relação ao já apresentado no primeiro vídeo. O vídeo excluído do produto didático está disponível em: <https://youtu.be/EWtZRWa19N0>

dados e andamento das peças. Inicialmente os alunos realizaram a leitura do caso “Lanche Mortal” e em posse de suas fichas de investigação realizaram as anotações que consideraram necessárias para responder às duas perguntas fundamentais para a resolução do caso. O conto disposto no jogo aborda a relação da química forense com o conteúdo de concentração de soluções, por meio dos cálculos que o estudante deverá fazer em relação à concentração do veneno que matou a vítima.

Figura 10 – Caso Investigativo “Lanche Mortal”



Caso 1

LANCHE MORTAL

Rosa é uma mulher alegre e descontraída, que atualmente está empolgada com os preparativos de seu casamento. Recentemente, Rosa recebeu telefonemas ameaçadores da ex-namorada de seu noivo, que não consegue aceitar a separação entre eles. Na noite de sexta, Rosa foi acariciada com um lanche e um refrigerante que pensou ser um presente de seu noivo. Por motivos ainda desconhecidos, Rosa veio a óbito nesta mesma noite, uma hora após ter degustado todo o lanche e bebido todo o refrigerante.

Seu trabalho é descobrir:

1- Qual é a substância tóxica ingerida pela vítima de homicídio?

2- Qual é a concentração em g/L usada para causar a morte da vítima?

Fonte: autoria própria

As pistas para que os jogadores possam vencer o jogo estão dispostas sequencialmente nos locais de entrada do tabuleiro.

Figura 11 – Pistas contidas no laboratório forense



Fonte: autoria própria.

Por meio da rolagem dos dados os jogadores se locomovem no tabuleiro podendo escolher por ordem de prioridade os locais que mais lhe interessam, porém para adentrar nos locais precisa-se entrar pela casa indicada pela seta no tabuleiro.

As anotações sobre as pistas fornecidas nos locais que os alunos consideraram serem relevantes para a elucidação do caso, puderam ser marcadas em suas fichas de investigação, conforme apresentado na Figura 12.

A ideia central dos locais dispostos no tabuleiro foi fornecer as pistas para que os estudantes discutissem com seus parceiros de grupo as respostas que solucionariam o caso e consequentemente ganhassem o jogo. Entretanto, o local do jogo chamado “Viatura” possibilita o jogador dirigir-se para qualquer local do tabuleiro independente da distância em que estaria. O local onde se encontra a Polícia apresenta o papel de encerrar o caso, promovendo a argumentação dos estudantes em relação à resolução do jogo para os demais participantes.

Figura 12 – Ficha de investigação

FICHA DE INVESTIGAÇÃO					
Pistas					
LABORATÓRIO QUÍMICA	PERÍCIA	CRIMINALÍSTICA	LABORATÓRIO FORENSE	SALA DE ARQUIVO	AULA DE QUÍMICA
SOLUÇÃO			SOLUÇÃO		
SOLUÇÃO			SOLUÇÃO		

Fonte: autoria própria

O jogo também contou com dois dados para a realização do andamento das casas até a entrada dos locais e com pinos de outros jogos de cores variadas que serviam de indicação para que os grupos se locomovessem no tabuleiro.

O objetivo do jogo foi promover diversas discussões entre os grupos possibilitando a interação dos estudantes com seus pares, com o meio e com a professora.

Momento 2: Iniciamos a leitura dos primeiros textos jornalísticos que abordavam um fato divulgado na mídia, envolvendo a contaminação das vítimas por algum agente tóxico do qual era de nosso interesse sua concentração prejudicial ao organismo. Escolhemos o caso da “Cervejaria Backer” noticiado em dois portadores diferentes, de forma que todas apresentassem as informações necessárias para as discussões sobre a concentração das substâncias que poderiam causar prejuízos à saúde. A Figura 13 apresenta a manchete das notícias trabalhadas em sala de aula.

Figura 13 – Manchetes dos jornais sobre o caso da cerveja contaminada



Fonte: autoria própria. Elaborado a partir de imagens capturadas dos sites

As notícias foram impressas e distribuídas aos alunos que estavam agrupados em duplas ou trios e o link das matérias também foi enviado via aplicativo de mensagens instantâneas. Todos os textos tratam da contaminação da cerveja por etilenoglicol e a intoxicação causada por sua ingestão. As notícias utilizadas no portal G1 – Minas Gerais foram as seguintes:

- “Ministério da Agricultura manda Backer recolher todas as cervejas da marca e suspender venda de produtos”.
- “O que se sabe sobre investigação relativa à Backer e síndrome que afetou 21 pessoas em MG”.
- “Polícia encontra presença de dietilenoglicol em um dos tanques da Backer em BH”.

Já a notícia do Jornal O Tempo apresentava como manchete “Contaminação em Belorizontina pode ter deixado cerveja com gosto adocicado”.

Em seguida, os estudantes realizaram a leitura das notícias jornalísticas que abordavam a temática química forense para posterior socialização de seus resumos entre os grupos. Algumas questões foram colocadas na lousa a fim de norteá-los no momento da exposição oral como:

- 1- Qual o nome portador da notícia?

- 2- Qual o título da notícia e a data?
- 3- Qual é o assunto tratado na notícia?
- 4- Quais informações o grupo considerou as mais importantes?

A socialização poderia ocorrer em forma de roda de conversa ou por meio da gravação de um vídeo estimulando os estudantes a comentarem suas impressões sobre os textos e colocando-os no papel de jornalistas.

4.6.1.2. Momento da atividade 1.2

Na atividade 1.2 da etapa 1 utilizamos apenas um momento para sua realização. O objetivo desta atividade foi promover a discussão e identificação do conceito de concentração comum e o desenvolvimento da competência leitora. Com o novo texto em mãos, os grupos de estudantes foram convidados a realizarem a leitura e a anotarem suas considerações sobre o questionamento proposto na lousa em uma folha separada a ser entregue para a professora. O questionamento sugerido abordou as seguintes perguntas:

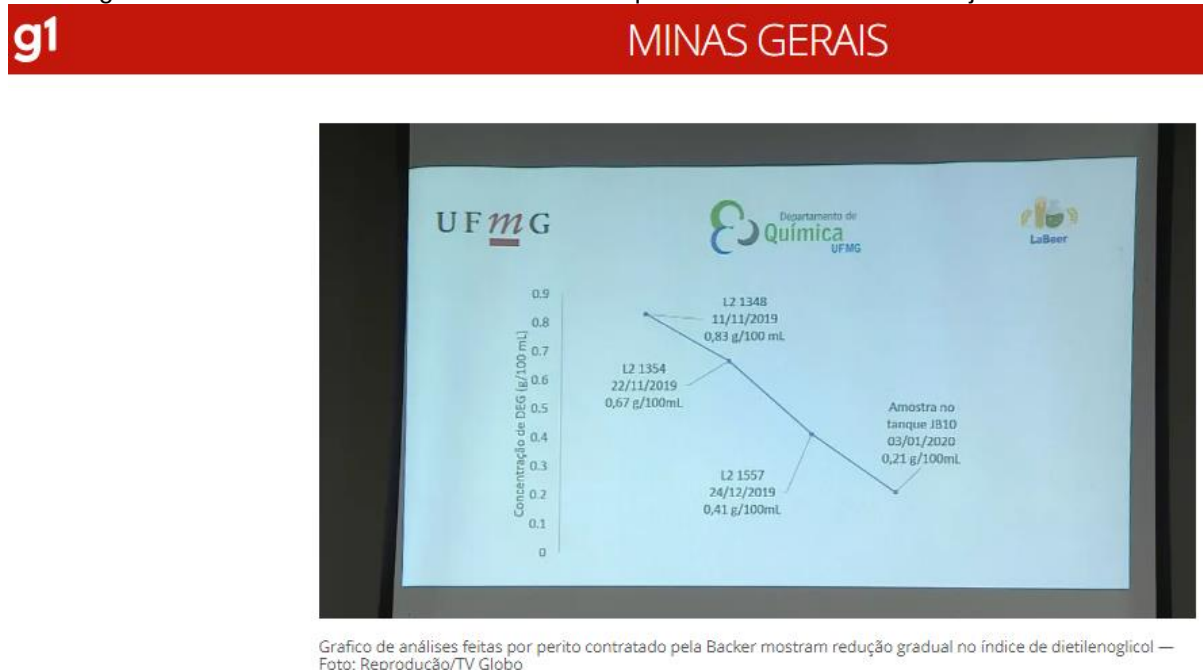
- Existe algum dado em seu texto, que explica a quantidade letal da substância para o ser humano?
- O que diz esse dado?
- Qual a sua interpretação para o dado identificado na notícia?
- Você já ouviu falar em concentração de soluções?
- Qual seria a quantidade letal de dietilenoglicol para um homem de 90 kg?

A notícia utilizada publicada no Portal G1 – Minas Gerais trouxe como manchete “Quantidade de dietilenoglicol em Belorizontina detectada por perícia da Backer poderia matar, diz Polícia Civil”. Após sua leitura, foi desenhado na lousa o gráfico contido na notícia a fim de promover uma discussão mais criteriosa a respeito do conceito de concentração comum. Alguns questionamentos foram propostos a fim de auxiliar na reflexão sobre o conceito de concentração comum, como por exemplo:

- O que significa dizer que a concentração de dietilenoglicol (DEG) no dia 11/11/2019 é 0,83 g/100ml? E para o dia 22/11/2019?
- Caso a cerveja fosse embalada em lata de alumínio com capacidade de 300 mililitros (mL), quantos gramas de DEG estariam presentes na amostra?
- Supondo que um homem de 90 kg ingerisse a cerveja embalada nessa lata, ele estaria saudável?

- O texto aponta que em uma garrafa do lote analisado pela perícia foi constatado um total de 0,21g por 100 ml de DEG no tanque de número 10, ou seja, 1,26g por garrafa de 600 ml. Verifique qual seria a concentração g/L de DEG neste tanque.

Figura 14 – Gráfico contido na notícia sobre a quantidade de DEG na cerveja contaminada



Fonte: autoria própria. Elaborado a partir de imagens capturadas dos sites

A atividade 1.2 de maneira geral buscou promover diversas reflexões em torno do significado de concentração comum e as soluções aquosas, por meio da leitura de notícias jornalísticas e interpretação de gráficos.

4.6.1.3. Etapa 2 - Momentos da atividade 2.1

No primeiro momento desta atividade sugerimos a leitura de notícias jornalísticas diversas que traziam como manchete algum caso de envenenamento, de forma que a temática química forense fosse abordada. Este momento da atividade foi realizado na sala de informática da escola, pois os textos dispostos aos alunos foram apresentados na versão on-line. Todas as notícias tratam de casos de envenenamento por “chumbinho”, ressaltamos aqui, que não se trata de contaminação pelo elemento chumbo, mas sim de uma mistura de venenos agrícolas do grupo químico carbamato e organofosforados. O veneno “chumbinho” é produzido ilegalmente de forma criminosa e sua venda ou compra é considerada crime. As notícias utilizadas para esse momento da atividade foram:

- Notícia do portal G1 Mogi das Cruzes e Suzano: Laudo confirma veneno potente em menino morto em fevereiro, em Mogi.
- Notícia do Jornal digital Metrôpoles: Laudo da PCDF confirma: professor morreu envenenado por raticida.
- Notícia do Jornal digital Metas: Mulher recebe pena de 21 anos por matar marido em Brusque.
- Notícia do site do Sindicato dos peritos criminais de São Paulo: Peritos criminais descobrem que moradores de rua foram envenenados em Itapevi.

O segundo momento da atividade 2.1 contou com a exibição de dois vídeos editados na Plataforma *Edpuzzle* sobre concentração comum e concentração em quantidade de matéria. O vídeo sobre concentração comum pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <https://edpuzzle.com/media/61894b933a3d11419c6fa9bb>. Já o segundo vídeo sobre concentração em quantidade de matéria pode ser acessado por meio do endereço: <https://edpuzzle.com/media/6188185cf1fb76414d5c690>. Esta plataforma permite que o usuário escolha qualquer vídeo postado no *youtube* sobre o tema e acrescente perguntas pertinentes sobre o conteúdo tratado. O visualizador do vídeo só consegue dar sequência em sua exibição após responder à pergunta corretamente. Os vídeos originais foram selecionados no canal “A viagem de Kemi” e os nomes dos vídeos, respectivamente são: Concentre-se nas soluções!! e Concentração em quantidade de matéria é moleza. Apesar do conceito sobre mol ter sido abordado na série anterior, os alunos não apresentaram dificuldades em desenvolver as atividades propostas. Um *quiz* elaborado na plataforma *Kahoot!* também foi realizado com os estudantes, a fim de que os conhecimentos adquiridos fossem acionados e possíveis dúvidas. Como a SEA foi aplicada em 2021 o link disposto aos alunos não se encontra mais acessível, pois prezamos em utilizar recursos gratuitos. As imagens dos exercícios dispostos no quiz estão logo abaixo:

Figura 15 – pergunta 1 do Quiz

1 - Quiz

Supondo que a concentração estivessem escritas: veneno no suco da vítima 10% (m/V). O que significa?



	10 gramas de veneno em 1 L de suco	✗
	10 gramas de veneno em 100 mL de suco	✓
	10 gramas de veneno em 1000 mL de suco	✗
	10 mL de veneno em 10 gramas de suco	✗

Fonte: autoria própria

Figura 16 – pergunta 2 do Quiz

2 - Quiz

Supondo que a concentração estivesse escrita 5% em massa de tóxico no bolinho (m/m). O que significa?



	5 gramas de tóxico em 100 gramas de solução	✓
	5 gramas de tóxico para cada 1 L de solução	✗
	5 gramas de tóxico em 1000 mL de solução	✗
	5 mL de tóxico para cada 1 L de solução	✗

Fonte: autoria própria

Figura 17 – pergunta 3 do Quiz

3 - Quiz

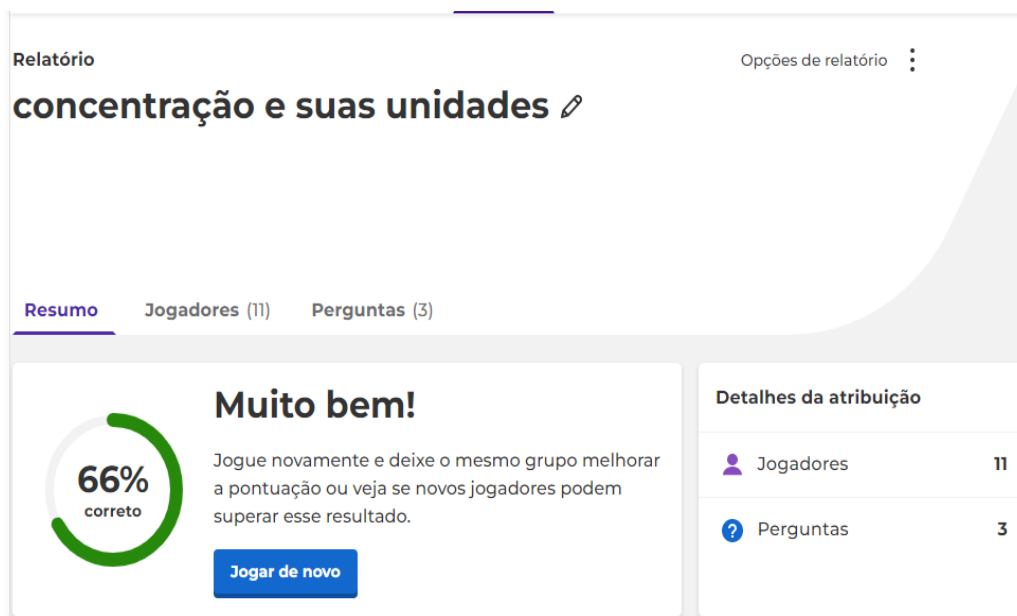
O que significa expressar a concentração 15% de contaminante no suco (v/v)?



	15 mL de contaminante em 100 mL de solução.	✓
	15 mL de contaminante em 1 L de solução	✗
	15 gramas de contaminante em 15 gramas de solução	✗
	15 gramas de contaminante em 1 L de solução	✗

Fonte: autoria própria

Figura 18 – Pontuação dos participantes



Fonte: autoria própria

4.6.1.4. Momentos da atividade 2.2

Para o primeiro momento desta atividade trabalhamos outras notícias de jornais em sala de aula que abordassem a concentração em porcentagem e em partes por milhão. As notícias utilizadas foram:

- Notícia do Portal G1: Monóxido de Carbono pode ter matado casal em Minas Gerais.
- Notícia do Portal G1: Fogo não deve ser colocado em ambientes fechados, diz perito.
- Jornal da USP: Uso de álcool em gel aumenta acidentes com queimaduras.

Para o segundo momento desta atividade foi proposto o preparo de 10 mL de uma solução de cloreto de sódio 0,05 mol/L no laboratório de Ciências da escola, permitindo que os alunos vivenciassem os conceitos trabalhados em sala de aula.

Esta etapa buscou auxiliar os estudantes na compreensão das definições sobre as concentrações das soluções de forma a poderem utilizá-las em outros contextos.

4.6.1.5. Etapa 3 - Momento da atividade 3.1

Esta etapa apresentou uma única atividade com um só momento, que foi desenvolvido a partir da metodologia ativa chamada rotação por estações, que ocorre através de ilhas de estudo no laboratório de ciências. Nesta atividade procurou-se colocar o estudante no papel de um químico forense que tinha a missão de descobrir se as amostras de leite recolhidas pela Polícia Científica estavam realmente

adulteradas. Para isso as ilhas foram divididas de acordo com seus objetivos da seguinte maneira:

- Ilha 1 – Análise de um caso de intoxicação por consumo de leite adulterado

Duas notícias que abordavam a adulteração do leite foram sugeridas para a leitura, a fim de situarem os peritos sobre o assunto e auxiliar nas investigações. A primeira notícia tinha como manchete “Quadrilha usava soda cáustica e outras substâncias para adulterar leite, matéria do portal G1; a segunda notícia foi “Justiça condena acusados de adulterar leite a pena de mais de cinco anos” retirada do portador Canal Rural.

- Ilha 2 – Identificando se houve ou não adulteração do produto

Os materiais e os reagentes ficaram dispostos na bancada para que os estudantes pudessem realizar os experimentos de análises colorimétricas nas amostras enviadas pela Polícia. O roteiro para realização do experimento encontra-se no apêndice.

- Ilha 3 – Elaborando o laudo

Com o auxílio das anotações feitas pelos estudantes na ilha 2, foi proposto a elaboração de um laudo pericial sobre os resultados das análises realizadas e uma pesquisa em seus próprios dispositivos móveis sobre as possíveis dúvidas nos resultados.

Análises físico-químicas de Controle de Qualidade

Laudo Técnico

Analistas:		
Produto	Leite	Leite em pó
Validade		
Lote		
Fabricação		

Materiais e Reagentes	
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	

Procedimento	
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	

Fonte: autoria própria.

5. Resultados e discussão

Mostraremos os dados obtidos em sala de aula por meio das transcrições das aulas gravadas, aqui utilizaremos apenas os excertos que caracterizam a tipologia da situação em questão, visto que a totalidade das transcrições se encontram no apêndice desta dissertação. A SEA inicialmente foi aplicada quando os estudantes da mesma série se revezavam em 2 turmas menores mensalmente para frequentar a escola em meio à Pandemia de Covid-19. No mês seguinte todos os alunos matriculados foram liberados para frequentar a escola, entretanto, contamos com a participação de nove alunos da Segunda Série durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

As aulas que descreveremos compõem o corpo de atividades dispostas na sequência de ensino-aprendizagem desenvolvida, onde os momentos de interação analisados ocorrem entre os estudantes e entre a professora com os estudantes. A dinâmica da aula na etapa 1 investiga os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, para que em seguida seja desenvolvido o conceito de concentração comum. Em relação à etapa 2, nosso objetivo foi desenvolver o conteúdo de concentração de soluções por meio da discussão de textos, vídeos e experimentos.

Todas as interações apresentadas no desenvolvimento da sequência de ensino-aprendizagem que caracterizaram uma situação didática foram organizadas em tabelas de forma a facilitar a visualização dos dados.

A análise das aulas conforme a observação das interações anteriormente mencionadas na realização das atividades propostas segue detalhada no próximo tópico.

5.1. Episódios da Etapa 1

Faremos a análise do primeiro momento da atividade 1.1 e 1.2 da primeira etapa da sequência de ensino-aprendizagem.

Para a realização desta atividade, as duplas de estudantes jogaram umas contra as outras de forma que a primeira dupla a solucionar o caso seria a vencedora do jogo. O tempo utilizado para aplicação desta atividade foram 4 aulas. Neste dia os Alunos (A_n , onde $n = 1, 2, \dots$ número total de alunos) foram agrupados na mesma sala onde a professora fez a exibição do vídeo e propôs a leitura dos textos.

5.1.1. Exibição do vídeo sobre Química Forense

O primeiro vídeo utilizado para este momento teve duração de aproximadamente 5 minutos, o segundo vídeo com 14 minutos e a montagem da aparelhagem pela professora com o auxílio dos alunos durou mais 4 minutos. Este momento teve uma duração total de 23 minutos, contando a visualização dos vídeos com as interações ocorridas em sala.

Silva e Mercado (2010, p. 94) apontam que o uso do vídeo como recurso didático em sala de aula:

Possibilita o despertar da criatividade à medida que, estimula a construção de aprendizados múltiplos, e a partir da exploração da sensibilidade e das emoções dos alunos, além de contextualizar conteúdos variados. A partir desse conjunto de possibilidades, o professor pode conduzir o aluno a aprendizados significativos que fomentem princípios de cidadania e de ética.

Após a exibição dos vídeos, a professora (P) questiona os alunos quanto às informações apresentadas sobre a química forense: *Quando eles falaram da reação do luminol, o que mais chamou a atenção de vocês?* Nesta fala fica explícita a intenção de querer ter ensinado algo, caracterizando ao nosso ver uma situação didática. Quando A5 responde o questionamento dizendo: *Que o luminol pode detectar sangue mesmo que o assassino tenha limpado o sangue*, podemos interpretar que aluno e a professora estão em uma situação de formulação. Aqui o aluno comunica sua ideia à professora sem se ater às explicações científicas que as justificam.

5.1.2. Jogando Química Investigativa

A professora (P) inicia a aula explicando o funcionamento do jogo à dupla de estudantes sentados em torno do tabuleiro na sala de aula. Podemos identificar pelos gestos dos alunos uma aparente satisfação em saber o funcionamento do jogo. Os alunos não apresentaram dúvidas em relação à jogabilidade, de forma que rapidamente se colocaram a jogar rolando os dados. Percebemos uma situação de ação, pela decisão tomada pelos alunos em iniciar a atividade independentemente dos erros e acertos que viriam a ocorrer, as falas a seguir caracterizam a afirmação: A6 *“Eu vou para o laboratório forense”*, A4 *“Criminalística”*, A1 *“Aula de Química”*. Os alunos moviam-se pelo tabuleiro dizendo em voz alta os espaços que eles entraram no jogo buscando as pistas contidas em cada um desses locais.

No decorrer do jogo podemos perceber evidências de uma situação de formulação nas seguintes interações entre os alunos sem a intervenção da professora: A2 “Entra na sala de arquivos”, A5 “Ela falou que podia entrar mais de uma vez”, A3 “O certo é andar casinha por casinha”, A1 “Você já pegou a pista dessa sala?”, A5 “Mas é semelhante... mas eu não lembro!”, A5 “Só falta fazer a conta”, A5 “Eu já achei a resposta da letra A. Você pegou?”. Aqui os alunos traçam estratégias e as comunicam com os demais colegas a fim de resolverem o enigma proposto pelo jogo. Uma situação de formulação acontece, segundo Brousseau (2007, p. 12), por meio da observação de dois momentos que são “a) quando o representante da equipe fica à frente, jogando e b) quando a equipe debate”. Fica evidente nas interações acima que A5 é o líder da equipe caracterizando o momento “a” proposto por Brousseau e as discussões presentes nas outras falas apontam para o momento “b” referente ao debate. Percebemos na fala de A5 “Tentem focar na perícia porque ela vai ter o número de coisas”, que nesse momento o aluno já tinha traçado as estratégias exatas que respondiam o primeiro questionamento do jogo comunicando-as ao demais, afirmando que esse trajeto é o correto. Esse momento de interação entre os alunos caracteriza a situação de formulação, em que Brousseau (2007, p. 12) explica que “o aluno não só deve comunicar uma informação, como também precisa afirmar que o que diz é verdadeiro dentro de um sistema determinado”. Na fala de A1 com os demais colegas “Para descobrir tem que fazer a conta” identificamos novamente uma situação de formulação na resolução do segundo enigma, em que o aluno comunica aos demais a melhor estratégia para se ganhar o jogo. Posteriormente os alunos calculam a concentração do veneno, mostrando-as para a professora que prontamente os corrige. Nesse momento em que a professora diz “vou corrigir as contas de vocês” e observamos a atenção dos alunos na correção dos cálculos, identificamos a situação de institucionalização. Para Brousseau (2007, p. 14) uma situação de institucionalização acontece quando “...os professores realmente eram obrigados a “fazer alguma coisa”: tinham que dar conta da produção dos alunos, descrever os fatos observados e tudo que estivesse vinculado ao conhecimento em questão”.

FICHA DE INVESTIGAÇÃO					
Pistas					
LABORATÓRIO QUÍMICA Foi detectado na embalagem do medicamento vestígios de um pó cristalino de cor branca escura.	PERÍCIA Foi observado no local do homicídio que a vítima consumia, teve diarreia e sangramentos.	CRIMINALÍSTICA A análise das vísceras da vítima constatou a presença de um veneno muito potente. O veneno ataca os pulmões, fígado e rins.	LABORATÓRIO FORENSE Lixido irregularmente com notável agitação abortiva e para sintoma de homicídios.	SALA DE ARQUIVO No Estado do Rio Grande do Sul foram registrados de 900 a 1500 casos de intoxicação anual deste composto.	AULA DE QUÍMICA O nome do veneno causa do homicídio é semelhante ao elemento químico, porém de maior toxicidade ao organismo.
SOLUÇÃO A vítima morreu por asfixia.			SOLUÇÃO A concentração em g/L usada para causar a morte.		
SOLUÇÃO veneno chumbinho.			SOLUÇÃO foi de 15,6.		

Fonte: autoria própria

Figura 21 – Ficha preenchida por outro aluno

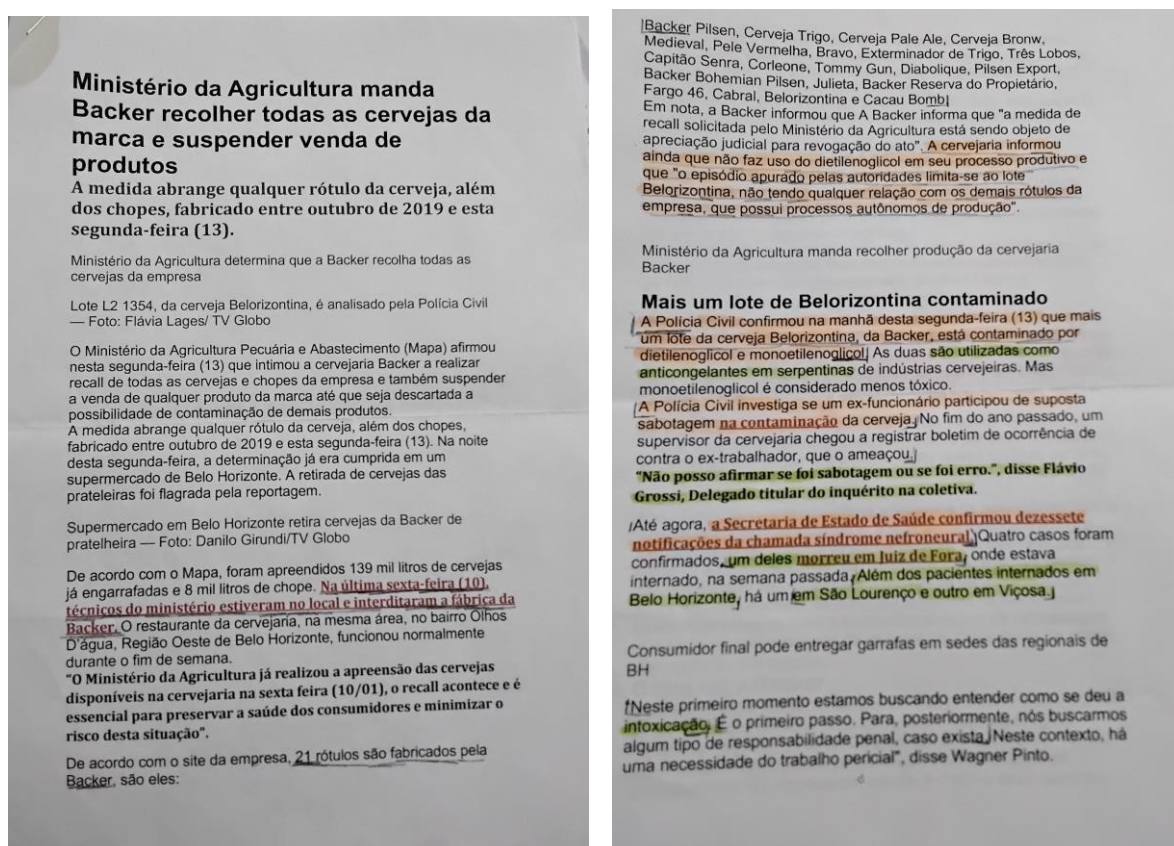
FICHA DE INVESTIGAÇÃO					
Pistas					
LABORATÓRIO QUÍMICA multiconcentrado de oxímato em menor quantidade e orgânico e produz substância extremamente tóxica.	PERÍCIA A vítima é uma mulher de 30 anos, magra, 60 kg de peso, 15,50.	CRIMINALÍSTICA A análise dos órgãos da vítima constatou a presença de um veneno muito potente. O veneno ataca o pulmão, fígado e rins.	LABORATÓRIO FORENSE 15,50 11,00 0000 0000+ 0000+ 0000+ 150000 - 300ml $X > 1000 \text{ ml}$ $300X = 15.500 \cdot 1000$ 51.666	SALA DE ARQUIVO No Estado do Rio Grande do Sul foram registrados de 900 a 1500 casos de intoxicação anual deste composto.	AULA DE QUÍMICA O nome do veneno causa do homicídio é semelhante ao elemento químico, porém de maior toxicidade ao organismo.
SOLUÇÃO			SOLUÇÃO 1 - Chumbinho		
SOLUÇÃO			SOLUÇÃO 2 = 51.666		

Fonte: autoria própria

5.1.3 Leitura de textos jornalísticos

Os alunos estavam dispostos na sala de aula em duplas e com os textos em mãos, enquanto outros preferiram o link das matérias jornalísticas para lerem em seus celulares. Foi possível observar que as duplas A1/A3 e A4/A5 acionaram o procedimento de grifar as partes importantes do texto conforme mostra a figura:

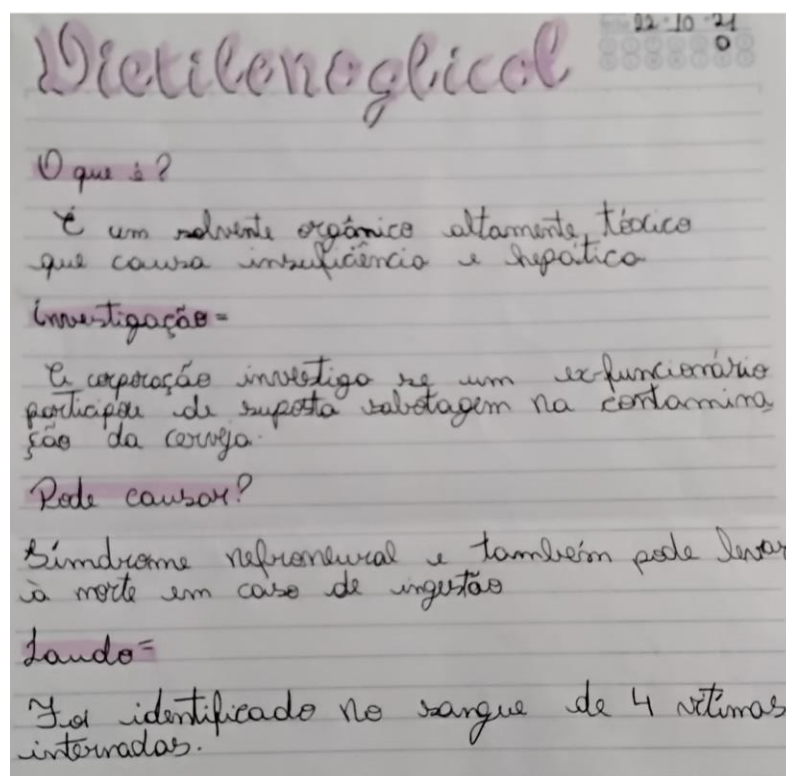
Figura 22 – Procedimento de leitura



Fonte: autoria própria

Os alunos foram convidados a escreverem as ideias principais em uma folha separada, como o exemplo da dupla formada por A6/A9, que desenvolveram o resumo apresentado na figura abaixo:

Figura 23 – Resumo da notícia escrita pelos alunos



Fonte: autoria própria

A leitura dos textos indicou a ocorrência de uma situação didática, conforme aponta as transcrições dos turnos de 188 a 197, destacadas no Quadro 2:

Quadro 2 – Interações alunos e professora

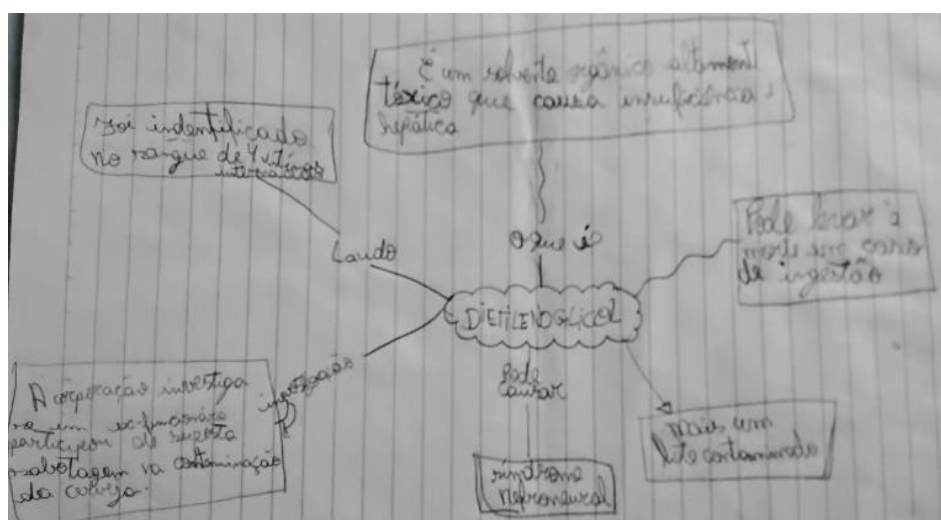
Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
187	A7: É para falar o que eu entendi do texto?		
188	A9: É isso... e daí nós explicamos o que entendemos		
189	P: Isso mesmo. Vocês estão com o texto da reportagem, vocês irão fazer a leitura, irão discutir e aí fazer um esquema para poder passar para as outras duplas o que estão lendo, porque cada um vai ter um texto. Então a dupla A não sabe como é o texto da dupla B. tudo bem? Alguma dúvida?	Alunos lendo o texto	Situação didática
190	A3: Como eu faço?		

191	Você faz um esquema da sua reportagem com o que você entendeu.		
192	A2: Então eu leio para depois eu falar?		
193	P: Sim		
194	A6: Esse negócio é lá da cervejaria B.H.?		
195	P: Isso, é a Belo Horizontina. Esse é o primeiro caso que vamos investigar.		
196	A2: Tenho que ler, estudar e falar o que entendi, é isso?		
197	P: É isso.	Alunos fazendo a leitura.	

Fonte: autoria própria

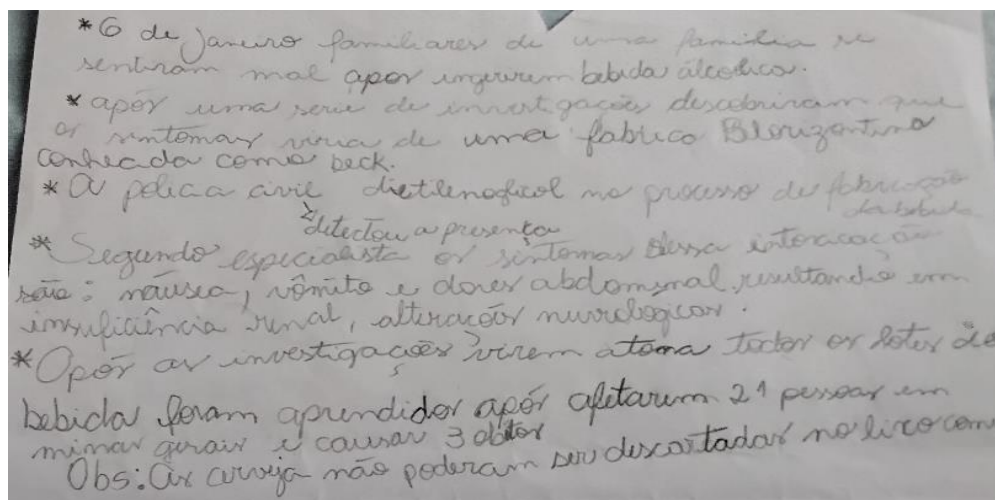
Os turnos de 187 a 190 apresentam a intencionalidade da professora na aplicação da atividade de leitura questionada pelos estudantes, conforme Brousseau (2007, p. 11) aponta que uma situação didática envolve “o contexto que cercava o aluno, projetado e manipulado pelo professor, que a considerava uma ferramenta”.

Figura 24 – Esquema realizado pelos alunos



Fonte: autoria própria

Figura 25 – Resumo da notícia



Fonte: autoria própria

As figuras 23 e 24 mostram que os alunos realizaram a atividade de forma plenamente satisfatória, em que alguns alunos optaram em fazer esquema e outros escreveram resumo. Nesta atividade tivemos a ocorrência de uma situação de ação, pois de acordo com Brousseau (2007, p. 35) em uma situação desse tipo:

Podemos representar esses conhecimentos por meio de descrições de táticas (ou procedimentos) que o indivíduo parece seguir ou pelas declarações daquilo que parece levar em consideração, mas tudo são só projeções. A manifestação observável é um padrão de resposta explicado por um modelo de ação implícito.

5.1.4. Leitura da notícia com o gráfico de concentração

As interações ocorreram após a entrega do texto e o desenho do gráfico na lousa da reportagem tratada na notícia, percebidas nos turnos de 212 a 214.

Quadro 3 – Interações aluno com a professora

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
212	A3: Prof. O que é concentração?		Situação de ação
213	P: Vamos pensar assim: o Dietilenoglicol (DEG) dissolvido na cerveja, estou	Alunos mexem a cabeça concordando	

	usando esse exemplo de solução, então a concentração seria assim: a quantidade em gramas de DEG dissolvidas em 1 litro de cerveja, isso seria a concentração. Então a concentração vai falar para vocês a quantidade em gramas da substância dissolvida na solução, que no caso é a cerveja.	com a fala da professora.	
214	A3: Ah, sim!		

Fonte: autoria própria

Faremos uma relação entre as afirmações de Brousseau acerca da situação de ação dentro de uma atividade de jogo com as interações da leitura do texto observado. Brousseau (2007, p.12) descreve que “A primeira fase do jogo corresponde a uma situação típica de ação: a cada passo, e um por vez, os alunos, depois de analisar o estado da competição, tomam decisões e propõem um número”. Em relação à leitura de um texto, entendemos os questionamentos sobre o assunto abordado, o primeiro passo dado pelo estudante que o levará a uma análise das partes que contribuíram para sua compreensão. As indagações aqui podem ser consideradas como os passos dados, um de cada vez, como no jogo estudado por Brousseau em que o estudante procura tomar decisões a fim de ganhar a partida.

Portanto, podemos caracterizar esses momentos de fala dos alunos em que se questiona algum ponto importante do assunto como uma situação de ação referente à atividade proposta.

5.2. Episódios da Etapa 2

Analisaremos os momentos das atividades 2.1 e 2.2 da etapa 2 da Sequência de Ensino-Aprendizagem elaborada. Na atividade 2.1 foram propostas 4 notícias em diferentes portadores on-line que tratavam da concentração de venenos que levaram as vítimas à óbito. As outras atividades realizadas foram: visualização de vídeos editados, um quiz na plataforma Kahoot! e três exercícios na lousa. Os alunos estavam agrupados em duplas e trios na sala de informática da escola munidos de um computador para cada equipe. A atividade 2.2 foi realizada por meio da leitura de três textos sobre concentração em porcentagem, em partes por milhão e dois exercícios na lousa.

5.2.1 Leitura de notícias, vídeo e jogo.

As interações dos turnos 229 ao 238 retomam o conceito de concentração e as interações dos turnos 239 ao 246 permitem que os estudantes revejam seus cálculos anteriores de forma que possam aplicá-los em outro contexto.

Quadro 4 – Interações transcritas

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
229	P: Estou indo. Concentração em gramas por litro significa a relação entre a massa do soluto em gramas pelo volume da solução em litros. É o que estamos trabalhando até agora. Vocês jogaram o jogo que tinham o veneno “chumbinho” que estava dissolvido no refrigerante, vocês leram várias reportagens onde os criminosos usaram justamente os venenos dissolvidos em alguma coisa para matar suas vítimas, tudo isso está ligado a concentração comum, onde você vai falar a quantidade em gramas do soluto que no caso é o veneno dissolvido em 1 litro de água, refrigerante...1 litro de solução. Em um refrigerante por exemplo com 10 g/L de “chumbinho” que a polícia achou, vai significar que temos 10 g de veneno em 1 Litro de refrigerante, pois o padrão é para 1 L.		
230	A5: E se for ml?		Situação de ação
231	P: Você transforma para 1 litro, não esquece que 1 litro corresponde a 1000 ml.		
232	A5: A mulher tomou 300 ml de refrigerante, faz uma dose de 1 litro e coloca os 300 ml que ela tomou.	Alunos discutindo com o grupo	Situação de validação
233	P: Algum problema aqui? Pessoal existe uma fórmula para calcularmos isso, mas eu acho que não tem necessidade, pois é só sabermos essa relação.	Alunos respondem que não	
234	A2: A fórmula é muito difícil?		
235	P: Não! essa é a fórmula, massa do soluto dividida pelo volume da solução. Vamos entender que você está justificando que o soluto é a menor parte, pois é o que será dissolvido e a	Professora escreve a fórmula na lousa.	

	solução é quando temos os dois em um litro de solvente, retomando, se eu tiver sal e água quem é o soluto?		
236	A2: Sal		
237	P: E a água vai ser quem?		
238	A5: Solvente		
239	P: Quando misturamos água e sal, temos uma solução, solução salina no caso, tudo bem? Vamos pensar em uma continha simples e bem básica, vamos pensar lá no nosso jogo...temos 300 ml de refrigerante, então vamos supor que a concentração lá era de 10 g em 300 ml de refrigerante, daí eu falo para vocês qual era a concentração em gramas por litro de veneno? Como eu resolvo isso? Aqui vocês conseguem me falar? Vocês têm 10 g de veneno em cada 300 ml de refrigerante, mas o padrão não é para 300 ml mas sim para 1000 ml, para 1 litro que é 1000 ml, como eu resolvo essa conta aqui sem usar fórmula?	Alunos respondem afirmativamente. Professora retoma as contas realizadas na aplicação do jogo	
240	A5: 300 ml?		
241	P: Algum problema nisso? Eu só abri o que está escrito aqui...10 g de “chumbinho” em 300 ml de refrigerante, qual é o lance então? É para 300 ml que eu quero?	Alunos respondem balançando a cabeça em sentido de negação.	
242	A5: É para 1000 ml.		
243	P: Então eu vou por ml embaixo de ml. Quantas gramas de veneno eu vou ter? não sei...vou descobrir colocando um x. Vamos cortar as unidades iguais, ml com ml porque está igual. 300 x... quanto dá?	Professora explica na lousa.	
244	A5: 300 x é igual a 10 vezes 1000		
245	A2: 10.000		
246	P: 10.000 dividido por 300, vamos cortar esses zeros, meu x deu? Vocês entenderam?	Alunos respondem afirmativamente.	

Fonte: autoria própria

Após a retomada do conceito de concentração, no turno 230, A5 dirige um questionamento para a professora que o permitirá uma compreensão mais específica do conteúdo relacionado às transformações das unidades de medida. Consideramos aqui uma situação didática de ação, pois conforme explanado anteriormente, as perguntas que corroboram uma tomada de decisão para o aluno caracterizam essa situação no contexto de estudo em sala de aula.

No turno 232, percebemos na fala de A5 a comunicação de uma estratégia para os demais reportando-se para os cálculos realizados no jogo Química Investigativa. Na fala anterior da professora não houve a menção do volume contido na lata de refrigerante presente no jogo, mas que foi acionado naquele momento pelo aluno de forma que fosse relacionado com os novos dados recentemente tratados. Diante dessas observações concluímos ter ocorrido uma situação de validação, em que, conforme Brousseau (2007, p.12) aponta “os alunos organizam enunciados em demonstrações, constroem teorias – na qualidade de conjuntos de enunciados de referência”.

Quadro 5 – Outras interações

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
247	P: Existe só esse tipo de concentração?	Alunos respondem negativamente.	Situação didática
248	P: Existe a concentração em quantidade de matéria, em massa e em partes por milhão. A concentração em mol/L, em % e ppm serão as que vamos usar.		
249	A5: Prof. Vamos usar esses cálculos para chegar lá?		
250	P: Isso, para chegar lá também.		
251	A5: Eu sei...pelo caminho mais fácil?		
252	P: Pela matemática		
253	A5: Mas se for fazer com outros números iria dar certo?		
254	P: Daria sim! Agora iremos ver a concentração em quantidade de matéria. A		

	primeira coisa que iremos ver de diferente em relação a comum é que na comum estávamos trabalhando com o grama e aqui vamos trabalhar com mol. Vocês lembram o que é mol?		
255	A5: Não		
256	P: O mol é uma unidade de medida. Vamos pensar no átomo, um átomo é uma entidade muito pequena, então convém trabalharmos com um “pacote”. O mol nada mais é que uma unidade de medida. Vamos supor que seja um mol de átomos, quantos átomos vamos ter dentro do meu pacote? Na química você vai saber. Esse número tem que guardar no coração $6,02 \times 10^{23}$ seiscientos e dois setilhões de átomos. Esse número muda? Não muda.		
257	A5: Tenho que gravar isso?		
258	P: Sim. Então se for um mol de moléculas temos $6,02 \times 10^{23}$ moléculas. O mol nada mais é que uma unidade de medida para quantidade de matéria, não se esqueçam disso.		

Fonte: autoria própria

As interações da transcrição acima não ultrapassaram o limite da intencionalidade da professora caracterizando uma situação didática. Todos os questionamentos deste episódio remetem apenas à explicação do novo conceito apresentado, o que faz com que uma situação didática aconteça.

Quadro 6 – Interações do quiz

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
265	A2: Dona, e agora? Fiquei em segundo lugar.	Professora o parabeniza.	Situação didática
266	A6: Prof. Vem aqui me ajudar!	Professora segue até a carteira do aluno.	
267	A11: Professora não quer entrar!	Professora observa a maneira que o aluno	

		está entrando no site e o auxilia.	
268	A1: Foi o que eu falei Prof. Solvente é a parte da solução que está em maior quantidade como por exemplo, a parte que dissolve o soluto, exemplo: se você pegar sal e água, sal é o soluto e a água é o solvente, o solvente é o que vai ser dissolvido.	Professora concorda com a explicação do aluno.	Situação de validação.
269	A11: Ah! É verdade.		

Fonte: autoria própria

As interações decorrentes do quiz demonstram no turno 265 a 267, os alunos acessando a atividade proposta conforme a intencionalidade do professor caracterizando uma situação didática. Brousseau (2000, pág.21) esclarece que uma situação didática apresenta dois significados:

- i) No sentido clássico, é uma situação que é utilizada para fins didáticos, que serve para ensinar (como um problema ou um exercício), seja dotado de virtudes didáticas autônomas, seja se o professor deve intervir para produzir seu efeito.
- ii) É uma situação que descreve o ambiente de aprendizagem do aluno, inclui tudo o que concorre para lhe ensinar algo. Nesse sentido, inclui o professor, quer se manifeste durante o desenvolvimento da situação, ou não.

Observamos na fala de A1 no turno 268 a explicação dos conceitos de solução trabalhados em aulas anteriores que foram acionados para validar o saber construído. Identificamos aqui a situação de validação que, conforme Teixeira e Passos (2013, p. 166) apontam, “os alunos tentam convencer os interlocutores da veracidade das afirmações, utilizando uma linguagem matemática apropriada”.

Quadro 7 – Transcrições da professora

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
335	P: Perfeito! Agora o terceiro vocês fazem usando a regra de três ou vocês podem usar a fórmula também, mas eu aconselho a regra de três. Pessoal, quem acabou e eu já conferi, tem um vídeo no grupo da sala de vocês que eu gostaria que vocês entrassem e assistissem.	Alunos executam a tarefa e a professora corrige individualmente.	Situação didática

336	A2: Está bom.		
337	P: A atividade é estilo aquela que fizemos ontem, eu gostaria que vocês anotassem as ideias principais.		

Fonte: autoria própria

Observamos que o vídeo 1 sobre concentração comum cumpriu a tarefa de reforçar o aprendizado até o momento e o vídeo 2 contribuiu apenas para introduzir o novo conceito de concentração em quantidade de matéria. Atribuímos a execução desta parte da atividade à uma situação didática, pois os alunos apenas a realizam conforme a intencionalidade do professor. Brousseau (2000, p.21) explica que existem “situações puramente didáticas em que o professor deve intervir em todos os momentos ao longo do desenvolvimento da ação do aluno, provocá-lo, orientá-lo, restringi-lo e controlá-lo de acordo com sua própria estratégia didática”.

5.2.2. Leitura de textos com outros tipos de concentração

Neste momento da atividade, outras concentrações foram apresentadas aos estudantes por meio de notícias que traziam outras formas de expressar a concentração das substâncias tóxicas envolvidas nos crimes. As notícias podiam ser acessadas pelos links dispostos aos estudantes ou lidas na forma impressa.

Quadro 8 – Transcrições da professora

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
338	P: Vamos tentar ler a reportagem e fazer um esquema para contextualizar o que vimos até aqui. Apartamento do casal que morreu asfixiado não passou por vistoria na saída de gás.	Alunos leem a notícia de forma colaborativa em duplas.	Situação didática

Fonte: autoria própria

Os alunos realizaram a leitura dos textos e não foi percebido interações significativas em relação a concentração em porcentagem e partes por milhão (ppm): a tarefa proposta foi apenas realizada o que caracteriza uma situação didática. Diante do fato, a professora sentiu a necessidade de ministrar uma aula expositiva na lousa sobre o conteúdo, a fim de que novas interações pudessem ocorrer, mas novamente

nada substancial foi observado. Os estudantes apenas prestaram atenção à explicação e realizaram dois exercícios (a aula encontra-se no apêndice A).

A atividade foi caracterizada como uma situação didática prevalecendo a intencionalidade do professor.

O outro momento da atividade foi preparar uma solução salina a fim de extrair o DNA da saliva dos estudantes no Laboratório de Ciências, um roteiro foi disponibilizado para a preparação da solução que precisava ser primeiramente calculada. As interações neste momento da atividade demonstraram mudança de situações didáticas apresentadas nos trechos abaixo:

Quadro 9 – Interações no Laboratório

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
340	A12: Regra de três, olha na lousa, 1 mol está para 58 ... 0,05 mol "x".	Conversa entre alunos.	
341	P: Tudo bem até aqui? 58 gramas, isso é a massa de um único mol. Quantos mols a concentração está pedindo para vocês? Então mol embaixo de mol.	Professora explica na lousa o exercício. Alunos respondem 0,05.	
342	A2: Professora "x" é em gramas? Fiz as contas.	Professora se dirige ao aluno para conferir as contas.	Situação de Ação
343	A4: 45 é 5 x 9.		
344	A6: Prof. É de vezes ou de dividir?		
345	A1: Não dá não.		
346	A2: Como não dá a conta?		
347	A11: 0,5		
348	P: Está certo! E agora?	Professora confere as contas	
349	A11: Então está certo? Aí que eu falo que está certo!		

Fonte: autoria própria

Observamos nos turnos de 342 a 347 várias interações entre eles sobre como resolver a questão proposta por meio de diferentes perguntas que foram feitas com o intuito de obterem uma resolução correta de maneira mais prática. Consideramos que aqui ocorreu uma situação de ação, conforme Brousseau (2007, p. 12) afirma “Em geral, adota-se uma estratégia descartando, intuitiva ou racionalmente, uma anterior”.

Acrescentamos uma aula prática sobre diluição de soluções no laboratório, retomando o experimento anterior onde foi preparado uma solução de 36g/L. Podemos perceber pelas interações entre professora e aluno, indícios de que o conteúdo de concentração foi acionado pelo estudante em outro contexto através das respostas dadas aos questionamentos. Os turnos 386 a 395 apontam para uma situação de validação.

Quadro 10 – Interação da aula prática

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
386	P: Temos que fazer a proporção, estou trabalhando com a proveta de 100 ml porque não temos a proveta de 1 litro. Quanto a gente colocou de água?	Professora mostra a proveta	
387	A12: 50.		
388	P: Isso totalizou quanto?		
389	A12: 100.		
390	P: E aí esse 100 significa que eu fiz o quê?		
391	A12: Dobrou.		
392	P: Então se eu dobrei a quantidade de água, o que vai acontecer com a concentração?		
393	A12: Diminuir.		
394	P: Diminuir quanto?		
395	A12: O dobro.	Aluno abaixa a cabeça e responde	Situação de validação

Fonte: autoria própria

Para Brousseau (2007, p.14) em uma situação de validação “Pressupõe-se que possuam as mesmas informações necessárias para lidar com uma questão.

Colaboram na busca da verdade, ou seja, no esforço de vincular de forma segura um conhecimento a um campo de saberes já consolidados”.

5.3. Episódios da Etapa 3

A etapa 3 contou com um único momento que trabalhou a metodologia ativa, chamada rotação por estações, que teve como tema um possível caso de adulteração no leite comercializado no mercado local. Algumas amostras de leite em pó e integral sofreram adulteração proposital pela professora a fim de que os estudantes pudessem analisá-las por meio de testes colorimétricos.

Esta atividade teve duração de duas aulas e foi aplicada no Laboratório de Ciências da escola, os estudantes dispunham de um roteiro para cada ilha, textos e um laudo para finalizar a atividade.

Os turnos de 404 a 410, mostram que o estudante A2 se posiciona frente ao grupo e toma a decisão de realizar a leitura e comunicar aos demais as partes que mais lhe chamou a atenção, mobilizando um procedimento de leitura. Identificamos aqui uma situação de formulação que levou o estudante a acionar os conhecimentos já adquiridos na resolução do problema.

Quadro 11 – Interações Ilha da leitura

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
404	A2: Posso grifar?		
405	P: Claro que pode!		
406	A1: Qual o nosso objetivo?	Alunos conversando entre eles.	
407	A3: Falar o que você entendeu.		
408	A2: Faço a leitura em voz alta da parte que mais chamou a atenção no texto para os demais do grupo.	Alunos conversando entre eles.	Situação de Formulação
409	A2: Posso ler?	Alunos conversando entre eles.	
410	A3: Fala... ainda não terminei.	Alunos conversando entre eles.	

Fonte: autoria própria

Brousseau (2007, p. 13) explica que “a formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema linguístico)”. A situação de formulação exige que o estudante acione os conhecimentos aprendidos e que possa ser capaz de comunicá-los com liderança.

Nos turnos de 411 a 416 percebemos nas falas do aluno 1 com a professora uma preocupação em encontrar os dados no texto que não estavam explícitos, mas teriam que ser pesquisados em outro momento. Um questionamento pertinente que o fez realizar a anotação da dúvida para uma pesquisa posterior em outra ilha.

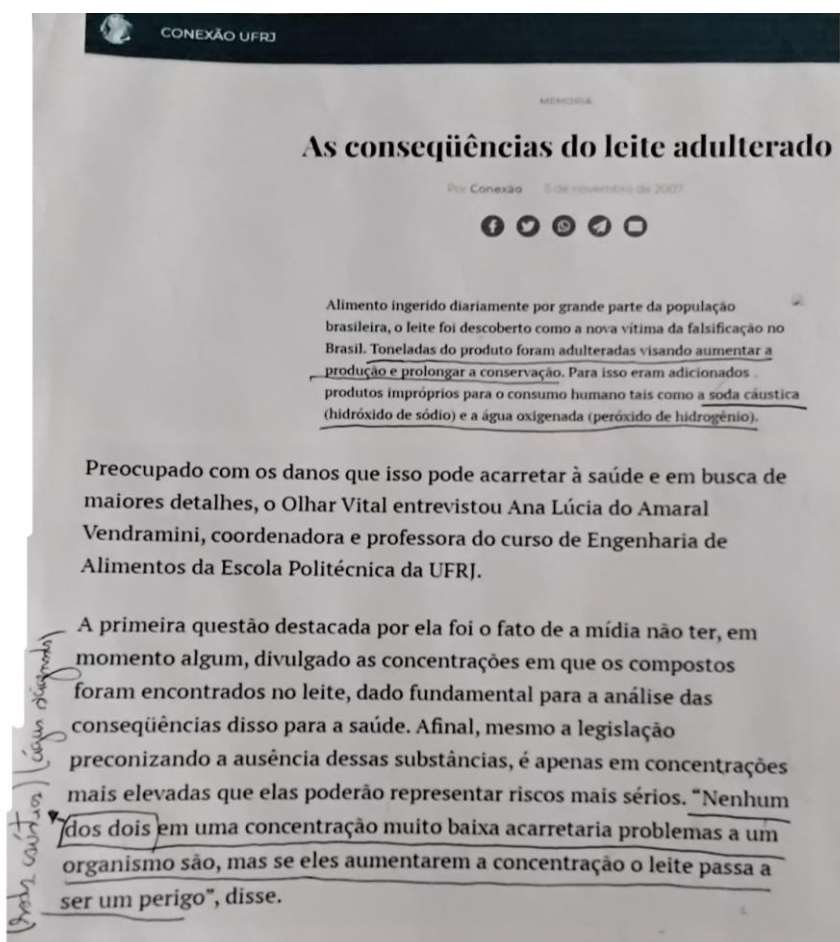
Quadro 12 – Interações Ilha 1

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
411	A1: Não achei um número.	Alunos conversando entre eles.	Situação de ação
412	P: Você não vai achar mesmo! Terá que pesquisar depois.		
413	A1: Você falou que é aqui? Eu não vou achar fácil assim? É bom anotar.		
414	P: O texto está falando sobre concentração, mas não tem a quantidade.		
415	A1: Vamos descobrir o mol/L?		
416	P: Não, agora não. A ideia é prepararmos a solução primeiro. Vamos que eu vou auxiliando vocês.	Alunos revezam as ilhas.	

Fonte: autoria própria

Tivemos nesse momento uma situação de ação, que conforme Brousseau (2007, p. 13) explica que “o sujeito pode relacionar algumas informações às suas decisões (feedback), antecipar suas respostas e considerá-las em suas futuras decisões”.

Figura 26 – Texto 1 grifado pelos estudantes na ilha de leitura



Fonte: Autoria própria

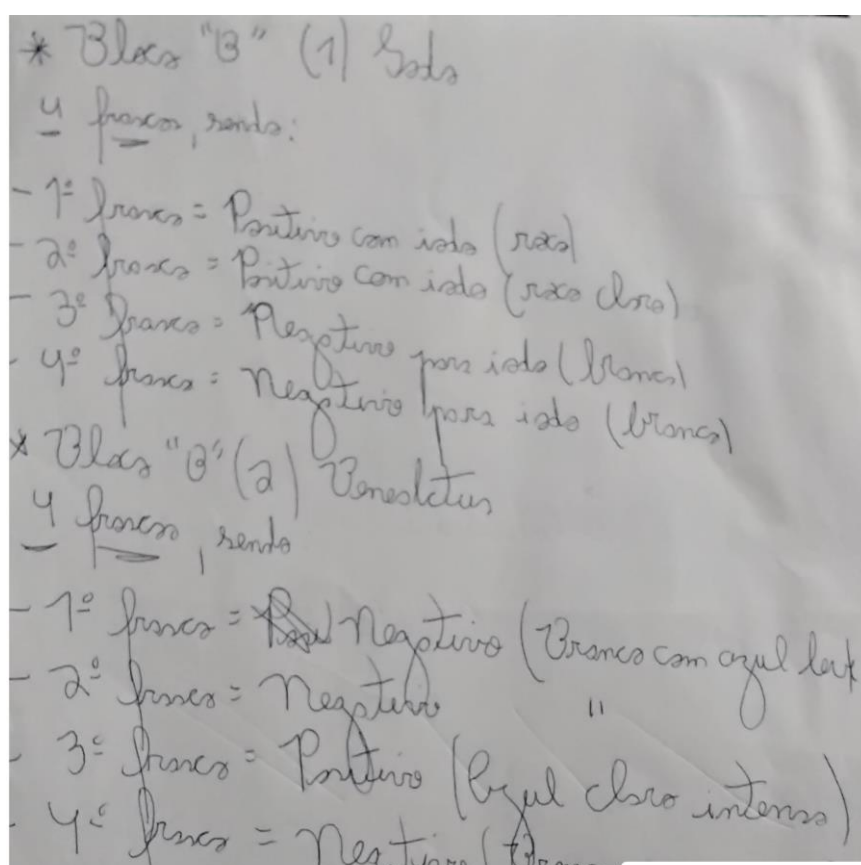
Quadro 13 – Interações Ilha 2

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
420	P: Meninos prestem atenção aqui. Vocês terão que pegar 20 ml de leite em pó de concentração 150 g/L, mas eu não quero que vocês preparem 1 litro, quero que preparem 20 ml. Como irão fazer? E aí? Alguém falou conta?		Situação de formulação
421	A2: 1 litro quantos mols?	Alunos conversam entre eles.	
422	P: A concentração é 150 g/L. Eu não quero que vocês preparem 1 litro, eu quero que vocês preparem 20 ml.		
423	A2: Temos que fazer a conta para sabermos.		

Fonte: autoria própria

Os turnos de 420 a 423 mostram que o aluno no primeiro momento de fala traça uma estratégia para resolver o problema mesmo que de forma inadequada. No momento seguinte podemos observar que após a interação com a professora o mesmo aluno se refere ao cálculo já compreendido por ele em outras atividades. Consideramos neste turno uma situação adidática de formulação, pois o aluno traça e revela aos demais as estratégias assertivas que irão resolver o problema de maneira efetiva.

Figura 27 – Resultados dos experimentos escritos em tópicos pelo aluno



Fonte: autoria própria

Figura 28 – Resultados do experimento descritos em tabela pelo aluno

Leite em 10 + água →
7g + 20ml → negativo

• Leite =

A	B	C	D
Leite + Benedict ↓	Leite + Benedict ↓	Leite + Benedict ↓	Leite + Benedict ↓
azul claro/ Benedict acumulado ao fundo	azul pastel	Degrade azul/azul pastel	Degrade azul/pastel

Fonte: autoria própria

Figura 29 – Resultado do experimento escrito em fluxograma

Bloco A: 4 frascos
Todos deram negativo ao IODO

Bloco C: 4 frascos
Todos deram negativo ao IODO

2. A

A	B	C	D
positivo ↓ bene dict azul claro	positivo ↓ ciano com espuma	positivo ↓ azul bebe	positivo ↓ azul com de grade cinza

Fonte: autoria própria

Quadro 14 – Interações da ilha 2 (segundo experimento)

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
490	A2: Vamos mexer mais? Qual é o próximo experimento?		
491	P: Experimento com o reagente de Benedict.		
492	A2: Qual Benedict?		

493	P: Esse frasco aberto.		
494	A2: Posso por Prof?		
495	P: Você vai pôr em uma proveta e depois você coloca lá.		
496	A2: Espera aí então.		
497	A3: Virou espuma! Anota aí gente!	Conversa entre alunos.	
498	A3: Prof. esse aqui não deu nada não.	Aluno aponta para o tubo.	
499	A5: Professora, posso agitar?	Professora aponta que sim	
500	A2: Prof. sem graça! só um escureceu.		
501	A5: Agita o tubo, levanta ele e olha.	Conversa entre alunos.	
502	A2: Prof. o que aconteceu aqui?	Aluno conversando com a professora em voz alta.	
503	A5: Deu tudo negativo.	Conversa entre alunos.	Situação de validação

Fonte: autoria própria

Durante a realização do experimento notamos na interação entre os estudantes que houve o desenvolvimento das observações necessárias para a elaboração do laudo pericial. Nesse sentido, o turno 503 mostra uma situação de validação quando A5 conclui para o grupo de forma assertiva que os testes realizados deram negativos. Para Brousseau (1986, p. 96) quando “existem as interações nas quais as mensagens trocadas com o ambiente são asserções, teoremas, demonstrações, emitidas e recebidas como tais”, temos uma situação adidática de devolução.

Na ilha 3 onde foi proposto a pesquisa dos resultados com o auxílio da internet, podemos perceber uma maior interação dos estudantes em relação aos resultados obtidos nos experimentos com a leitura dos textos pesquisados por eles. O Quadro 15 retrata o fato observado e indica uma situação adidática de formulação.

Quadro 15 – Interação ilha 3

Turno	Transcrições	Ações	Tipologia
510	P: Agora vocês irão fazer o relatório.	Alunos manipulando os tubos.	
511	A5: Eu já estou fazendo.		Formulação
512	A2: Eu coloquei assim: branco com azul leve, azul claro e azul intenso.	Conversa entre alunos.	
513	A3: O meu é diferente, o meu está errado então, o meu está com problema.	Conversa entre alunos.	
514	P: Eu não vi, que problema?		
515	A1: Eu já pensei em trabalhar em um laboratório, é bem legal.	Conversa entre alunos.	

Fonte: autoria própria

Os alunos discutem os resultados e pesquisam os possíveis erros e acertos que obtiveram na realização dos experimentos, testando suas hipóteses para finalizarem suas conclusões, características de uma situação de formulação.

Figura 29 - Resultados da pesquisa do aluno

Seção cáustica
 Deite com água ou com soda
 cáustica.
 SODA CÁUSTICA (HIDRÓXIDO DE SÓDIO)
 ÁGUA OXIGENADA (PERÓXIDO DE HÍDROGÊNIO)
 O PERÓXIDO DE HÍDROGÊNIO (ÁGUA OXIGENADA)
 SUBSTÂNCIA ALTAMENTE OXIDANTE.
 AÇÃO DE BACTERICIDA.
 ACABARÁ ATACADO AS CÉLULAS E PROVOCARÁ
 A FORMAÇÃO DE RADICAIS LIVRES NO
 ORGANISMO, TENDENDO, ASSIM, A ACELERAR
 O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO, MORTE
 CELULAR, DESENVOLVIMENTO DE CÂNCER E
 DE UMA SÉRIE DE DOENÇAS DEGENERATIVAS.

Fonte: autoria própria

Figura 30 – Laudo preenchido pelo aluno – 1ª página

Análises físico-químicas de Controle de Qualidade

Lauda Técnico

Analistas: 01/11/2022

Produto	Leite	Leite em pó
Validade	19/02/2022	05/02/2023
Lote	21139V303H	LB L A P A R Z 16
Fabricação	22/10/2021	27/09/2021

Materiais e Reagentes

- 1) Soda
- 2) Benzedor
- 3) Metil
- 4) Leite
- 5) Leite em pó
- 6)
- 7)

Procedimento

- 1) Sei colado nos quatro tubos de ensaio, X
- 2) quantidade de leite, amá um, com a ponta
- 3) contendo os reagentes, foi acrescentado os re
- 4) mes utilizando o "contalgotas"
- 5)

Fonte: autoria própria

Figura 31 – Laudo preenchido pelo aluno – 2ª página

Análises físico-químicas de Controle de Qualidade

Lauda Técnico

Análise e Resultados

Testes realizados	Amostras	Resultados		Observações
		Positivo	Negativo	
Teste do amido	Leite (A)	☒	()	= <u>teste branco</u>
	Leite em pó (B)	☒	()	= <u>teste claro</u>
Teste da lactose	Leite (A)	()	☒	= <u>Branco com azul claro</u>
	Leite em pó (B)	()	☒	= <u>"</u>
Teste do peróxido de hidrogênio	Leite (A)	()	☒	= <u>branco claro</u>
	Leite em pó (B)	()	☒	= <u>branco claro</u>

Conclusão

Aprovação	Leite ☒	Leite em pó ()
Fora de especificação	Leite ()	Leite em pó ☒
Reprovado	Leite ()	Leite em pó ☒

Fonte: autoria própria

5.4. Algumas considerações sobre os resultados

Os resultados permitiram realizar a identificação das situações didáticas e adidáticas demonstradas nas interações entre os alunos com o meio e entre os alunos com a professora.

Na primeira atividade da etapa 1 que contempla 3 momentos diferentes, podemos concluir nitidamente que o recurso mais promissor utilizado foi a proposta do jogo “Química Investigativa”. Neste momento tivemos a situação de Ação, Formulação e Institucionalização, sendo que a situação de Formulação apareceu mais vezes em diferentes interações entre os estudantes na mesma atividade.

Já as análises referentes à atividade 1.2 da etapa 1, que se tratava da leitura de textos jornalísticos, demonstraram ocorrer apenas a situação de ação entre professora e alunos. Não foi percebido uma ocorrência linear das situações didáticas durante o desenvolvimento das atividades propostas, pois uma mesma atividade apresentou alternâncias entre uma situação e outra.

A segunda etapa da SEA contou com a leitura de 4 reportagens, no primeiro momento verificamos a situação de ação, de validação e situação didática nos momentos de interação entre alunos/alunos e alunos/professor. Em relação à aplicação do quiz se fez presente a situação didática e a situação de validação em diferentes momentos. A visualização dos vídeos não contou com a alternância entre as situações adidáticas nas interações, ficando somente como uma situação didática. Neste momento da etapa 1 podemos perceber que a leitura dos textos jornalísticos reais que abordavam o cenário da química forense foi capaz de despertar uma maior alternância entre as situações adidáticas.

O segundo momento da etapa 2 mostrou-se promissor nas interações da aula prática no laboratório de Ciências da escola, tivemos a alternância entre a situação de ação e validação. Entretanto, a leitura de outras reportagens que apresentavam a química forense relacionada com outros tipos de concentração apresentou-se apenas como uma situação didática. Este momento da atividade em especial não foi capaz de produzir interações significativas, sugerindo aqui uma articulação de outro recurso com a leitura de textos.

A terceira etapa que apresentou um único momento, contemplada pela metodologia ativa rotação por estações, teve uma considerável alternância entre as situações de Ação, Formulação e Validação. A atividade foi capaz de produzir as três

situações adidáticas descritas por Brousseau que dizem respeito à aprendizagem dos alunos.

Brousseau (2007, p.13) explica que “a aprendizagem é o processo em que os conhecimentos são modificados”.

Portanto, a aplicação da SEA aponta que o objetivo de identificar e caracterizar as situações didáticas apresentadas em sala de aula foi cumprido.

Neste sentido Brousseau (2000, p. 20) aponta que:

No entanto, estas situações não são apenas um passo importante do ponto de vista dos processos matemáticos, são também portadores de um projeto educacional essencial: o de fazer do aluno um ser racional, social, autônomo e responsável, capaz de entender como uma verdade é estabelecida e compartilhada em uma sociedade, através de debates democráticos e construtivos.

6. Considerações Finais

Neste trabalho buscou-se investigar a aprendizagem dos estudantes por meio da aplicação de uma SEA sobre o conteúdo de concentração de soluções utilizando a Teoria das Situações Didáticas como instrumento de análise e aporte teórico. Conforme discutido anteriormente foi possível perceber que as situações didáticas se transformam em situações adidáticas ao decorrer de seu desenvolvimento, quando as interações dos estudantes transbordam o limite da intencionalidade com o meio proposto pelo professor. Entretanto algumas situações não propiciaram oportunidades para que isso fosse possível, fazendo com que não ocorressem mudanças na tipologia das situações, deixando evidente a intencionalidade do professor para aquela determinada atividade. Podemos observar que a atividade que mais transitou entre os tipos de situações adidáticas foi a que se beneficiou das metodologias ativas chamada “rotação por estações”. De acordo com Moran (2018, p. 1) “as metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, por investigação ou resolução de problemas”.

As expectativas iniciais eram de que todas as atividades propostas na SEA fossem capazes de proporcionar diferentes situações adidáticas em seu percurso, contudo notamos que esse fato nem sempre aconteceu. É possível que tenha sido provocado pelo retorno gradual dos estudantes frente a pandemia, portanto não sabemos como seria o resultado da aplicação desta SEA em outro momento sem a Pandemia de Covid-19. Fazer essa atividade neste contexto não é comum, sua realização foi um desafio visto todo aspecto emocional e de saúde envolvidos. Assim, nos perguntamos: em que medida isso poderia atrapalhar a aprendizagem dos estudantes? Essa balança pesou em nossas considerações, mas em novas aplicações isso seria algo a ser considerado.

Podemos considerar, de forma geral, mesmo diante do contexto que se deu a aplicação desta SEA, que obtivemos indícios de aprendizagem em relação ao conteúdo abordado nas atividades. Neste sentido Brousseau (1986, p.12) explica que “ensinar é a transmissão ao aluno de uma situação adidática correta, a aprendizagem é uma adaptação a esta situação”. Ainda que as situações adidáticas não tenham emergido na frequência que esperávamos e ao longo de todas as atividades, percebemos que os resultados obtidos foram positivos, permitindo aprendizagens, em

especial por considerarmos que a SEA é inovadora e, como toda inovação, envolve um processo de adaptação de todos os envolvidos (professora e alunos), influenciando nos resultados e no alcance pleno das aprendizagens. O tempo dedicado ao desenvolvimento da pesquisa no mestrado não foi suficiente para um redesenho da SEA, ficando a sugestão de um futuro redesenho da SEA em um contexto diferente.

Referências bibliográficas

ALVES, H. R.; RIBEIRO, M. T. D. Uma proposta de sequência didática para o ensino de soluções. **REAMEC** - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 8, n. 1, p. 302-322, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9748>. Acesso em: 8 out. 2021.

ANDRADE, J. C. de; CUSTODIO, R. Quantidade de matéria e concentração. **Revista Chemkeys**, n. 3, p. 1-3, 2000. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/download/9648/5065>. Acesso em: 7 jan. 2021.

ARAÚJO, P. M. de. A experimentação de Química Forense como recurso motivacional para o ensino de Química. In: **EDUCERE**, 14, 2017. Curitiba. Anais...Paraná. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível em: <<https://educere.pucpr.br/p1/anais.html?tipo=&titulo=&edicao=&autor=Pamella+Medice+de+Araujo&area=>>>. Acesso em: 6 fev. 2021.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 3ª ed. 2007.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Situações de ensino - aprendizagem: análise de uma sequência didática de física a partir da teoria das situações de Brousseau**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-09102008-141845/pt-br.php>. Acesso em: 14 dez. 2020.

BARBOSA, A. C. *et al.* Mediação de leitura de textos didáticos nas aulas de Química: uma abordagem com foco na matriz de referência do ENEM. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 175-198, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198321172016000300175&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 nov. 2020.

BARBOSA G. S. Teoria das Situações Didáticas e suas influências na sala de aula. In: **ENEM**, 12, 2016, São Paulo. Comunicação científica...São Paulo. Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016. Disponível em: <http://sbembrasil.org.br/enem2016/anais/autores-G.html>. Acesso em 6 fev. 2021.

BETRÃO, R. C.; SOUZA, C. M. P.; SILVA, C. P. S.; Contrato Didático e suas Influências na Sala de Aula. **Educação Matemática Pesquisa (EMP)**, São Paulo, v. 12, n.2, p. 335-356, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2812>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986. Disponível em: <https://revue-rdm.com/1986/fondements-et-methodes-de-la/>. Acesso em: 15 de out. 2021.

_____. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, C.; SAIZ, I. (org). **Didática da matemática**. Reflexões Psicológicas. Porto Alegre: Artes Médicas, cap. 4, p. 48-72, 1996. Disponível em: <http://nova-escola-producao.s3.amazonaws.com/>

RM23muPxM7u8MQCDD23qB75jknXVWQ7kKGKZ4tEryYNRbHPU2TaAp4Upv8Zr/didatica-matematica-reflexoes-psicopedagogicas.pdf. Acesso em: 19 jun. 2021.

_____. Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática*, vol. 12, n. 1, p. 5-38, abril 2000. Disponível em: <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol12/1/03Brousseau.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

_____. A etnomatemática e a teoria das situações didáticas. *Educação Matemática e Pesquisa*, São Paulo, v.8, n.2, p. 267-281, 2006. Disponível em: revistas.pucsp.br. Acesso em: 20 out. 2021.

_____. Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ed. Ática. 2011.

D'AMORE, B. Epistemologia, Didática da Matemática e Práticas de Ensino. **Boletim de Educação Matemática**, vol. 20, n. 28, 2007, p. 179-205. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221871010>.

ECHEVERRIA, A. R. **Dimensão empírico-teórica no processo de ensino: aprendizagem do conceito soluções no ensino médio**. 1993. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253778>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FERNANDES, Â. P. D. B. **Da química à toxicologia: uma abordagem no ensino secundário**. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2770&hl=pt-BR&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=13218398248894865244&ei=fCOsYbGyl4GUy9YP_b6g0Ag&scisig=AAGBfm1CvnQTgMV5hmeX9jE67tzu2vxp7A. Acesso em: 3 out. 2021.

FERREIRA, J. A. M. G. **Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de soluções: proposta de ensino contextualizada**. 2015. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/20381>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FLÔR, C. C. **Leitura e formação de leitores em aulas de química no ensino médio**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92247>. Acesso em: 30 nov. 2020.

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. A Dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 3, p. 82-99, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/65>. Acesso em: 30 nov. 2020.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. F. Estratégias de leitura e educação química: que relações? **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 220-226, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/03-EA5809.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

GONTIJO, C. H.; SILVA, E. B. da; CARVALHO, R. P. F. de. A criatividade e as situações didáticas no ensino e aprendizagem da matemática. **Linhas Críticas**, Brasília v.18, n. 35, pp. 29-46, 2012, Universidade de Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/14024>. Acesso em: 3 out. 2021.

KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. Aprendizagem sobre soluções por meio de atividades experimentais e construção de mapas conceituais. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 544-553, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546196050.pdf>. Acesso em: 3 out. 2021.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2. 2017. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/310>. Acesso em: 2 dez. 2020.

LARA, J. I. M. **Ambientes interativos e a aprendizagem do conteúdo de soluções no ensino médio**. 2008. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2987/1/000403148-Texto%2BCompleto-0.pdf>. Acesso em: 3 out, 2021.

LITTIG, J. et al. A Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e a Teoria da Situação Didática: identificando aproximações potencializadores da aprendizagem e do desenvolvimento do conhecimento reflexivo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d6b5/568a5299fadb9a90e1b5636cc93efd4d43fd.pdf>

LOMASSO, B. E. Uma formação continuada, por meio de engenharia didática, de professoras polivalentes com o foco em conhecimentos e práticas pedagógicas referentes ao conceito de número natural. **Revista Eletrônica de Educação Matemática (REVEMAT)**, Florianópolis, n.2, v.15, p. 01-19, jan./dez., 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e77277>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/77277>. Acesso em: jul. 2021.

MAIA, F. S. **Criminalística geral**. Fortaleza, Ceará, 2012. Disponível em: http://www.mp.ce.gov.br/ESMP/apresentacoes/I_Curso_de_Investigacao_Criminal_Homic%C3%ADdio/02_Criminalistica_Geral_29_11_2012.pdf. Acesso em: 3 out.2021.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MIRANDA, A. C. “Química a favor da justiça” - A contextualização do ensino de Química a partir de uma abordagem forense. In: **EDEQ**. 33, 2013, Ijuí. Apresentação oral...Ijuí: Unijuí, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2790>. Acesso em: 2 dez. 2020.

MORAN, José. **O papel das metodologias na transformação da Escola.** Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Penso. http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/Papel_metodologias_Moran.pdf, 2018.

MOREIRA, R. H. **Proposta de uma sequência didática com o uso de recursos diversificados para o ensino e aprendizagem de tópicos específicos de astronomia.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/9497?show=full>. Acesso em: 06 fev. 2021.

MOTA, L.; DI VITTA, P. B. Química forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário. **Rev. Acad. Oswaldo Cruz**, v. 1, 2014. Disponível em: <http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Leandro%20MOTA.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2021.

NIEZER, T. M. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).** 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1237>>. Acesso em: 29 nov. 2020.

NUNES, R. S.; NUNES, J. M. V. Modelos Constitutivos de Sequências Didáticas: enfoque na Teoria das Situações Didáticas. **Revista Exitus**, Santarém/PA, v. 9, n.1, p. 148-174, Jan/Mar. 2019. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n1ID719. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/719>. Acesso em: 18 jan. 2021.

OLIVEIRA, G. P. de; MASTROIANNI, M. T. M. R.; Resolução de problemas matemáticos nos anos iniciais do ensino fundamental: uma investigação com professores polivalentes. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. 2, p. 455-482, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/GkqWNWzBv89F6wj3vcq9xsG/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

PAVIANI, J. **Interdisciplinaridade: conceitos e distinções.** Rio Grande do Sul: Educs, 2008.

PESSANHA, M. **O ensino de Ciências e o planejamento didático.** Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional. notas de aula. Unesp. Araraquara, 2020a.

PESSANHA, M. **Losango didático e os princípios de design.** Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional. notas de aula. Unesp. Araraquara, 2020b.

_____. **Estrutura da matéria na educação secundária: obstáculos de aprendizagem e o uso de simulações computacionais.** Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-28042014-202005/publico/Marlon_Caetano_Ramos_Pessanha.pdf. Acesso em: 14 dez. 2020.

PETRI, D. **Entre o oral e o escrito: a transcrição de gravações**. Ed: Humanitas. 2009. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=147356>. Acesso em: 20 dez.2022.

POLLETO, M. A Ciência Forense como metodologia ativa no ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. Mato Grosso, v. 12, n. 8, p. 88-100. 2017. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID438/v12_n8_a2017.pdf. Acesso em: 2 dez. 2020.

POMMER, W. M. Brousseau e a ideia de Situação Didática. **Seminários de Ensino de Matemática**, FEUSP, 2º Semestre 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/download/59157112/CC_2008_SEMA_FEUSP_Teoria_Sit_Didaticas20190507-70999-1gf9ht0.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

ROMÃO, W.; *et al.* Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. **Química Nova [online]**. v. 34, n. 10, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000005>. Acesso em: 6 out. 2021.

ROSA, M. F.; SILVA, P. S.; F. D. B. Ciência Forense no Ensino de Química por meio da experimentação. **Química Nova na Escola**. 2014. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/RSA-40-13.pdf>. Acesso em 6 fev. 2021.

SANTOS, F. dos. **Argumentação em uma sequência de ensino investigativa envolvendo química forense**. 2020. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/13515>. Acesso em: dez. 2020.

SILVA, R., e DUARTE, V. Situações Didáticas: a aplicação do Tangran Oval no ensino de ângulos no 6º ano do Ensino Fundamental. **International Journal Education and Teaching (IJET-PDVL)**, Recife, v.2, n. 1, p. 32-46, Jan/Abr. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2595-2498.v2i1.71>. Acesso em: 18 jan. 2021.

SILVA, R. V.; MERCADO, E. L. O. O vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5º ano. **Revista EDaPECi**. N.6, Dez, 2010. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180513071549id_/https://seer.ufs.br/index.php/edapec/article/viewFile/602/506. Acesso em: 13 dez. 2022.

SEBASTIANY, A. P. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educ. Chem**, México, v. 24, n. 1 p. 49-56, 2013. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000100009&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 1 dez. 2020.

SEDEMACA, E. **A Avaliação da Aprendizagem em Processo (AAP) a serviço da formação de formadores: limites e possibilidades**. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Formação de Formadores) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Formação de Formadores, Pontifícia Universidade Católica

de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/20558>

SILVA, D. E. Análise quantitativa de artigos científicos: o uso do tema química forense no ensino de química. **Anais IV CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56491>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SILVA, N. A.; FERREIRA, M. V. V.; TOZETTI, K. D. Um estudo sobre a situação didática de Guy Brousseau. In: **EDUCERE**, 12, 2015. Curitiba. Anais...Paraná. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18159_8051.pdf Acesso em: 14 out. 2021.

SILVEIRA, A. M. da. **Química Forense no ensino de Química: o que nos diz a literatura?** 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12725>. Acesso em: 2 dez. 2020.

SOUZA, M. E. M. **Avaliação da Aprendizagem em Processo: limites e possibilidades de uso em uma Escola da Rede Estadual de São Paulo**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Formação de Formadores) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Formação de Formadores, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/posgraduacao/programas/educacao/formacaoformadores/maria-eliane-maia-sousa.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: SEE, 2010. 152 p. (Coordenação Maria Inês Fini).

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. Um pouco da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 21, n. 1, p. 155–168, 2014. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646602>. Acesso em: 13 dez. 2020.

TOMAZ, V. S.; DAVID, M. M. M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem de Matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

VILLANI, A.; FREITAS, D. Estrutura disciplinar, estratégias didáticas e estilo docente: categorias para interpretar a sala de aula. In: **Anped** – Associação Nacional de pós-graduação e pesquisa em educação. 24, 2001. RJ. Reuniões Científicas. Disponível em: <http://24reuniao.amped.org.br/tp.htm#gt4>.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAGO, L. **Situações Didáticas no Ensino de Relatividade Geral: análise do engajamento dos alunos**. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades Ensino de Física, Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25072018-151949/pt-br.php>. Acesso em 3 dez. 2020.

Apêndices

Apêndice A – Transcrições das Etapas 1, 2 e 3 da Sequência de Ensino-aprendizagem.

Exibição dos Vídeos

Tabela de transcrição que apresenta os turnos, as falas e as ações dos participantes.

Turno	Transcrições	Ações
1	P: Deu para entender o que um perito faz? Voltado para área de química forense?	Os alunos terminaram de ver o vídeo e estão sentados de maneira individual.
2	A1: Sim	
3	P: Vocês têm alguma dúvida? Querem comentar alguma coisa?	
4	A2: Não	
5	P: Eu passei esse vídeo para a gente ter uma ideia... a ideia da sequência... e a gente vai trabalhar do tipo que ele falou, então a gente vai investigar algum caso. A gente vai estar sempre lidando com essa parte aí de investigação, mas voltada para química. Então agora eu vou passar um outro vídeo para contextualizar melhor. É também sobre a química forense?	Alunos olhando para o telão de projeção
6	P: E aí pessoal? Quando eles falaram da reação do luminol o que chamou a atenção de vocês? E aí? Vamos...	Alunos olhando para a professora.
7	P: Aluno 4 fala alguma coisa...o que chamou a atenção?	Aluno olha para a professora sorrindo.
8	A5: Que o luminol pode detectar sangue mesmo que o assassino tenha limpado o sangue.	
9	P: Legal, perfeito! Justamente... vocês não acharam legal essa parte? Você vai conseguir enxergar se tem sangue ou não mesmo que ele limpar...fazer uma limpeza lá e tal...você vai conseguir detectar colocando luminol em cima e com aquela luz né? Aquela luz que vai fazer enxergar	
10	A5: Luz negra.	
11	P: Isso! Justamente.	
12	P: E vocês viram a ideia lá do Napoleão? Cada um especula de um jeito né? Um fala que foi câncer...outro fala que foi... é um assassinato por causa do arsênio. E o que eles analisaram exatamente para chegar nessa hipótese do arsênio? Vocês perceberam alguma coisa lá?	A turma fica em silêncio.
13	A5: Eu percebi que estava muito intacto comparado com que eles tinham no caixão...ah! eu não sei explicar.	
14	P: Perfeito! Eles abriram o caixão e viram que o corpo estava intacto e começaram a analisar. Aí eles foram analisar exatamente o que do corpo dele? Para constatar que tinha muito arsênio.	

15	A5: O estômago? Não entendi essa parte.	
16	P: Não...eles analisaram uma coisa bem legal dele para constatar que estava com muito arsênio...que estava com uma concentração de arsênio muito alta. Então poderia ter sido causada da reação do bolor com a tinta do lugar que ele ficou exilado.	
17	A5: Inaudível.	
18	P: Lembra que eles falaram que pegaram um fio de cabelo? Não foi isso que eles analisaram? Viram que a concentração de arsênio estava alta? Tudo pensando na concentração que é o foco da nossa pesquisa...então iremos trabalhar essa parte mais meticulosa, vendo a concentração das substâncias que de certa forma acabaram matando alguém ou gerando algum crime. Tudo bem? Dúvidas? Então é o seguinte: trabalharemos com casos verídicos que aconteceram recentemente e a primeira coisa que iremos estudar é a concentração em gramas por litro...Vocês lembram daquele caso do pessoal que tomaram a cerveja Belo Horizontina que muita gente morreu?	
19	A4: Não.	
20	P: Não? Então vocês vão conhecer agora	Alunos balançam a cabeça negando.

Jogando Química Investigativa

21	A5: Aqui eu passo reto ou conto os quadrinhos?	Alunos olhando para o jogo
22	P: Já direciona para onde você quer ir	
23	A5: Sim	Alunos lendo as cartas
24	P: Agora você pega a perícia	Alunos anotando em suas fichas
25	A4: deixa eu ver o que tem na perícia?	
26	P: Onde está você? Você é o verdinho né?	
27	A6: Sim	Balança a cabeça
28	P: você vai para onde? Vai para a aula de química que está mais perto	
29	A5: preciso de um lápis	
30	P: Para onde você vai? Vai para a sala de arquivo?	
31	A5: Professora você está jogando certo?	
32	P: Sim, por quê?	Alunos começam a rir
33	A1: Isso vai valer ponto professora? Quantos?	
34	P: Sim, claro...	
35	A6: Viatura?	
36	P: Viatura você vai para onde quiser	

37	A6: Tenho que escrever tudo isso?	Aluno com uma carta na mão
38	P: Não... só se você achar interessante, uma pista que te interessa, você anota	
39	P: Você está na criminalística? Aqui	Aluno recebe a carta
40	A6: Eu vou para o laboratório forense	
41	A4: Criminalística	
42	P: Pista 2? Pode ser? A pista 1 está com outro aluno...não acabou de liberar	Aluno balança a cabeça afirmando Aluno troca a carta recebida
43	A5: Criminalística	
44	P: Criminalística também? Está bem... a pista pode ser a 2?	Aluno concorda e recebe a carta
45	P: O que você quer?	
46	A1: aula de química	
47	P: quando eles acharem que sabem...eles precisam ir à polícia para falar....	
48	A5: Professora posso pegar a tabela periódica?	
49	P: Sim.	
50	A3: 1, 2, 3 e 4.	
51	A2: Entra na sala de arquivo.	Conversa entre alunos.
52	A5: Ela falou que podia entrar mais de uma vez.	Conversa entre alunos.
53	A3: O certo é andar casinha por casinha.	Conversa entre alunos.
54	A1: Você já pegou a pista dessa sala?	Conversa entre alunos.
55	A4: É a pista 3.	Alunos jogando os dados.
56	A4: Professora aqui não tem o nome do negócio não é?	
57	P: Essa é uma pista muito boa.	
58	A5: Mas é semelhante... mas eu não lembro!	Conversa entre alunos.
59	P: É semelhante porque é esse nome aí no diminutivo.	
60	A5: Pronto!	
61	P: Você já achou o veneno, agora falta responder a letra B. Vocês já descobriram a letra A? A melhor parte para mim, que é mais importante é a número 2. Agora é a parte da conta.	
62	A5: Só falta fazer a conta.	Conversa entre alunos.
63	A1: Por que tem a seta para entrar?	Conversa entre alunos.
64	A8: Para você entrar na polícia.	Conversa entre alunos.
65	P: A seta é para você entrar pelo lado certo.	

66	A5: Eu já achei a resposta da letra A. Você pegou?	Conversa entre alunos.
67	P: Como vocês estão?	
68	A5: Professora vem aqui por favor, a conta está muito difícil.	
69	P: Vamos tentar resolver a segunda pergunta. Você tem que abrir essa conta. Essa daqui é a dose letal, é a quantidade suficiente para matar uma pessoa, 0,26 mg/Kg é a dose letal, entendeu?	
70	A1: 0,26 mg está para um Kg da pessoa.	
71	A6: Alguém sabe fazer essa conta?	Conversa entre alunos.
72	P: O que vocês vão descobrir agora está em uma das pistas.	
73	A6: Ela pesa 60 Kg, foi na perícia que eu descobri isso.	Conversa entre alunos.
74	A1: Ela tomou bastante líquido.	Conversa entre alunos.
75	A6: Não foi 50?	
76	P: Você vai precisar daquela pista que ele tirou agora.	
77	A8: 0,26 mg/kg	
78	A6: A vítima pesava 60 kg.	
79	A5: Tentem focar na perícia porque ela vai ter o número de coisas.	Conversa entre alunos.
80	A8: Onde está a Perícia? É aqui?	Conversa entre alunos.
81	A5: Professora é essa conta aqui?	
82	P: Deixa-me ver.	
83	A5: Não é só isso não a resposta, é só o início da conta.	
84	P: É mais o menos isso, vou te ajudar, 0,26 mg está para 1 kg, quantos kg a mulher pesa mesmo?	
85	A5: 60 kg.	
86	P: Acha o valor de "x", aplica em cruz você se lembra?	
87	A1: Vai amiga pega o caderno de matemática. Então é isso que eu vou querer saber aí?	Conversa entre alunos.
88	P: Não.	
89	A1: E ela tomou 300 ml.	
90	P: Justamente.	
91	A5: Essa é a conta, nossa! Está muito apagada.	
92	P: Isso aí deu 15,50 mg que é o suficiente para ter matado a moça.	
93	A1: O que mais?	
94	P: 1 grama tem quantas miligramas?	

95	A5: 1000.	
96	P: 1 g tem 1000 mg, então 15,50 mg tem quantas g?	
97	A1: x	Alunos escrevendo e anotando.
98	P: Essa conta que você faz aí é para o refrigerante? O refrigerante tem quantos ml?	
99	A5: 300 ml.	
100	P: Mas ela quer 300 ml? Qual é a concentração que ela quer aqui? Gramas por?	
101	A5: 300 ml.	
102	A1: Não é ml... são litros.	
103	P: E aí?	
104	A1: 15 gramas de veneno.	
105	A5: Não é 15g! De onde você tirou isso? Gente como vou saber se eu passo dessa sem contar quadradinho?	
106	P: Mira para onde você quer ir.	
107	A5: Entendi.	
108	P: Agora você pode pegar a Perícia.	
109	A1: Guarda a carta Professora?	
110	P: Você é o verdinho? Você vai para onde? Vai para a aula de Química que está mais perto?	
111	A6: Preciso de um lápis.	Conversa entre alunos.
112	A5: Sou eu?	Conversa entre alunos.
113	P: Vai para a aula de Química?	
114	A5: Não.	
115	P: Vai na sala de arquivo?	
116	A8: Acabou?	Conversa entre alunos.
117	P: O que você quer?	
118	A5: Aula de Química.	
119	A8: Espera aí Professora.	
120	A1: Eu estou copiando a pista.	
121	A8: Você já jogou?	Conversa entre alunos.
122	P: Você já copiou? Você só copia o que te interessa.	
123	A4: Prof. aula de Química por favor.	
124	P: Tem que ser a pista 2.	

125	A1: Laboratório Forense pega para mim?	Conversa entre alunos.
126	A5: É a primeira?	
127	A1: Sim.	
128	P: Quem é agora?	
129	A6: Onde está o outro dado?	Conversa entre alunos.
130	P: Atrás dela. Para onde você vai? Tenta ir para um lugar que você nunca foi como na sala de arquivo ou no laboratório forense.	Alunos movem a peça no tabuleiro.
131	A6: Eu já sei o que é.	
132	P: Você conseguiu responder as duas perguntas do caso?	
133	A6: Eu só sei uma.	
134	P: É então, precisamos das duas respostas. Você precisa responder a um que é o veneno que você já sabe e qual é a concentração em g/L, essa é a principal pergunta, o que mais me interessa.	
135	A1: Para descobri tem que fazer a conta.	Conversa entre alunos.
136	P: Justamente! É uma continha bem simples. Na polícia ninguém vai, só vai na polícia a hora que souberem as duas respostas. Não vai caber todas as pistas na ficha, então só anota o que for realmente interessante.	
137	A6: Criminalística por favor?	Conversa entre alunos.
138	P: Isso aqui te interessa? Eu acho que não precisa copiar isso, é só para você ter uma ideia.	Aluno mostra a pista para a professora.
139	A8: Laboratório Forense.	
140	A5: Aqui na solução eu coloco o que?	
141	P: Na solução você vai anotar alguma coisa que você já saiba, que você acha que é a resposta, você anota só para não perder.	
1421	A5: O veneno é o arsênio?	
143	P: O veneno não começa com a letra a.	
144	A1: O que pode ser?	Conversa entre alunos.
145	A5: Como se escreve asfixia?	Conversa entre alunos.
146	P: Eu escrevi na pista.	
147	A6: O Prof. me devolve a carta?	
148	A5: Anda 8 casas. Eu estou aqui Prof. nesse quadradinho.	Conversa entre alunos.
149	A6: Três casas, aonde eu vou? Laboratório de Química.	Conversa entre alunos.
150	A5: Eu já joguei meu dado.	Conversa entre alunos.
151	A6: Vai para a viatura.	Conversa entre alunos.

152	P: E aí? Já sabemos a resposta?	
153	A5: Não.	
154	P: O que vocês já sabem?	
155	A6: Foi um agrotóxico.	
156	A5: É uma substância.	
157	P: Qual substância?	
158	A5: Eu só sei que é um agrotóxico.	
159	P: Tem uma pista aí que é esclarecedora!	
160	A5: Eu quero o Laboratório de Química	
161	P: Qual pista você quer? A 2?	
162	A5: A pista 1.	
163	A6: Ah! É veneno de rato.	
164	P: começa com a letra c.	
165	A6: Eu sei que é o veneno, porque eu já vi sim, mas esqueci o nome.	
166	P: Vai ter uma pista aí que vai te esclarecer. Vai juntando as peças que você vai descobrir.	
167	A6: Mas eu não estou juntando tudo.	
168	P: Você já sabe?	Professora pergunta para outro aluno.
169	A5: Ainda eu não sei não. Estou procurando a pista.	
170	A1: Eu acabei descobrindo que ela não foi asfixiada.	Conversa entre alunos.
171	A6: É a pista que ela foi envenenada.	Conversa entre alunos.
172	P: O veneno faz você morrer de asfixia, entendeu? Só está faltando vocês descobrirem para mim qual a substância tóxica e qual foi a concentração de veneno em g/l.	
173	A4: A A5 já descobriu a letra a comunicando a professora.	Conversa entre alunos.
174	P: Bom! Vocês já descobriram a letra a, todo mundo já sabe agora. Falta a parte da continha? É essa que falta?	
175	A5: Mostra suas contas para a professora.	Conversa entre alunos.
176	A6: Professora vem aqui por favor.	
177	P: Confere os cálculos do valor.	
178	A1: Pronto!	
179	A2: O que eu marco Professora?	
180	P: vou corrigir as contas de vocês.	Alunos prestam atenção e refazem os cálculos.

Leitura de textos

Leitura dos primeiros textos

181	P: Ministério da Agricultura manda Backer recolher toda as cervejas da marca e suspender a venda do produto até ser descartada a possibilidade de contaminação de mais produtos. Isso aconteceu em 2019, a medida foi para qualquer rótulo da cervejaria, além do chopp fabricado em outubro de 2019. Esta reportagem é do ano passado, em janeiro do ano passado. Então vocês estão sabendo o que aconteceu no caso da cerveja, a cerveja estava contaminada, por enquanto não se sabe a concentração, eles vão investigar. Vou distribuir os textos:	Professora distribui os textos aos alunos.
182	A9: O meu é o da cerveja, eu tenho certeza	
183	A7: É para falar o que eu entendi do texto?	
184	P: É como se você estivesse reproduzindo a reportagem para eles, porque eles não iram ler a sua reportagem.	
185	A7: Ah, sim!	
186	P: É como se você estivesse assumindo ser o jornalista da matéria para daí você passar para eles	
187	A9: É isso... e daí nós explicamos o que entendemos	
188	P: Isso mesmo. Vocês estão com o texto da reportagem, vocês irão fazer a leitura, irão discutir e aí fazer um esquema para poder passar para as outras duplas o que estão lendo, porque cada um vai ter m texto. Então a dupla A não sabe como é o texto da dupla B. tudo bem? Alguma dúvida?	Alunos lendo os textos
189	A3: Como eu faço?	
190	P: Você faz um esquema da sua reportagem com o que você entendeu.	
191	A2: Então eu leio para depois eu falar?	
192	P: Sim	
193	A6: Esse negócio é lá da cervejaria B.H.?	
194	P: Isso, é a Belo Horizontina. Esse é o primeiro caso que vamos investigar.	
195	A2: Tenho que ler, estudar e falar o que entendi, é isso?	
196	P: É isso.	Alunos fazendo a leitura.
197	A9: não é por nada não, mas devia ser boa essa cerveja, se não fosse de matar, entendeu? Eu acho que seria boa, e se não fosse contaminada	Alunos grifando o texto.
198	P: Vocês podem escrever do jeito que vocês quiserem, podem fazer um mapa mental, ou um fluxograma, o que vocês acharem mais fácil. Legal que essa reportagem foi atualizada o ano passado. Coloquem em uma folha separada para me entregar.	Alunos lendo o texto e alguns grifando as partes principais, acionando procedimentos de leitura.
199	A9: Sim. Então eu vou ler o meu e cada um lê o seu?	

200	P: Sim, pois cada um terá que contar para o outro. E aí? Já leram?	Alunos continuam a leitura.
201	A9: Professora o que significa dietileno glicol?	
202	P: É uma substância altamente tóxica que contaminou a cerveja. É a possível causa de envenenamento de quem tomou a cerveja.	
203	A5: Meu esquema está certo?	
204	P: Sim	
205	A2: Mostra seu esquema?	Conversa entre alunos.
206	A2: Professora o que é insuficiência renal?	
207	P: O rim para de desenvolver suas funções normais.	
208	A2: Professora vem aqui, já acabamos. Olha se ficou bom.	Aluno faz a leitura do seu resumo para a professora.
209	P: Ficou ótimo.	

Leitura do texto com gráfico

210	A2: Prof. por favor, está certo nosso cálculo?	Alunos grifando a folha e sentados em duplas
211	P: Já vou	Professora se desloca a carteira
212	A3: Prof. O que é concentração?	
213	P: Vamos pensar assim: o Dietileno glicol (DEG) dissolvido na cerveja, estou usando esse exemplo de solução, então a concentração seria assim: a quantidade em gramas de DEG dissolvidas em 1 litro de cerveja, isso seria a concentração. Então a concentração vai falar para vocês a quantidade em gramas da substância dissolvida na solução, que no caso é a cerveja.	Alunos mexem a cabeça concordando com a fala da professora.
214	A3: Ah, sim!	
215	P: Então a concentração é uma unidade de medida, ela vai tratar com você, quanto da substância vai estar dissolvida em um litro de solução, o que você tem em gramas de uma substância em um litro da solução. Por exemplo água e açúcar, qual seria a concentração dessa solução? Quantas colheres de açúcar você usou? Vamos supor que você colocou 4 colheres de açúcar e cada uma pesando um grama em um copo de água, de 500 mL? Teríamos 8 gramas por litro. Essa seria a concentração dessa solução.	
216	A2: Um adulto de 70 Kg consumiu...teria que consumir 80 g de substância.	Aluno 2 conversando com aluno 5.
217	P: Daremos uma olhada nesse gráfico, seria importante vocês olharem esse gráfico para depois podermos nos aprofundar nele.	
218	A1: Prof. pode responder?	
219	P: Eu gostaria que você fizesse um esquema da notícia, igual você fez da outra vez, para depois pensarmos nessas perguntas.	

220	A1: O que eu posso fazer nesta daqui?	Aluno pergunta para a professora.
221	P: Você terá que olhar o gráfico porque no dia 11 eu tenho isso aqui de DEG para cada 100 mL de cerveja que eles tiraram do tanque, você terá que olhar no gráfico o dia 22 quanto eu vou ter de DEG, se subiu ou aumentou, você vai ter que analisar o gráfico.	
222	P: Então iremos continuar a aula passada. Vocês lembram que estávamos lendo os textos? Vocês estavam fazendo esquemas.	
223	A10: Prof. É esse texto aqui?	
224	P: Sim.	
225	P: Lá na reportagem está falando a quantidade de DEG certo? Temos o lote 2 que é o número do lote que tem 0,183 mg de DEG para cada 100 ml de cerveja. Em uma garrafa de cerveja que não tem 100 ml, mas sim 600 ml temos 4,98 g por garrafa. Então resolvemos fazendo a conta. Eles foram analisando os lotes da cerveja a cada 100 ml de amostra.	
226	A1: Resolve a conta?	
227	P: Vamos lá! O que significa dizer que a concentração de DEG no dia 11 foi de 0, 83 g para cada 100 ml de cerveja? Se olharmos no gráfico este eixo aqui temos a concentração de DEG em gramas para cada 100 ml de cerveja. Eles foram no tanque de cerveja pegaram uma amostra de 100 ml e fizeram uma análise, constatando que nesse 100 ml tinha 0,83 g de DEG, ou seja, menos de 1 g, então a concentração está falando para nós que a quantidade desse veneno que tinha em 100 ml de cerveja não é o padrão de concentração, porque a concentração não é para 100 ml, a concentração normalmente é para 1000 ml, é para um litro, mas nesse caso específico pegaram apenas 100 ml, ou seja, não pegaram 1 litro de cerveja para analisar. Então essa é a quantidade de DEG no caso que eles encontraram numa quantidade de cerveja.	Professora explica o gráfico na lousa

Leitura dos textos e visualização dos vídeos

228	A1: Prof. acabei	Aluno mostra seu resumo para a professora.
229	P: Estou indo. Concentração em gramas por litro significa a relação entre a massa do soluto em gramas pelo volume da solução em litros. É o que estamos trabalhando até agora. Vocês jogaram o jogo que tinham o veneno “chumbinho” que estava dissolvido no refrigerante, vocês leram várias reportagens onde os criminosos usaram justamente os venenos dissolvidos em alguma coisa para matar suas vítimas, tudo isso está ligado a concentração comum, onde você vai falar a quantidade em gramas do soluto que no caso é o veneno dissolvido em 1 litro de água, refrigerante...1 litro de solução. Em um refrigerante por exemplo com 10 g/L de “chumbinho” que a polícia achou, vai significar que temos 10 g de veneno em 1 Litro de refrigerante, pois o padrão é para 1 L.	
230	A5: E se for ml?	
231	P: Você transforma para 1 litro, não esquece que 1 litro corresponde a 1000 ml.	

232	A5: A mulher tomou 300 ml de refrigerante, faz uma dose de 1 litro e coloca os 300 ml que ela tomou.	Alunos discutindo com o grupo
233	P: Algum problema aqui? Pessoal existe uma fórmula para calcularmos isso, mas eu acho que não é legal trabalharmos com fórmulas, não tem necessidade, pois é só sabermos essa relação.	Alunos respondem que não
234	A2: A fórmula é muito difícil?	
235	P: Não! essa é a fórmula, massa do soluto dividida pelo volume da solução. Vamos entender que você está justificando que o soluto é a menor parte, pois é o que será dissolvido e a solução é quando temos os dois em um litro de solvente, retomando, se eu tiver sal e água quem é o soluto?	Professora escreve a fórmula na lousa.
236	A2: Sal	
237	P: E a água vai ser quem?	
238	A5: Solvente	
239	P: Quando misturamos água e sal temos uma solução, solução salina no caso, tudo bem? Vamos pensar em uma continha simples e bem básica, vamos pensar lá no nosso jogo...temos 300 ml de refrigerante, então vamos supor que a concentração lá era de 10 g em 300 ml de refrigerante, daí eu falo para vocês qual era a concentração em gramas por litro de veneno? Como eu resolvo isso? Aqui vocês conseguem me falar? Vocês têm 10 g de veneno em cada 300 ml de refrigerante, mas o padrão não é para 300 ml mas sim para 1000 ml, para 1 litro que é 1000 ml, como eu resolvo essa conta aqui sem usar fórmula?	Alunos respondem afirmativamente. Professora retoma as contas realizadas na aplicação do jogo
240	A5: 300 ml?	
241	P: Algum problema nisso? Eu só abri o que está escrito aqui...10 g de "chumbinho" em 300 ml de refrigerante, qual é o lance então? É para 300 ml que eu quero?	Alunos respondem balançando a cabeça em sentido de negação.
242	A5: É para 1000 ml.	
243	P: Então eu vou por ml embaixo de ml. Quantas gramas de veneno eu vou ter? não sei...vou descobrir colocando um x. Vamos cortar as unidades iguais, ml com ml porque está igual. 300 x... quanto dá?	Professora explica na lousa.
244	A5: 300 x é igual a 10 vezes 1000	
245	A2: 10.000	
246	P: 10.000 dividido por 300, vamos cortar esses zeros, meu x deu? Vocês entenderam?	Alunos respondem afirmativamente.
247	P: Existe só esse tipo de concentração?	Alunos respondem negativamente.
248	P: Existe a concentração em quantidade de matéria, em massa e em partes por milhão. A concentração em mol/L, em % e ppm serão as que vamos usar.	
249	A5: Prof. Vamos usar esses cálculos para chegar lá?	

250	P: Isso, para chegar lá também.	
251	A5: Eu sei...pelo caminho mais fácil?	
252	P: Pela matemática	
253	A5: Mas se for fazer com outros números iria dar certo?	
254	P: Daria sim! Agora iremos ver a concentração em quantidade de matéria. A primeira coisa que iremos ver de diferente em relação a comum é que na comum estávamos trabalhando com a grama e aqui vamos trabalhar com mol. Vocês lembram o que é mol?	Explicação realizada após a visualização dos vídeos editados.
255	A5: Não	
256	P: O mol é uma unidade de medida. Vamos pensar no átomo, um átomo é uma entidade muito pequena, então convém trabalharmos com um “pacote”. O mol nada mais é que uma unidade de medida. Vamos supor que seja um mol de átomos, quantos átomos vamos ter dentro do meu pacote? Na química você vai saber. Esse número tem que guardar no coração $6,02 \times 10^{23}$ seiscentos e dois setilhões de átomos. Esse número muda? Não muda.	
257	A5: Tenho que gravar isso?	
258	P: Sim. Então se for um mol de moléculas temos $6,02 \times 10^{23}$ moléculas. O mol nada mais é que uma unidade de medida para quantidade de matéria, não se esqueçam disso.	

Quiz no kahoot!

259	P: Vai pessoal entra no site <i>kahoot!</i> e digita esse pin.	Professora escreve na lousa o código para entrar no quiz. Alunos entram no site pelos seus celulares.
260	A2: Tenho que fazer conta? Mas eu não consigo fazer conta.	
261	P: vem cá! Você tem 100 g em 300 ml, em 1000 ml você vai ter?	Professora auxilia o aluno
262	A2: Ah, sim!	
263	A5: eu não vou fazer de novo!	
264	P: Tenta!	Alguns alunos estão mostrando estarem nervosos ao errar e outros felizes ao acertar.
265	A2: Dona, e agora? fique em segundo lugar.	Professora o parabeniza.
266	A6: Prof. Vem aqui me ajudar!	Professora segue até a carteira do aluno.
267	A11: Professora não quer entrar!	Professora observa a maneira que o aluno está entrando no site e o auxilia.
268	A1: Foi o que eu falei Prof. Solvente é a parte da solução que está em maior quantidade como por exemplo, a parte que	Professora concorda com a explicação do aluno.

	dissolve o soluto, exemplo: se você pegar sal e água, sal é o soluto e a água é o solvente, o solvente é o que vai ser dissolvido.	
269	A11: Ah! É verdade.	

Exercícios realizados na lousa

	P: Vamos fazer o primeiro exercício juntos? Pessoal aí do fundo dá para escutar? No primeiro exercício adicionamos duas gramas de sulfato de cobre, vou anotar aqui. Adicionamos 2 gramas de sulfato em um balão de 250 ml, a concentração dessa solução é qual? Então o exercício quer saber qual é a concentração.	Alunos respondem que sim.
270	A2: Faz aquela conta lá?	
271	P: sempre vamos usar aquela regra de três. A concentração que temos que achar, que o exercício quer, tem que estar em g/L certo? Vocês têm a grama, mas vocês têm o litro?	
272	A2: não!	
273	P: É isso que o exercício quer que você descubra.	
274	A2: Como faço?	
275	P: Vamos transformar esse litro em ml para podermos cancelar as unidades e achar o "x". um litro corresponde a quantos ml?	
276	A2: Mil	
277	P: Se eu tenho 2 gramas em 250 ml em 1000 ml terei quanto?	
278	A2: É só fazer a conta!	
279	P: Então ml com ml podemos cortar, porque unidades iguais podem ser canceladas e agora aplicamos em "x".	
280	A2: Eu não entendi o dois, fico normal?	
281	P: O dois ficou normal.	
282	A2: 250 x é igual a 2000, certo?	
283	P: Certo! E agora?	
284	A2: 2000 dividido por 250 e resolve essa conta que deu 8!	
285	P: 8 o que mesmo?	
286	A2: 8 litros.	
287	P: É só você olhar aqui, quais são as unidades de medida?	
288	A2: Mililitros	
289	P: ml com ml eu cortei, não existe mais! O que sobrou?	
290	A2: Gramas	
291	P: Gramas. Então qual é a concentração?	

292	A2: Gramas por litro. O que isso quer dizer?	
293	P: Que se você pegar o balão de 1 litro você vai ter que por 8 gramas de sulfato para corresponder essa concentração aqui. Agora tem um outro jeito da gente resolver isso com continha simples? Pensa aqui comigo, imagina que isso aqui é um frasco e a capacidade dele é de 250 ml, daí eu fui lá e coloquei 2 gramas. Aqui é outro frasco de 250 ml, quanto é o total de ml somando os frascos? Alguém responde? Isso 500, daí eu fui lá e adicionei mais 2 gramas, com quantas gramas eu estou no total? Dois mais dois? 500 ml temos 4 gramas! Daí eu peguei outro frasco de 250 ml, totalizando quantos ml? $500 + 250$?	Professora explica a conta pegando materiais escolares da carteira dos alunos. Alunos respondem 500. Alunos respondem 4 gramas.
294	A2: 750!	
295	P: Eu fiquei com 750 ml, só que eu tinha 4 gramas dissolvidas e eu fui lá e coloquei mais 2 gramas, então fiquei com quantas gramas dissolvidas? Alguém responde?	
296	A2: 4	
297	P: Eu tinha 4 e coloquei mais 2.	
298	A2: 6	
299	P: Isso! fiquei com 6 e aí eu fui lá e peguei mais um balão de 250 ml de novo, totalizando quantos ml? $750 \text{ ml} + 250 \text{ ml}$ dá quanto? $250 + 250 + 250 + 250$?	
300	A2: 1 litro	
301	P: Isso! 2 gramas + 2 gramas + 2 gramas + 2 gramas dão?	
302	A2: 8 gramas! É mais fácil fazer a conta.	
303	P: Vou desenhar os balões na lousa, eu vim aqui nesse balão de 250 ml e coloquei 2 gramas de sal certo? Peguei outro balão de 250 ml e coloquei mais duas gramas de sal, peguei outro balão e de 250 ml e coloquei mais 2 gramas de sal, peguei outro balão de 250 ml e joguei mais 2 gramas de sal. Vamos fazer as contas, $250 + 250 = 500 + 250 = 750 + 250 = 1000 \text{ ml}$, isso corresponde a 1 litro. 2 gramas + 2 = $4 + 2 = 6 + 2 = 8$ gramas. E se o exercício perguntasse para você quantas gramas você tem em meio litro? Quantas gramas de sal eu tenho em meio litro?	Professora faz um esquema na lousa desenhando os balões com uma colher em cima indicando a adição de soluto.
304	A2: Em meio litro?	
305	A12: Prof. Pergunta novamente.	
306	P: Meio litro é esse balão mais esse, quantos gramas deu?	
307	A9: 4.	
308	A2: Dona eu não estou entendendo	Aluno gesticula o braço.
309	A1: Lá está em ml.	Aluno responde para o outro aluno.
310	A2: Mas esse daí?	
311	A1: Ele é da grama.	

312	P: O que você não entendeu?	Aluno balança a cabeça negativamente. Professora continua a explicação.
313	P: Em 750 ml quantos gramas você teria?	
314	A2: Você entendeu?	Aluno pergunta para outro aluno.
315	P: 250 ml + 250 ml = 500 ml + 250 ml = 750 ml, então quantos gramas eu teria? $2 + 2 = 4 + 2 = 6$ é tudo proporcional, entenderam? Vou fazer o segundo exercício com vocês e outros vocês farão com seu colega. Uma solução alvejante tem 200 gramas de hipoclorito de sódio. Vamos colocar aqui a fórmula molecular que é NaClO, não esquece que N é letra maiúscula e a minúscula, o C é maiúscula e o l é minúscula e o O é maiúscula. Sódio, cloro e oxigênio formando o hipoclorito de sódio que eu joguei. Eu joguei 200 gramas em quantos litros de água? 5 litros. Em 5 litros de água eu preparei uma solução de hipoclorito, mas eu não preparei 1 litro mas sim 5 litros, marca bem. O que o exercício quer saber? A concentração em mol/L, diferente daqui em que tínhamos a concentração comum em g/L. Vocês lembram o que é o mol mesmo? Lembram que o mol é uma unidade de medida? Mas se quisermos trabalhar com mol, temos que começar achando a massa molar. Vamos achar a massa desse mol, e o primeiro passo é achar a massa molecular do hipoclorito. Como eu acho a massa dessa molécula mesmo?	Alunos respondem afirmativamente.
316	A12: Olhando a massa na tabela periódica.	
317	P: Perfeito! Vocês conseguem olhar na tabela periódica? Fala para mim qual é a massa do Na, do Cl e o do O?	
318	A1: 23	
319	P: Isso! Parabéns.	
320	A12: 35 pesa o Cl	
321	A1: 16 pesa o oxigênio.	
322	P: legal! Achamos a massa dessa molécula, portanto podemos dizer que a massa de 1 mol de hipoclorito vai pesar 74 gramas. Agora isso aqui que acabamos de achar 74 gramas, é a massa do mol, então quantos gramas ele usou mesmo para preparar essa solução?	
323	A2: 200	
324	P: 200 gramas então vão equivaler a quantos mols? É o que eu tenho que descobrir. Não sabemos, vamos colocar o "x" aqui e fazer as contas, grama com grama vamos cortar porque unidades iguais se cancelam. 74 vezes "x" dá quanto?	
325	A2: 74 x	
326	P: Perfeito! E 1 vezes 200?	
327	A2: 200	
328	P: E essa continha faz para mim?	

329	A2: 200 dividido por 74?	
330	A12: 2,70	
331	P: Obrigada! 2,70 o quê? O que sobrou aqui? O que vamos concluir disso? Isso daqui está valendo para 5 L e a concentração é para 1 L. Vamos pensar...eu vou usar em torno de 3 gramas para preparar 5 litros de solução, para preparar apenas 1 litro eu uso quanto? Vamos montar uma regra de três. Vamos lá! 5 litros de solução eu uso 2,7 mols então em 1 litro eu vou usar quanto? "x". Os litros vamos cancelar, quanto fica 2,7 dividido por 5?	
332	A12: 0,54	
333	P: 0,54 o quê mesmo?	
334	A12: mol por litro	
335	P: Perfeito! Agora o terceiro vocês fazem usando a regra de três ou vocês podem usar a fórmula também, mas eu aconselho a regra de três. Pessoal, quem acabou e eu já conferi, tem um vídeo no grupo da sala de vocês que eu gostaria que vocês entrassem e assistissem.	Alunos executam a tarefa e a professora corrige individualmente.
336	A2: Está bom.	
337	P: A atividade é estilo aquela que fizemos ontem, eu gostaria que vocês anotassem as ideias principais.	

Porcentagem em massa e partes por milhão

338	P: Vamos tentar ler a reportagem e fazer um esquema para contextualizar o que vemos até aqui. Apartamento do casal que morreu asfixiado não passou por vistoria na saída de gás.	Alunos leem a notícia de forma colaborativa em duplas.
-----	--	--

Preparo de uma solução e extração de DNA no Laboratório de Ciências

339	A1: Qual é a segunda conta professora?	
340	A12: Regra de três, olha na lousa, 1 mol está para 58...0,05 mol "x".	Conversa entre alunos.
341	P: Tudo bem até aqui? 58 gramas, isso é a massa de um único mol. Quantos mols a concentração está pedindo para vocês? Então mol embaixo de mol.	Professora explica na lousa o exercício. Alunos respondem 0,05.
342	A2: Professora "x" é em gramas? Faz as contas.	
343	A4: 45 é 5 x 9.	
344	A6: Prof. É de vezes ou de dividir?	
345	A1: Não dá não.	
3463	A2: Como não dá a conta?	
347	A11: 0,5	
348	P: Está certo! E agora?	
349	A11: Então está certo? Aí que eu falo que está certo!	

350	P: Então agora você vai pegar seu copo com água e pegar essa medida. Você vai fazer gargarejo. Em um litro de água você vai ter que por 2,9 gramas de sal. Mas em 200 ml você vai pôr quanto? Você não vai preparar 1 litro.	
351	A12: Pesa a quantidade de sal descoberta no exercício?	
352	P: Você vai pegar essa medida de sal e dissolver na água, fazer o bochecho e ficar uns 5 segundos espalhando para os lados e depois jogar uma gota de detergente no béquer. Pegar outro béquer com 20 ml de álcool e adicionar na mistura do bochecho para vocês verem o seus DNA. O emaranhado que você vai ver será seu DNA.	
353	A11: Precisa secar?	
354	P: Não precisa.	
355	A2: Isso é a fórmula do sal. Daí deu nisso... 0,5 mol é o que eu quero saber.	
356	A11: Professora essa daqui mostra em copo plástico?	
357	P: Se você achar um béquer lá fica mais legal para você ver.	
358	A12: Leve gostinho de sal.	Aluno entrega seu béquer para a professora olhar.
359	A2: Está fazendo as contas?	Aluno perguntando para outro aluno.
360	A2: Dona, vê se está certo? É que eu não estava entendendo a conta, o sal disso e é isso que eu quero, saber quanto eu preciso para o mol, daí eu fiz a conta e deu 0,2 g/L.	
361	P: Só que você não vai preparar 1 litro e sim 200 ml.	
362	A2: Quanto eu coloco? 0,58 g?	
363	P: 0,58 g.	
364	A2: Pesa e faz o bochecho?	Professora sinaliza que sim
365	A2: Tenho que colocar o copo inteiro na boca? Tudo isso de água?	
366	A12: Tem que encher um copo, você vai pôr um gole maior na boca.	
367	A2: E agora o que eu faço?	
368	P: Pega um béquer.	
369	A12: Só não engole.	Aluno coletando o material da solução.

Diluição

370	P: Pessoal vamos preparar uma solução. Lembra-se que preparamos uma solução salina de 36 g/L? Então, vamos preparar uma solução de 10 g/L. Vamos pegar 100 ml de água e colocar na proveta, pegamos 1 g de sulfato e dissolvemos no béquer. Vocês estão vendo a solução? Está bem azul!	Alunos balançam a cabeça positivamente.
-----	---	---

	Essa proveta é de 50 ml, vou passar para uma maior para fazer uma diluição. Vocês têm ideias do que é uma diluição?	
371	A12: Nós aumentamos a quantidade de solução.	
372	P: Então na diluição acrescentamos mais água. Vocês já fizeram uma diluição em casa? Já usaram aquelas polpas concentradas que tem que diluir em uma quantidade de água?	Alunos dizem “sim”.
373	A9: Gelatina incolor com água.	
374	P: Um exemplo melhor seria um suco concentrado. Vou dobrar esse volume certo? Vou pôr água aqui na proveta e colocar mais 50 ml de água na solução. Qual era a concentração mesmo? 1 grama para 100 ml, ou seja, 10 g/L. Olha só! Reparem que a solução ficou mais clara. Eu fiz uma diluição. Fui lá e acrescentei mais água. Pergunto para vocês, pensa aí... a massa do sal que eu usei aumentou? O que aconteceu com a massa do sulfato que é esse pó azul aqui?	
375	A12: A massa está menos concentrada.	
376	P: Pensa na quantidade do pó que eu peguei que é o sulfato, na hora que eu coloquei mais água a massa do soluto mudou?	
377	A12: Não! A água mudou.	
378	P: Vamos por parte. A cor da água mudou sim, ficou um pouco mais clara porque nós diluímos, mas a massa de soluto; as colheres que colocamos de sulfato de cobre mudou? O fato de ter diluído, ter colocado água mudou a massa de sal? Vocês viram eu colocar mais soluto aí dentro? Volto a perguntar para vocês a massa do soluto mudou? Não! Eu não coloquei mais sal aí dentro, eu estou com as mesmas 1 g de soluto que eu coloquei, na diluição a massa do soluto não mudou. Agora pergunto para vocês o volume do solvente mudou?	Alunos respondem em sinal de negação.
379	A12: Sim.	
380	P: Mudou não é? Eu coloquei mais quanto de água mesmo?	
381	A2: 50 ml.	
382	P: Eu tinha 50 ml e coloquei mais 50, o que eu fiz com o volume? Foi para 100 ml, o que aconteceu com o volume?	
383	A12: Dobrou!	
384	P: perfeito! O volume dobrou. O que vai acontecer com a concentração? Pela coloração da solução dá para termos uma ideia. A concentração era 10 g/L, essa era a concentração antes de eu pôr água e aqui eu coloquei o dobro de água. O que aconteceu com essa concentração?	
385	A12: 10 gramas para 2 litros.	
386	P: Temos que fazer a proporção, estou trabalhando com a proveta de 100 ml porque não temos a proveta de 1 litro. Quanto a gente colocou de água?	
387	A12: 50.	

388	P: Isso totalizou quanto?	
389	A12: 100.	
390	P: E aí esse 100 significa que eu fiz o quê?	
391	A12: Dobrou.	
392	P: Então se eu dobrei a quantidade de água, o que vai acontecer com a concentração?	
393	A12: Diminuir.	
394	P: Diminuir quanto?	
395	A12: O dobro.	
396	P: O dobro. Então a concentração eu vou diminuir duas vezes ela. Então, de 10 g/L dividido por dois, ela vai para?	
397	A2: 5.	
398	P: Então agora a concentração aqui vamos ter 5 g/L e não mais 10g/L como esse. Aqui foi para 5 g/l por quê?	Professora mostra as provetas com as soluções.
399	A2: Porque diluiu.	
400	P: Se eu colocar mais água o que acontece com a concentração da solução mesmo?	
401	A12: Diminui.	
402	P: Vocês querem colocar alguma coisa? Eu passei a fórmula que é a massa inicial do soluto vezes o volume inicial, igual a massa final do soluto vezes o volume final da solução. Vocês têm anotado aí. Temos dois exercícios para vocês fazerem, tentem fazer e se der para usar a fórmula podem usar.	Alunos balançam a cabeça em sinal de negação. Alunos começam a fazer os exercícios propostos.

Rotação por estações no Laboratório

403	P: Vocês podem se sentar em grupo de 4 pessoas por ilha. Vocês estão lendo?	Professora pergunta para o grupo sentado na ilha da leitura de artigos.
404	A2: Posso grifar?	
405	P: Claro que pode!	
406	A1: Qual o nosso objetivo?	Alunos conversando entre eles.
407	A3: Falar o que você entendeu.	
408	A2: Faço a leitura em voz alta da parte que mais chamou a atenção no texto para os demais do grupo.	Alunos conversando entre eles.
409	A2: Posso ler?	Alunos conversando entre eles.
410	A3: Fala... ainda não terminei.	Alunos conversando entre eles.

411	A1: Não achei um número.	Alunos conversando entre eles.
412	P: Você não vai achar mesmo! Terá que pesquisar depois.	
413	A1: Você falou que é aqui? Eu não vou achar fácil assim? É bom anotar.	
414	P: O texto está falando sobre concentração, mas não tem a quantidade.	
415	A1: Vamos descobrir o mol/L?	
416	P: Não, agora não. A ideia é prepararmos a solução primeiro. Vamos que eu vou auxiliando vocês.	Alunos revezam as ilhas.
417	A3: Vou lendo o roteiro.	
418	P: Vamos fazer a primeira experiência aqui. Vocês vão pregar o leite normal e preparar a concentração do leite em pó. Essa é a solução 50 g/L, mas eu só quero 70 ml.	
419	A3: Sim.	
420	P: Meninos prestem atenção aqui. Vocês terão que pegar 20 ml de leite em pó de concentração 150 g/L, mas eu não quero que vocês preparem 1 litro, quero que preparem 20 ml. Como irão fazer? E aí? Alguém falou conta?	
421	A2: 1 litro quantos mols?	Alunos conversam entre eles.
422	P: A concentração é 150 g/L. Eu não quero que vocês preparem 1 litro, eu quero que vocês preparem 20 ml.	
423	A2: Temo que fazer a conta para sabermos.	
424	P: A balança está lá e está ligada.	Professora aponta para a balança
425	A2: Quanto a senhora quer?	
426	P: 20 ml.	
427	A2: 20 ml.	Alunos conversando entre eles.
428	A3: Prof. Ainda não entendemos.	
429	P: 150 gramas está para quanto?	
430	A1: 1 litro.	
431	P: Coloca aí então quanto eu preciso.	
432	A3: 20 ml.	Alunos resolvem o exercício.
433	P: O papel de filtro está lá para vocês pegarem.	
434	A3: 3 gramas Dona?	Professora acena que sim
435	P: Tara a balança. 3 gramas é 3,0. Vocês sabem que irão preparar mais e esta é a primeira de três.	Alunos pesam o leite em pó na balança de precisão.
436	A3: 20 ml de água? Como é o nome disso?	

437	P: Proveta. A1 coloca mais água aí...	
438	A1: Água aqui?	
439	P: É sim. Vocês irão ver se está contaminado com amido ou não. Os outros estão preparando as soluções, vocês podem ir vendo quais amostras estão contaminadas ou não. Vocês irão fazer 4 testes. Peguem um pouquinho da amostra e coloquem no tubo de ensaio.	
440	A1: Amarelou.	Aluno olhando para a amostra no tubo de ensaio
441	A3: Posso mexer?	
442	P: Pode! Você olhou a primeira amostra, mas tem mais três. Agora você faz a análise. Vamos chamar assim. A amostra que você está é a amostra A.	
443	A1: Está bom.	
444	P: A amostra que o A1 está mexendo é a B. A1 tenta fazer as contas para 40 ml. Continua testando se tem amido, coloca mais 2 gotas de iodo.	Alunos pegam os tubos e começam a analisar.
445	A2: O meu mudou de cor.	
446	P: O seu deu positivo para iodo. Vocês irão ter que colocar no seu laudo a amostra que vocês pegaram	
447	A2: É a amostra B.	
448	A1: Fala para a A5 pegar o laudo aí.	
449	P: Calma! Agora anota em um papel tudo o que vocês estão vendo, depois vocês irão para o laudo, se não vocês podem confundir tudo.	
450	A2: Como posso colocar sendo um positivo?	
451	P: Você pegou um pouco de cada amostra e uma deu problema?	
452	A5: O meu deu negativo.	
453	P: Tudo bem.	
454	A2: O Prof, esse daqui conta que ficou bem roxo?	
455	P: Conta!	
456	A2: Positivo com iodo é isso? Então me ajuda aqui para não dizer que fiz coisa errada. Positivo para o teste e estes outros são o quê?	Conversa entre alunos.
457	A3: Mas não deu para entender.	Conversa entre alunos A3 com A2.
458	P: Então ok, vamos começar a lavar os tubos.	
459	A3: Esse aqui acabou dá para tomar depois?	
460	P: Não pode tomar, está tudo sujo. Nada é para tomar.	

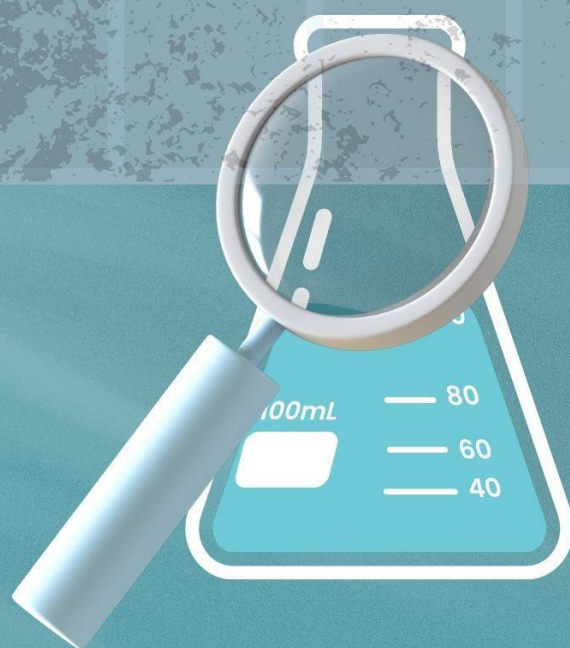
461	A2: Prof. Eu gostaria de anotar, quanto de leite tem aqui mesmo?	
462	P: Quanto de leite você colocou?	
463	A2: Posso misturar tudo?	
464	P: Pode.	
465	A3: Tem 3 gramas que nós fizemos.	
466	P: Isso! Vocês têm uma concentração de 150 g/L. Joga fora gente! Vamos fazer outro teste. Agora leite adulterado com água oxigenada na mesa.	
467	A3: Agora eu não entendi, vamos pegar um pouco desse e um pouco desse?	Aluno aponta para as amostras.
468	A2: Isso não é tudo junto... é para pegar mais 4 tubos não é?	Conversa entre alunos. Aluno levanta e se dirige até a pia para lavar os tubos de ensaio.
469	P: Peguem o Erlenmeyer com leite que eu dei e levem para a mesa.	Alunos olham fixamente para o Erlenmeyer e repassam o frasco entre eles.
470	A3: Leva esse tubo para mim?	Conversa entre alunos.
471	A2: Está bom! Prof. Vem aqui fazendo favor?	Professora se dirige ao aluno
472	P: Oi! Estou indo! Espera só um pouquinho.	
473	A2: Me entrega o tubo sujo.	Conversa entre alunos.
474	A2: Prof. O meu não cabe, posso fazer assim?	Aluno aponta para os tubos.
475	P: Espera que eu já estou lavando.	
476	A1: Quanto que é cada um?	Conversa entre alunos.
477	A5: Mas não estou entendendo, o A1 é o 4 ou é o 2? Cada um coloca em um lugar?	Conversa entre alunos.
478	A3: Sim.	Conversa entre alunos.
479	A5: É... calma!	Conversa entre alunos.
480	A3: Fala qual é o A?	Conversa entre alunos.
481	A5: Esse é o A. É esse que estou pondo agora.	Conversa entre alunos.
482	A3: Pega o tubo de ensaios limpos e coloca eles na estante em cima da mesa.	Conversa entre alunos.
483	P: Chegou os tubos limpos.	Alunos manipulando os tubos e o Erlenmeyer.
484	A2: Vai ter que inclinar.	Conversa entre alunos.
485	A3: Eu tenho medo...	Conversa entre alunos.
486	A5: Cada coisa gente!	Conversa entre alunos.

487	A3: Prof. deu normal?	
488	P: Talvez, vocês que irão pesquisar.	
489	A5: Deu positivo.	Alunos trazem mais tubos limpos até a mesa.
490	A2: Vamos mexer mais? Qual é o próximo experimento?	
491	P: Experimento com o reagente de Benedict.	
492	A2: Qual Benedict?	
493	P: Esse frasco aberto.	
494	A2: Posso por Prof?	
495	P: Você vai pôr em uma proveta e depois você coloca lá.	
496	A2: Espera aí então.	
497	A3: Virou espuma! Anota aí gente!	Conversa entre alunos.
498	A3: Prof. esse aqui não deu nada não.	Aluno aponta para o tubo.
499	A5: Professora, posso agitar?	Professora aponta que sim
500	A2: Prof. sem graça! só um escureceu.	
501	A5: Agita o tubo, levanta ele e olha.	Conversa entre alunos.
502	A2: Prof. o que aconteceu aqui?	Aluno conversando com a professora em voz alta.
503	A5: Deu tudo negativo.	Conversa entre alunos.
504	A2: Um só ficou escuro, o que aconteceu?	Conversa entre alunos.
505	P: Vocês irão pesquisar para descobrir. A graça é essa, se eu falar a resposta não tem graça.	Alunos anotando os resultados.
506	A3: O que está acontecendo? O que é aquele reagente ali?	Conversa entre alunos.
507	A2: O primeiro é o iodo.	Conversa entre alunos.
508	P: Certo.	
509	A2: O segundo é o Benedict.	Conversa entre alunos.
510	P: Agora vocês irão fazer o relatório.	Alunos manipulando os tubos.
511	A5: Eu já estou fazendo.	
512	A2: Eu coloquei assim: branco com azul leve, azul claro e azul intenso.	Conversa entre alunos.
513	A3: O meu é diferente, o meu está errado então, o meu está com problema.	Conversa entre alunos.
514	P: Eu não vi, que problema?	
515	A1: Eu já pensei em trabalhar em um laboratório, é bem legal.	Conversa entre alunos.

Apêndice B – Material do Professor (Produto didático)

2023

QUÍMICA FORENSE NO ENSINO DE CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES



Luciana Batista

Química Forense no Ensino de Concentração de Soluções

Luciana Batista



Apresentação

Apresentamos a você nossa sequência de ensino-aprendizagem sobre o conteúdo de concentração de soluções, referente ao componente curricular de Química. O produto didático foi desenvolvido em três etapas, contendo duas atividades diferentes que se dividem em momentos, de forma que cada um deles buscou atender diferentes tipos de aprendizagens.

Contemplamos atividades que tivessem um maior potencial de contextualização, de modo a permitir uma diversidade de ações e reflexões dos alunos em torno de diferentes tipos de situações didáticas. A Teoria das Situações Didáticas foi a base teórica deste material. Além disso, a ênfase da sequência didática foi contribuir com o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita por meio de notícias de jornal que traziam como temática a Química Forense.

Bons estudos!

“Em uma concepção mais geral de ensino, o saber é uma associação entre boas perguntas e boas respostas”
GUY BROUSSEAU

1. Informações gerais

Professor,

Buscamos compor a sequência de ensino-aprendizagem com atividades apontadas em pesquisas nas áreas de educação e educação em ciências como potencializadoras da aprendizagem e que fossem capazes de promover as fases que compõem as situações didáticas da teoria didática de Guy Brousseau. Desta forma, usufruímos de jogos em formatos de quiz e tabuleiro, vídeos e práticas de laboratório, intercalando as atividades mencionadas com a leitura e interpretação de textos jornalísticos relacionados com a Química Forense.

A sequência de ensino-aprendizagem foi dividida em três etapas contando com um total de duas atividades por etapa que, por sua vez, foram subdivididas em momentos. Os momentos caracterizam a mudança nos recursos utilizados dentro de cada atividade disposta nas três etapas.

Na primeira etapa, a atividade 1.1 envolve a exibição de um vídeo no primeiro momento, um jogo de tabuleiro no segundo momento e a leitura e interpretação de textos jornalísticos no terceiro momento. A atividade 1.2, da mesma etapa, foi proposta para ocorrer em somente um momento, com a leitura de um texto jornalístico adicional que possibilitou o trabalho com o conceito de concentração comum.

Já a segunda etapa, tem como primeira atividade a leitura de outros textos jornalísticos que apresentam os conceitos abordados no conteúdo de concentração de soluções. Há, ainda, a exibição de dois vídeos editados com perguntas sobre o assunto e um quiz abordando os principais aspectos relacionados. A segunda atividade da etapa 2 contemplou a leitura de outras notícias que abordaram outros tipos de concentração. Para finalizar a etapa, é prevista a preparação de uma solução de concentração conhecida no Laboratório de Ciências.

Por fim, a terceira etapa prevê somente um momento em que, com base na metodologia ativa conhecida como “rotação por estações”, espera-se que os estudantes possam investigar uma possível adulteração no leite em pó e no leite comercializado em caixas longa vida.

Como sugestões, indicamos que as atividades propostas na SEA podem ser desenvolvidas tendo como base, para a organização, um ambiente virtual de aprendizagem. Sugerimos o uso do “Google Classroom”, que pode ser adaptado e configurado segundo as necessidades do contexto e familiaridade de professor e alunos. Em relação aos experimentos, prevemos a realização pelos próprios alunos, mas a depender da disponibilidade de materiais e espaço da escola, podem ser realizados pelo professor enquanto experimentos demonstrativos. Em relação aos métodos de ensino, a sequência de ensino-aprendizagem prevê aqueles em que os alunos têm maior potencial de participação ativa. Sugerimos ao professor que, havendo necessidade e segundo as características do contexto, a metodologia ativa conhecida como “sala de aula invertida” pode ser inserida em algumas etapas, de modo a permitir um contato antecipado dos estudantes com materiais, incluindo notícias, que serão utilizadas nas discussões.

2. Plano de ensino

Química Forense no ensino de concentração de soluções

Quadro 1. Informações básicas	
Tema:	<i>Química Forense</i>
Conteúdos disciplinares:	<i>Concentração de soluções</i>
Público-alvo:	2ª Série do Ensino Médio ³
Princípios de Design (bases teóricas do plano):	Princípios estruturadores*: • Intencionalidade de criar situações que se caracterizariam como didáticas e adidáticas; • Desenvolvimento de habilidade (leitora e escritora); Princípios auxiliares*: • Relação entre mídia e educação, mediante o uso de notícias da mídia e recursos digitais no Ensino de Química; • Metodologias ativas; • Mobilização de conhecimentos prévios na assimilação de novas situações. <i>* Permitem a conexão entre atividades e a organização da Sequência didática como um todo.</i> <i>** Utilizados em partes específicas da Sequência didática.</i>
Objetivos:	Objetivo Geral: • Facilitar a construção dos conhecimentos científicos acerca do conteúdo de concentração de soluções, a partir da leitura e interpretação de textos variados. Objetivos Específicos: • Associar a competência leitora ao desenvolvimento do pensamento científico em qualquer área do conhecimento, identificar as principais unidades de medida que expressam a concentração das soluções, demonstrar os cálculos envolvidos na concentração das soluções, traçar métodos de auxílio a leitura de textos, inferir informações implícitas e explícitas no texto, solucionar problemas por meio da linguagem química.

³ O plano de ensino foi elaborado tendo como contexto de aplicação uma escola estadual localizada na região central da cidade de Ibitinga-SP.

Quadro 2. Detalhamento do plano			
Etapa	Desenvolvimento e tempo previsto	Recursos	Observações
Etapa 1 Introdução a toxicologia forense e levantamento de conhecimentos prévios sobre leitura e concentração comum.	Atividade 1.1 - Levantamento de conhecimentos prévios de leitura e interpretação textual <u>Mobilização para o estudo de Química Forense (15 minutos)</u> Apresentação de dois vídeos (Vídeos 1 e 2) sobre toxicologia Forense, a fim de contextualizar a presente pesquisa e aguçar o interesse dos alunos. O professor deve deixar claro o objetivo dessa atividade (identificar ideias chave, localizar informações implícitas e explícitas no texto) em um espaço na lousa, a fim de orientar e permitir a reflexão dos alunos quanto ao seu alcance. <u>Levantamento de conhecimentos prévios de leitura e interpretação textual (45 minutos)</u> Após a apresentação, a sala pode ser dividida em grupos para uma nova atividade. A atividade busca colocar os estudantes na situação de investigadores, além de aguçar a curiosidade deles, para as demais atividades que se seguem. Para isso, os estudantes são convidados a jogar “Química Investigativa” que é uma adaptação do jogo “Scotland Yard” para este contexto. <u>Leitura conjunta de materiais publicados na mídia (15 minutos)</u> Os alunos serão convidados a realizarem a leitura de notícias jornalísticas, que abordam a temática toxicologia forense, para posterior socialização de suas considerações. O professor pode entregar a impressão da matéria aos grupos, ou realizar a leitura diretamente do site, na sala de informática ou pelos celulares, caso haja disponibilidade. Cada grupo se dedicará a leitura de uma notícia (Notícias 1, 2, 3 e 4): Nesse momento é importante que se observem os procedimentos de leitura adotados pelos grupos, como, por exemplo: se existem anotações, marcações e interações do grupo sobre o texto, a fim de levantar os	Vídeo 1: “Tudo se Transforma, História da Química, Química Forense”, do canal do Youtube CCEAD PUC - RIO. Disponível em: https://youtu.be/KnwxyBQRQkl Jogo 1: Roteiro do jogo, cartas e tabuleiros. Notícia 1: “Ministério da Agricultura manda Backer recolher todas as cervejas da marca e suspender venda de produtos”, publicada no Portal G1 Minas Gerais. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/gerais/noticia/2020/01/13/ministerio-da-agricultura-manda-backer-recolher-todas-as-cervejas-da-marca-e-suspender-venda-de-produtos.ghtml Notícia 2: “O que se sabe sobre investigação relativa à Backer e síndrome que afetou 21 pessoas em MG”, publicada no portal G1 Minas Gerais. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/gerais/noticia/2020/01/13/o-que-se-sabe-sobre-investigacao-relativa-a-cervejaria-backer.ghtml Notícia 3: “Polícia encontra presença de dietilenoglicol em um dos tanques da Backer em BH”, publicada no portal G1 Minas Gerais, publicada no portal G1 Minas Gerais. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/gerais/noticia/2020/01/13	As atividades elencadas, buscam favorecer o desenvolvimento da habilidade leitora e favorecem a compreensão.

	conhecimentos prévios em relação à competência leitora. <u>Socialização sobre as notícias (15 minutos)</u> Após a leitura, promover a socialização entre os grupos. Algumas questões podem ser feitas a fim de norteá-los no momento da exposição oral como: Qual o nome portador da notícia? Qual o título da notícia e a data? Qual é o assunto tratado na notícia? Quais informações o grupo considerou as mais importantes? A socialização pode ocorrer em forma de roda de conversa, estimulando os estudantes a comentarem suas impressões sobre o texto. Nesse momento o professor, deve se ater à compreensão dos alunos sobre o assunto tratado nos textos. Todos os textos tratam da contaminação da cerveja por etilenoglicol e a intoxicação causada por sua ingestão. Atividade 1.2 <u>Introdução ao conteúdo de concentração de soluções – Parte 1 (20 minutos)</u> O objetivo desta atividade é promover a compreensão do conceito de concentração comum. De posse dos textos da aula anterior, em grupos, os alunos devem ser questionados: <i>Existe algum dado em seu texto, que explica a quantidade letal da substância para o ser humano?</i> <i>O que diz esse dado?</i> <i>Qual a sua interpretação para o dado identificado na notícia?</i> <i>Você já ouviu falar em concentração de soluções?</i> <i>Qual seria a quantidade letal de dietilenoglicol para um homem de 90 kg?</i> Peça que anotem as respostas em uma folha separada para que	/policia-encontra-presenca-de-dietilenoglicol-em-um-dos-tanques-da-backer-em-bh.ghtml Notícia 4: “Contaminação em Belorizontina pode ter deixado cerveja com gosto adocicado”, publicada no site jornalístico “O Tempo”. Disponível em: https://www.otempo.com.br/cidades/contaminacao-em-belorizontina-pode-ter-deixado-cerveja-com-gosto-adocicado-1.2282840 Notícia 5: “Cervejas contaminadas: entenda a investigação da polícia sobre o caso Backer, publicada no site jornalístico “Estado de Minas Gerais”. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/14/interna_gerais,1114152/cervejas-contaminadas-entenda-a-investigacao-da-policia-sobre-o-caso.shtml Notícia 6: “Quantidade de dietilenoglicol em Belorizontina detectada por perícia da Backer poderia matar, diz Polícia Civil” do Portal G1 Minas Gerais. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/gerais/noticia/2020/01/22/quantidade-de-dietilenoglicol-em-belorizontina-detectada-por-pericia-da-backer-poderia-matar-conforme-a-policia-civil.ghtml	
--	--	--	--

	um grupo corrija a folha de resposta do outro. O professor deve estar atento aos diálogos que acontecem dentro dos grupos, em relação às impressões sobre os dados tratados na notícia, bem como quais foram os conceitos matemáticos acionados para responder a última questão. <u>Introdução ao conteúdo de concentração de soluções – Parte 2 (15 minutos)</u> Em seguida, o professor distribui uma nova notícia (Notícia 6) aos grupos e, com o uso de um projetor multimídia, realiza a leitura compartilhada. Explique algumas estratégias úteis à leitura: tomar nota das ideias principais, sublinhar ou escrever sumários enquanto se lê ou após terminada a leitura. Utilize o gráfico presente na notícia como foco desta atividade, fazendo a leitura da concentração do material em relação ao tempo. Alguns questionamentos devem ser propostos para que permita a reflexão da unidade de medida concentração em g/L. Os grupos deverão anotar as respostas aos novos questionamentos em uma folha. <i>O que significa dizer que a concentração de DEG no dia 11/11/2019 é 0,83 g/100ml? E para o dia 22/11/2019?</i> <i>Caso a cerveja fosse embalada em lata de alumínio com capacidade de 300 ml, quantas gramas de DEG estariam presentes na amostra?</i> <i>Supondo que um homem de 90 kg ingerisse a cerveja embalada em lata, ele estaria morto?</i> <i>O texto aponta que em uma garrafa do lote analisado pela perícia foi constatado um total de 0,21g por 100 ml de DEG no tanque de número 10 ou seja, 1,26g por garrafa de 600 ml. Demonstre qual seria a concentração g/L de DEG neste tanque.</i> <u>Introdução ao conteúdo de concentração de soluções – Parte 3 (30 minutos)</u>		
--	--	--	--

	Após a realização da atividade pelos alunos, em uma roda de conversa discuta com eles as respostas dadas para as perguntas. Além disso, promova uma reflexão em torno do significado de concentração comum e explique os conceitos de solução, soluto e solvente por meio. Como este momento ocorre em torno de uma roda de conversa, realize as intervenções e explicações que se fizerem necessárias para a compreensão dos conceitos.		
Etapas 2 Conhecendo a Química da notícia	Atividade 2.1 <u>Leitura de notícias e preparo de uma solução de concentração conhecida (20 minutos)</u> Na sala de informática, distribua os alunos em duplas para que alternadamente façam a leitura de notícias (7, 8 e 9), diretamente do computador, e para que utilizem o procedimento de anotar as ideias principais em uma folha a ser entregue. As notícias tratam da contaminação humana por “chumbinho”. Aqui o professor deve esclarecer que não se trata de contaminação pelo elemento chumbo, mas sim uma mistura de venenos agrícolas do grupo químico carbamato e organofosforados, produzidos ilegalmente de forma criminosa e com sua venda e compra consideradas crimes. Após, faça a leitura compartilhada com os estudantes, da Notícia 10. Na lousa, anote as frases que a sala destacar, retire as ideias principais das frases e em seguida peça para que eles acessem o programa <i>Cmap Tools</i> (Software 1) e os auxilie na elaboração de seus mapas conceituais. <u>Resolvendo problemas que envolvem cálculos de concentração (25 minutos)</u> Apresente dois questionamentos iniciais: As notícias lidas apresentaram dados da concentração de “chumbinho” nas análises? Qual foi o dado?	Notícia 7 “Laudo confirma veneno potente em menino morto em fevereiro, em Mogi”, do portal G1 Mogi das Cruzes e Suzano. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2014/08/laudo-confirma-veneno-potente-em-menino-morto-em-fevereiro-em-mogi.html Notícia 8 “Laudo da PCDF confirma: professor morreu envenenado por raticida”, do Jornal digital Metrópoles. Disponível em: https://www.metropoles.com/distrito-federal/laudo-da-pcdf-confirma-professor-morreu-envenenado-por-raticida Notícia 9 “Mulher recebe pena de 21 anos por matar marido em Brusque”, do Jornal digital Metas. Disponível em: https://www.jornalmetas.com.br/geral/geral-blumenau/mulher_recebe_pena_de_21_anos_por_matar_marido_em_brusque.214739 Notícia 10 “Peritos criminais descobrem que moradores de rua foram envenenados em Itapevi”, publicada no site do Sindicato dos	As atividades desta etapa buscam compreender as unidades que expressam a composição das soluções e utilizá-las adequadamente, assim como localizar informação explícita, inferir informação implícita, identificar tema/assunto principal em um texto.

	Expresse esse dado em g/L. Após a verificação e discussão das respostas com os alunos, peça para que os alunos acessem a plataforma Kahoot (Link 1). As questões devem ser respondidas pelos alunos e o professor poderá analisar as respostas dadas. Além disso, sugerimos a realização de um exercício de síntese (exercício 1). O professor pode fazer a impressão do exercício, distribuindo para os alunos e resolvendo as questões em conjunto com eles. Atividade 2.2 <u>Ampliando os conhecimentos científicos em novas situações-problema (20 minutos).</u> Nesse momento, envolvendo o tema toxicologia forense, serão consideradas unidades de concentração (mol/L, % em massa, % em volume e ppm). O momento se baseia no uso da ferramenta Edpuzzle, que possibilita incorporar questões, áudios e anotações em instantes de um vídeo. Solicitem aos alunos que acessem o Link 2 e assistam o vídeo “Concentração de soluções – O que é uma solução?” incorporado na página do site. Os alunos deverão fazer anotações: “Façam suas anotações das perguntas que são apresentadas e das respostas fornecidas. Essas anotações poderão ser retomadas em uma atividade posterior”. Sugere-se nessa atividade, ainda, uma prática sobre o preparo de uma solução de concentração conhecida. Aqui o professor distribui o roteiro 1 e orienta os alunos a prepararem uma solução salina de concentração conhecida. Para que o preparo da solução salina tenha sentido, sugere-se que em seguida seja feito outro experimento para utilizar a solução salina recentemente preparada na obtenção de filamentos de DNA da própria saliva do estudante, conforme roteiro 2.	peritos criminais de S.P. Disponível em: https://sinpcresp.org.br/posts/peritos-criminais-descobrem-que-moradores-de-rua-foram-envenenados-em-itapevi Software 1 “Cmap Tools”. Informações e download disponíveis em https://cmap.ihmc.us/cmaptools/ Link 1 “Atividade no Kahoot”: https://create.kahoot.it/share/expressando-as-concentracoes/8cca46ec-8846-4273-a4f4-6ce7108030ae Obs.: PIN do jogo: 09718577. O professor pode acessar essa plataforma, criar um login e iniciar a montagem de quiz para os estudantes. Link 2 “Atividade no Edpuzzle”: https://edpuzzle.com/media/5fc856b6a76e9240f00657ab Obs.: Com o uso da ferramenta, o professor pode editar outros vídeos que considerar importante e incorporar questões, áudios e anotações nos instantes em que julgar mais adequado do vídeo. Exercício 1 - Diluição Roteiro 1 – Preparo da solução Roteiro 2 – Extração do DNA humano utilizando uma solução salina	
--	--	---	--

Etapa 3 Aplicação dos conhecimentos científicos abordados em novas situações problema	Atividade 3.1 Rotação por estações forenses (45 minutos) Esta atividade é melhor desenvolvida no Laboratório de Ciências, mas também pode ser adaptada para a sala de aula. Divida o ambiente em ilhas, agrupando as carteiras de modo que uma fique de frente com a outra, ou por bancadas no Laboratório. Cada ilha terá uma atividade específica para ser desenvolvida em 12 minutos pelos alunos. Ilha 1 – Análise de um caso de intoxicação por consumo de leite adulterado: Os estudantes terão em mãos o relatório da Polícia sobre o caso, a fim de que possam concluir quais análises deverão realizar para auxiliarem nas investigações. Ilha 2 – Identificando se houve ou não adulteração do produto: Os alunos terão os roteiros dispostos na mesa para que possam realizar os experimentos de análises colorimétricas nas amostras enviadas pela Polícia. Os experimentos envolverão a verificação se há (i) a contaminação do leite com amido; a (ii) adequação na quantidade de lactose; e de (iii) contaminação do leite por peróxido de hidrogênio. Para o teste de contaminação do leite com amido, quando adicionada a solução de iodo ao leite, sua coloração muda para a cor roxa. Para o teste do rótulo que informa a presença de lactose, ocorre a mudança de cor com a adição do reagente de Benedict e posterior aquecimento. Já para o teste de contaminação por peróxido de hidrogênio, ocorre uma mudança na coloração do leite ao adicionarmos ao leite uma solução de iodeto de potássio. Ilha 3 – Elaborando o laudo: Com o auxílio de um computador e o site Canva, os alunos irão elaborar um laudo pericial sobre os resultados das análises realizadas. Sugere-se utilizar como modelo o "Layout de laudo 1).	Roteiro 3 – Experimentação na ilha 2 Layout de laudo 1 – Modelo de laudo a ser utilizado na ilha 3.	As atividades elaboradas nesta etapa buscam desenvolver a habilidade e competência de resolver problemas que envolvam cálculos de concentração de soluções, aplicando-os a novas situações que permitam um melhor entendimento do mundo físico.
---	---	---	--

	O professor deve cronometrar o tempo de passagem entre as ilhas, a fim de que todos possam realizar as atividades propostas. Oriente-os em cada ilha de atividade, observando as interações entre eles e o conhecimento científico desenvolvido nas etapas desta sequência didática. Fechamento da atividade e da temática (45 minutos) No encerramento da aula, que envolve também o encerramento da discussão sobre o tema, estabeleça uma roda de conversa com o objetivo de recapitular o que foi tratado ao longo das aulas. Na recapitulação, busque verificar a compreensão não somente dos conceitos de química tratados, mas também da relação desses com o campo da química forense.		
Forma de avaliação: Avaliação contínua realizada por meio da participação e envolvimento do estudante no desenvolvimento das atividades propostas pela sequência didática, em ambiente presencial e virtual.			
Bibliografia: FERNANDES, A. P. D. B. Da Química à Toxicologia Uma abordagem no Ensino Secundário. Dissertação (Mestrado Ensino de Física e Química) – Universidade da Beira Interior. Covilhã, p. 182. 2012. Disponível em: < https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2770>. Acesso em: 28 nov. 2020. FERREIRA, S. P. A.; DIAS, M. G. B. B. Compreensão de Leitura: Estratégias de Tomar Notas e da Imagem Mental. Psicologia: Teoria e Pesquisa. v. 18, n. 1, p. 51-62, abr. 2002. Disponível em:< https://www.scielo.br/ptp/v18n1/a07v18n1.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020. PESSANHA, M. O ensino de Ciências e o planejamento didático. Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional. notas de aula. Unesp. Araraquara, 2020. SILVA, C. T. A.; PEREIRA, T. M. C.; ARRUDA, V. M. S.; BARBOSA, F. K. Toxicologia Forense. 8ª Mostra de Trabalhos Acadêmicos do UNILUS. Revista UNILUS Ensino e Pesquisa. nov. 2014, v. 12, n. 28, jul./set. 2015, ISSN 2318-2083 (eletrônico). p. 156. Disponível em:<http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/354/0>. Acesso em: 28 nov. 2020.			

3. Jogo 1 – Informações e cartas

O jogo “Química Investigativa” propõe que os estudantes desvendem um mistério em torno de um assassinato, ao mesmo tempo em que trabalha o conceito de concentração comum de forma lúdica e prazerosa.

O jogo apresenta várias “casas” que permitem aos estudantes se movimentarem no tabuleiro quando jogam os dados, a fim de entrarem nos locais com as pistas que auxiliam na solução do caso.

Regras do Jogo

- Todos os participantes se posicionam no local chamado “Química Investigativa”.
- Todos os participantes jogam o dado e quem tiver o número maior inicia o movimento das casas.
- Os movimentos dos jogadores ocorrem por meio dos dados em sua respectiva vez.
- O jogador tem liberdade para entrar em qualquer lugar do jogo desde que entre no local indicado por uma seta colorida.
- O jogador pode sair do local por meio de qualquer casa, exceto para entrar.
- As pistas que ajudarem o jogador a solucionar o caso deverão ser reescritas ou resumidas na ficha de investigação que deve ser entregue no início do jogo a todos os participantes.
- Cada local do jogo possui um total de 3 pistas, devendo o jogador ter acessado todas de forma aleatória ao decorrer do jogo.
- O jogador que entrar na “viatura de polícia” pode se deslocar em qualquer local do jogo independente da distância em que esteja.
- Depois de solucionado o caso, o jogador deve se dirigir a “delegacia de polícia” para indicar que o caso foi solucionado, finalizando a partida.

A primeira parte para solucionar o caso do jogo diz respeito ao veneno utilizado para envenenar o lanche da “Rosa” (personagem fictícia do jogo), sendo que todos os locais do tabuleiro apresentam as pistas necessárias.

Finalizando a descoberta do caso, o estudante precisa encontrar a concentração de veneno ingerida por Rosa através das pistas distribuídas no jogo que vão levar o estudante a desenvolver estratégias para sua solução. Quando o estudante solucionar as duas situações, ele deve se dirigir para a delegacia de polícia a fim de informar o caso aos demais jogadores e ganhar a partida, vencendo a partida o jogador que solucionar o caso primeiro. É interessante que o professor acompanhe a partida para observar e auxiliar os estudantes nas dúvidas que possam vir a surgir durante a aplicação do jogo.

Os locais em que os jogadores podem entrar no jogo são:

- Laboratório de Química
- Perícia
- Sala de arquivo
- Criminalística
- Aula de Química
- Laboratório Forense
- Viatura
- Polícia

LABORATÓRIO QUÍMICA

PERÍCIA

CRIMINALÍSTICA

LABORATÓRIO FORENSE

SALA DE ARQUIVO

AULA DE QUÍMICA

FICHA DE INVESTIGAÇÃO

Pistas

SOLUÇÃO

SOLUÇÃO

SOLUÇÃO

Tabuleiro do jogo



Cartas do Jogo “Química Investigativa” (Criminalística e Aula de Química)



PISTA 1

DL50 é 0,26 mg/Kg de peso corpóreo
em humanos

PISTA 2

A análise das vísceras da vítima constatou a presença de um veneno muito potente. O veneno atacou os pulmões, fígado e rins.

PISTA 3

A causa da morte foi asfixia



Pista 1

Concentração comum indica uma quantidade em massa de soluto que se dissolve em um volume de solução. Geralmente é expressa em gramas por litro (g/L)

Pista 2

DL 50 indica a dosagem letal de uma dada substância medida em mg por Kg de massa corporal, que é capaz de matar 50% dos indivíduos de uma população de amostra.

Pista 3

O nome do veneno causa do homicídio é semelhante ao elemento chumbo, porém de maior toxicidade ao organismo

LABORATÓRIO

Forense



Pista 1

Foi detectado na embalagem do refrigerante vestígios de um pó granulado de cor cinza escuro

Pista 2

A substância tóxica encontrada é utilizada de forma irresponsável para matar ratos

Pista 3

O último alimento ingerido pela vítima foi a lata de refrigerante de 300 mL



Sala de Arquivos

Pista 1

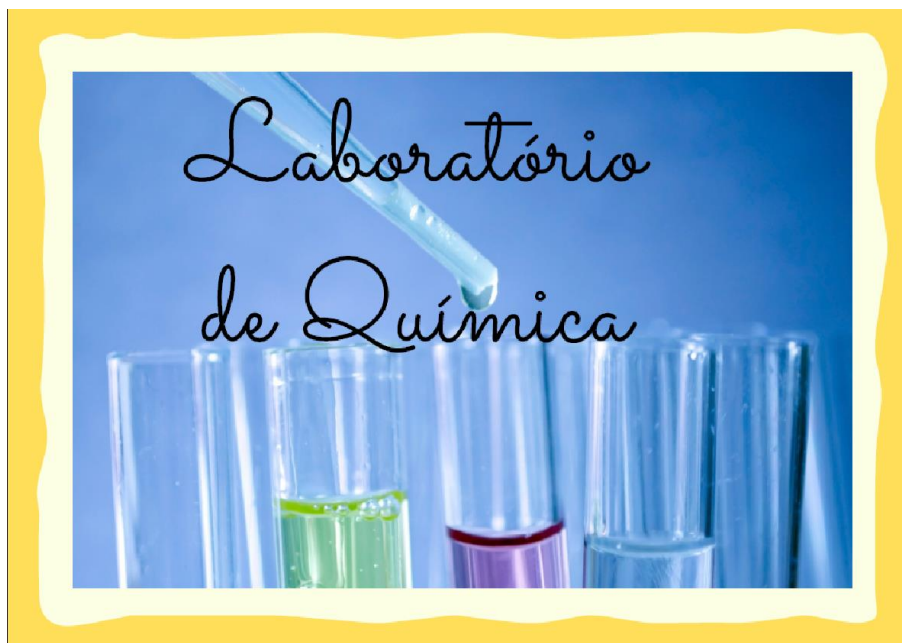
No Estado do Rio de Janeiro são estimados de 900 a 1500 casos de intoxicação anual deste composto

Pista 2

Quadrilha de contraventores adquirem o produto de forma criminosa por meio de roubo de cargas e contrabando com os países vizinhos do Brasil

Pista 3

Casas agrícolas comercializam o produto de forma clandestina;
Sua compra e venda é considerada crime



Pista 1

Grupo Químico: metilcarbamato de oxina (em maior quantidade) e organofosforados

Substância extremamente tóxica

Agrotóxico utilizado como inseticida e acaracida

Pista 2

Uso autorizado na cultura de algodão, batata, café, cana-de-açúcar, citros e feijão

Pista 3

Usado irregularmente como raticida, agente abortivo e para tentativa de homicídio



PISTA 1

Foi observado no local do crime uma lata de refrigerante do tipo cola de 300 mililitros amassada, que possivelmente foi ingerida pela vítima antes de morrer.

PISTA 2

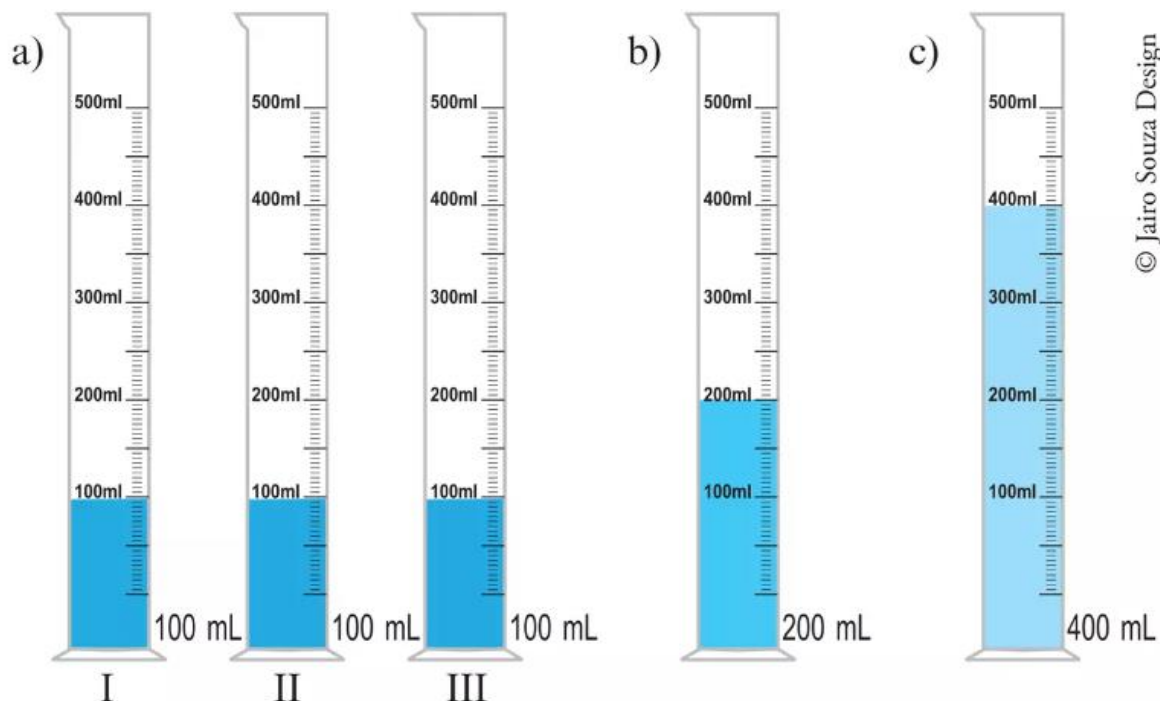
Foi observado no local do homicídio que a vítima vomitou, teve diarreia e sangramentos.

PISTA 3

A vítima é uma mulher de 30 anos, morena, 60 kg de peso, professora, que recentemente marcou a data de seu matrimônio.

4. Exercício 1 - Diluição

Considere 3 provetas I, II e III contendo, cada uma delas 100 mL de solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ na concentração de 50 g/L



- 1) Qual é a massa em gramas de sulfato de cobre presente nos 100 mL em cada proveta?
- 2) Adicionando água à proveta II até que o volume alcance 200 mL, a massa de sulfato de cobre contida nessa proveta se altera? O que muda? Qual é a concentração em g/L da solução nessa proveta?

Fonte: Material de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo – Química – Ensino Médio – 2ª Série.

5. Roteiro 1 – Preparo da solução

As soluções preparadas devem ser armazenadas em frascos conforme o tipo de solução como, por exemplo, se a solução é sensível à ação da luz, deve-se armazenar em frasco âmbar. Os frascos devem ser identificados com rótulos, os quais devem conter o nome, a concentração da solução, a data de preparação, nome ou iniciais do preparador. Quando o líquido é retirado do frasco, deve-se tomar o cuidado de que ele escoe pelo lado oposto ao rótulo, o qual não se molhará e não se danificará.

Objetivos

- Preparar uma solução a partir de reagentes sólidos
- Reconhecer as vidrarias volumétricas utilizadas no preparo de soluções
- Realizar cálculos envolvendo concentração de soluções

Parte experimental – Preparo de 100 ml de solução de cloreto de sódio 0,05 mol/L

- Calcular a massa de NaCl necessária para a preparação da solução.
- Pesar a quantidade calculada em um béquer de 50 mL.
- Adicionar aproximadamente 20 mL de água destilada ao béquer contendo o cloreto de sódio e dissolver o sólido com o auxílio de um bastão de vidro.
- Transferir esta solução para um balão volumétrico de 100 mL
- Efetuar pelo menos 3 lavagens do béquer e do bastão de vidro, com no máximo 20 mL de água destilada em cada lavagem, transferindo sempre para o balão.
- Completar o volume do balão com água até o traço de aferição.
- Agitar o balão para homogeneizar a solução.

Questões

- a) Qual é a concentração em g.L^{-1} da solução preparada?
- b) Qual a % em peso/volume do NaCl na solução preparada?
- c) Qual o volume de solução de sacarose 0,05 mol/L que contém 1,00 g de cloreto de sódio?

Fonte: adaptado de UFJF

6. Roteiro 2 – Extração do DNA humano utilizando uma solução salina

Materiais e Reagente:

- Detergente
- Cloreto de sódio
- 20 mL de Álcool
- 50 mL de água
- Béqueres
- Copos plásticos
- colher
- Corante (opcional)

Procedimento:

- Coloque 50 ml de água no copo plástico;
- Adicione uma colher de sal na água e misture bem;
- Coloque 3 colheres dessa mistura em um copinho e faça um bochecho por aproximadamente 1 minuto;
- Despeje a mistura do seu bochecho em um béquer;
- Acrescente 1 gota de detergente, misturando levemente para que não forme espuma;
- Em outro béquer coloque 10 mL de álcool e algumas gotas de corante alimentício;
- Despeje devagar a mistura de álcool com corante na mistura do seu bochecho e espere por volta de 2 minutos;
- Observe e anote o resultado.

Fonte: <https://pontobiologia.com.br/experiencia-extracao-dna-humano/>

7. Roteiro 3 – Experimentação na ilha 2

Contaminação por amido

- Com o auxílio de uma pipeta, adicione 1,0 mL da amostra no tubo de ensaio;
- Em seguida, adicione 3,0 mL de água e agite por 30 segundos;
- Adicione 3 gotas da solução de iodo 2 % no tubo ou adicionar 2 gotas de solução de lugol na amostra;
- Repita esse procedimento para a amostra B. Prepare 20 mL de uma solução de leite em pó de concentração 150 g/L.

Rotulagem incorreta (informou que contém Lactose)

- Com o auxílio de uma pipeta, adicione 1,0 mL da amostra no tubo de ensaio;
- Adicione ao tubo mais 3,0 mL de água e 1,0 mL da solução de Benedict;
- Em seguida agite o tubo de ensaio por 30 segundos;
- Anote o resultado;
- Repita esse procedimento para a amostra B. Prepare 30 mL de uma solução de leite em pó de concentração 150 g/L.

8. Layout de laudo1 – modelo de laudo a ser utilizado na ilha 3

Análises físico-químicas de Controle de Qualidade**Laudos Técnico**

Analistas:		
Produto	Leite	Leite em pó
Validade		
Lote		
Fabricação		

Materiais e Reagentes	
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	

Procedimento	
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	

Análises físico-químicas de Controle de Qualidade

Laudo Técnico

Análise e Resultados				
Testes realizados	Amostras	Resultados		Observações
		Positivo	Negativo	
Teste do amido	Leite (A)	()	()	
	Leite em pó (B)	()	()	
Teste da lactose	Leite (A)	()	()	
	Leite em pó (B)	()	()	
Teste do peróxido de hidrogênio	Leite (A)	()	()	
	Leite em pó (B)	()	()	
Teste do hidróxido de sódio	Leite (A)	()	()	
	Leite em pó (B)	()	()	

Conclusão		
Aprovação	Leite ()	Leite em pó ()
Fora de especificação	Leite ()	Leite em pó ()
Reprovado	Leite ()	Leite em pó ()

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Alunos participantes (menores de idade)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulado “Química Forense no ensino de Concentração de Soluções: uma sequência de ensino aprendizagem sob a óptica da Teoria das Situações Didáticas”. O objetivo deste trabalho é, investigar quais efeitos a implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre o conteúdo de concentração de soluções estudado em Química, podem repercutir na aprendizagem dos estudantes. As atividades da pesquisa serão realizadas através do acompanhamento das aulas, as quais serão gravadas com filmadoras e gravadores de áudio.

O material será utilizado exclusivamente para essa pesquisa, não podendo ser reutilizado em pesquisa posterior. As informações da pesquisa que identifiquem os participantes, o que inclui os próprios dados de pesquisa, serão mantidos em sigilo, sob guarda dos pesquisadores. Neste sentido, os participantes que firmam o termo autorizam o uso de sua imagem na pesquisa ora proposta, sendo garantido o anonimato em quaisquer publicações que decorram da pesquisa. Esta pesquisa servirá como parâmetro para avaliar a efetividade da implementação da sequência didática na aprendizagem do conteúdo de Química. Os riscos da sua participação nesta pesquisa são desconforto ou constrangimentos em participar das gravações audiovisuais referentes ao desenvolvimento das atividades propostas, que com o intuito de amenizá-los será utilizada aparelhagem discreta com ótima característica audiovisual. Em virtude das informações coletadas serem utilizadas unicamente com fins científicos, sendo garantidos o total sigilo e confidencialidade, através da assinatura deste termo, o(a) Sr.(a) responsável pelo estudante receberá uma cópia e se desejar será informado sobre os resultados dessa pesquisa.

Os benefícios da participação nesta pesquisa são, colaborar com o ambiente educacional, trazendo novos dados e reflexões sobre o possível avanço na aprendizagem do conteúdo curricular estudado por meio do desenvolvimento de uma sequência didática que seja significativa para o processo de ensino-aprendizagem em Química.

A participação como voluntário(a) terá a duração de 1 aula por semana de 45 minutos, completando 4 aulas mensais, distribuídas em 2 meses, totalizando 8 aulas e não terá nenhuma despesa ao participar desse estudo; caso ocorra algum dano em decorrência de sua participação, o participante fará jus à reparação.

Você terá o direito e a liberdade de negar-se a participar desta pesquisa total ou parcialmente ou dela retirar-se a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo ou punição.

Para qualquer esclarecimento no decorrer da sua participação, estarei disponível através do telefone: (16) 997123676 e e-mail: luciana.batista1@unesp.br. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP, na Rodovia Araraquara Jaú, Km 01 – s/n, Bairro: Campos Ville, 14800-903 – Araraquara, SP, telefone (16) 3301-4657 e e-mail: sta@fctar.unesp.br.

Eu _____, RG _____,
Estado Civil _____, Idade _____ anos, residente na _____,
nº _____, Bairro _____, Cidade _____, Telefone
_____, declaro que após ter sido esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a), lido e
assinado o presente termo em duas vias, e entendido tudo o que me foi explicado, concordo
em participar da Pesquisa intitulada “Química Forense no ensino de Concentração de
Soluções: uma sequência de ensino aprendizagem sob a óptica da Teoria das Situações
Didáticas”.

Araraquara, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do participante da pesquisa

DECLARAÇÃO

Eu, Luciana Batista, pesquisador responsável pelo Projeto de Pesquisa “Química Forense no ensino de Concentração de Soluções: uma sequência de ensino aprendizagem sob a óptica da Teoria das Situações Didáticas”, declaro que todas as informações ao sujeito da pesquisa serão fornecidas por mim ou pela minha equipe no momento da obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Assinatura



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP
PROJETO DE PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título Público: Química Forense no ensino de Concentração de Soluções: uma sequência de ensino-aprendizagem sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas
 Pesquisador Responsável: LUCIANA BATISTA
 Contato Público: LUCIANA BATISTA
 Condições de saúde ou problemas estudados:
 Descritores CID - Gerais:
 Descritores CID - Específicos:
 Descritores CID - da Intervenção:
 Data de Aprovação Ética do CEP/CONEP: 22/09/2021



DADOS DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Nome da Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO
 Cidade: ARARAQUARA

DADOS DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Comitê de Ética Responsável: 5426 - UNESP - Faculdades de Ciências Farmacêuticas do Campus de Araraquara
 Endereço: Rodovia Araraquara Jaú, km 1 - s/n - Prédio da Administração da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Seção Técnica Acadêmica, Sa
 Telefone: (16)3301-6895
 E-mail: cep.fcf@unesp.br

CENTRO(S) PARTICIPANTE(S) DO PROJETO DE PESQUISA

CENTRO(S) COPARTICIPANTE(S) DO PROJETO DE PESQUISA