

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA

LUIZ FELIPPE BARLETTA FERREIRA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS A PARTIR DO TEMA
SOCIOCIENTÍFICO MINERAÇÃO**

NITERÓI - RJ

2022

LUIZ FELIPPE BARLETTA FERREIRA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS A PARTIR DO TEMA
SOCIOCIENTÍFICO MINERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense – Mestrado Profissional como requisito obrigatório para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof.^a Dra. Márcia Narcizo Borges

NITERÓI – RJ

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica automática - SDC/BCV
Gerada com informações fornecidas pelo autor

F383p Ferreira, Luiz Felipe Barletta
Proposta de uma sequência didática para o ensino de
ligações químicas a partir do tema sociocientífico
mineração / Luiz Felipe Barletta Ferreira ; Márcia Narciso
Borges, orientadora. Niterói, 2022.
93 f. : il.

Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal
Fluminense, Niterói, 2022.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PPECN.2022.mp.13409141740>

1. Ensino de química. 2. Sequência didática. 3.
Aprendizagem significativa. 4. Ligação química. 5.
Produção intelectual. I. Borges, Márcia Narciso,
orientadora. II. Universidade Federal Fluminense. Instituto de
Química. III. Título.

CDD -

Bibliotecário responsável: Debora do Nascimento - CRB7/6368

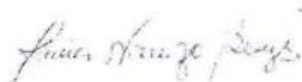
LUIZ FELIPPE BARLETTA FERREIRA

“PROPOSTA DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS A PARTIR DO TEMA SOCIOCIENTÍFICO MINERAÇÃO”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense – Mestrado Profissional, como requisito parcial para a obtenção do **Grau de Mestre**. Área de Concentração: **QUÍMICA**.

Aprovada em 24 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



PROF^a. DR^a. MARCIA NARCIZO BORGES
ORIENTADORA/UFF



Documento assinado digitalmente
Denise Leal de Castro
Data: 29/03/2022 20:15:35-0300
Verifique em <https://verificador.jfi.br>

PROF^a. DR^a. DENISE LEAL DE CASTRO
IFRJ



PROF^a. DR^a. MAURA VENTURA CHINELLI
UFF

NITERÓI
2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda minha família por todo apoio durante essa trajetória. Meus pais, Janete e Luiz Cláudio, que sempre acreditaram que eu conseguiria concluir mais essa etapa na minha vida e me deram todo o suporte para que isso se tornasse realidade.

Agradeço aos meus avôs, Lene e Joaquim, e padrinhos, Cláudia e Cassiano, que apesar da distância, por conta da pandemia, sempre acreditaram e me apoiaram durante todo o processo.

Agradeço aos meus avôs, Brasilina e Mário, que infelizmente não estão mais aqui, mas que sempre estiveram comigo em pensamento.

Gostaria de agradecer minha irmã, Bia, por ser uma grande fonte de inspiração pra mim.

Agradeço especialmente a minha namorada e amiga Júlia, que foi meu grande suporte nos momentos mais difíceis e uma grande incentivadora das minhas escolhas.

Quero agradecer a todos os amigos e colegas do programa da turma de 2019, Cleise, Victor e, em especial, a Fefa. Eles sempre deram suporte em momentos difíceis e certamente ajudaram a tornar essa trajetória mais leve, com nossas conversas, desabafos e momentos de descontração.

Por fim, agradeço a minha orientadora, Márcia, que nunca desistiu de tentar me ajudar a concluir este trabalho. Em momentos em que eu mesmo não acreditava que pudesse ser possível terminar, as reuniões e broncas me traziam de volta.

RESUMO

Esta pesquisa teve como motivação a percepção do desinteresse dos alunos no aprendizado de conteúdos de química e de que esses conteúdos costumam ser abordados de uma forma descontextualizada nas escolas. Assim, surgiu a inspiração de desenvolver um material didático que pudesse ser apresentado de forma contextualizada e ao mesmo tempo ser relevante e significativo no aprendizado dos alunos. O objetivo deste trabalho foi propor, discutir e validar uma sequência didática (SD) potencialmente significativa com enfoque CTS para o ensino de ligações químicas a partir do tema mineração, sendo destinada à alunos do 1º ano do Ensino Médio. Para a validação da SD, foi realizada uma pesquisa junto a outros professores de Química com o objetivo de verificar se a SD atendia aos critérios criados e conhecer quais contribuições eles teriam para melhorar a proposta. A partir dos resultados das avaliações, considerou-se que a SD se mostrou uma estratégia potencialmente significativa para o ensino de ligações químicas e capaz de proporcionar uma reflexão crítica sobre as atividades de mineração, a partir da discussão das interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade. O material didático intitulado “Proposta de uma sequência didática para o ensino de ligações químicas a partir do tema sociocientífico mineração” é o produto educacional produzido neste trabalho que tem como elemento central a SD desenvolvida durante a pesquisa.

Palavras-chave: ensino CTS; aprendizagem significativa; mineração; ligação química.

ABSTRACT

Students have a considerable disinterest in learning chemistry, mainly because of the decontextualized way the content is exposed in schools. Thus, the inspiration to develop a teaching material that is relevant and significant to the students arose. The goal of this work is to propose, discuss and validate a meaningful didactic sequence (DS) that includes a Science, Technology, and Society (STS) focus on teaching about chemical bonds using the "mining" theme to first year high school students. To validate the DS, teachers answered a survey to verify whether the sequence met the criteria and they expressed their impressions to improve the proposal. Based on the evaluations, we concluded that the DS was valid and capable of providing a critical view of mining activities and their effect on STS and being significant for the teaching of chemical bonds. Here, we elaborate on an educational product entitled "Proposal for teaching chemical bonds from the mining theme," which has a DS developed as its central element during the research.

Keywords: STS teaching; meaningful learning; mining; chemical bonding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As interrelações CTS	19
Figura 2 - Estratégias de organização de materiais CTS	25
Figura 3 - Espectro de aprendizagem	30
Figura 4 - Aprendizagem significativa na visão interacionista social de Gowin	32
Figura 5 - Caminho metodológico da pesquisa	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resposta dos professores sobre o uso da SD	73
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferenças entre o ensino clássico e educação CTS	20
Quadro 2 - Objetivos gerais de uma educação CTS	21
Quadro 3 - Categorias de ensino CTS por Aikenhead	22
Quadro 4 - Categorias de ensino CTS por Luján López.....	24
Quadro 5 - Formas de aprendizagem significativa	28
Quadro 6 - Validação de uma SD segundo Zabala	34
Quadro 7 - Dimensão do conhecimento da taxonomia de Bloom revisada	36
Quadro 8 - Dimensão do processo cognitivo da taxonomia de Bloom revisada.....	37
Quadro 9 - Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom	39
Quadro 10 - Objetivos educacionais específicos da sequência didática	57
Quadro 11 - Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom preenchida com os objetivos educacionais específicos da sequência didática	59
Quadro 12 - Organização das etapas da SD.....	60
Quadro 13 - Objetivo educacional da etapa 1	61
Quadro 14 - Objetivo educacional da etapa 2	62
Quadro 15 - Objetivos educacionais da etapa 3.....	63
Quadro 16 - Objetivos educacionais da etapa 4.....	65
Quadro 17 - Objetivo educacional da etapa 5	66
Quadro 18 - Objetivo educacional da etapa 6	67
Quadro 19 - Objetivo educacional da etapa 7	68
Quadro 20 - Objetivo educacional da etapa 8	68
Quadro 21 - Resultados da validação externa da SD	71

LISTA DE SIGLAS

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

AS – Aprendizagem Significativa

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

SD – Sequência Didática

ANM – Agência Nacional de Mineração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	18
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS).....	26
2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	32
2.4 TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA	34
2.5 LIGAÇÕES QUÍMICAS.....	39
2.6 MINERAÇÃO	43
3 METODOLOGIA.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA – O PRODUTO EDUCACIONAL..	55
4.2 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	56
4.3 ELABORAÇÃO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	60
4.4 VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APÊNDICES	86

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência que está presente em tudo em nossa volta, a partir dela podemos ser capazes de analisar e entender as transformações da matéria. Apesar das possibilidades que os conhecimentos de Química podem proporcionar na compreensão dos fenômenos da natureza, o interesse dos alunos pela disciplina tem se mostrado pequeno, ou pior, vem diminuindo ao longo do tempo. Minha experiência em sala de aula mostra que no primeiro contato com essa nova ciência os alunos se mostram empolgados com as possibilidades de explicar os fenômenos da natureza. Porém, para a maioria dos estudantes, essas expectativas não são correspondidas ao longo do processo de ensino e logo percebe-se uma perda de interesse que acompanha uma dificuldade no aprendizado, tornando a Química “muito difícil”, “chata” e “sem sentido”.

O desinteresse pelo estudo de química pode ser visto como um dos sintomas do processo de ensino/aprendizagem. Segundo Silva (2011), além do desinteresse dos alunos, a deficiência na formação dos professores e o uso de metodologias ultrapassadas são fatores que contribuem para dificuldade no aprendizado de Química.

O ensino de Química nas escolas brasileiras é calcado no modelo tradicional de ensino (LIMA, 2016), no qual os discentes não têm papel ativo no processo, ou seja, dependem que o conhecimento seja transferido por quem o detém, isto é, o professor. Este “ensino bancário” não se preocupa com a construção e com o desenvolvimento do conhecimento no contexto sociocultural dos alunos (FREIRE, 2019). A forma como a Química é ensinada, em sua maioria, é totalmente descontextualizada, não interdisciplinar (ROCHA; VASCONCELOS, 2016) que prioriza a memorização de conceitos e fórmulas (LIMA, 2012), sendo estas fortes características observadas neste modelo de ensino tradicional. Isso faz com que os alunos não vejam a importância deste aprendizado, apresentando considerável dificuldade de relacionar o que se aprende com as diferentes situações que a sociedade o expõe.

Esse cenário faz com que muitos estudantes se questionem, com razão, do porquê aprender uma disciplina, a princípio, tão distante de seus universos. Segundo Rocha e Vasconcelos (2016), até mesmo alguns professores e professoras

não conseguem explicar com clareza a necessidade do estudo de Química. Para Lima (2012), o conhecimento químico deve possibilitar ao aluno que ele interaja intimamente com o ambiente reconhecendo seu papel de agente no mundo.

Segundo Chassot (1995, p. 45): “temos que formar cidadãos que não só saibam ler melhor o mundo onde estão inseridos, como também, e principalmente, sejam capazes de transformar este mundo para melhor”. Sendo assim, o ensino de Química deve formar cidadãos capazes de compreender as mudanças científicas, tecnológicas e sociais que o mundo sofre e ser capaz de se posicionar criticamente acerca das interrelações desses aspectos.

Diante de tal cenário surge a necessidade de propostas que tornem o ensino de Química mais atrativo e promova uma aprendizagem significativa (AS) capaz de desenvolver competências e habilidades que modifiquem a forma como o indivíduo enxerga e se posiciona no mundo. Mas como essas propostas, capazes de promover uma AS voltada para formação cidadã, podem ser embasadas?

A aprendizagem significativa é condicionada a dois aspectos importantes: o uso de um material potencialmente significativo e uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2012). Este último aspecto se relaciona ao interesse dos alunos no estudo de Química, e o primeiro está relacionado a uma abordagem pedagógica fundamentada na contextualização.

Uma das formas que a contextualização no ensino de ciências pode ser orientada é através de uma avaliação crítica de questões científicas e tecnológicas que impactam na sociedade (SILVA, 2007). Essa orientação é de natureza do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que surge pelo questionamento e reflexão sobre como o desenvolvimento científico/tecnológico influencia no ambiente social, político, cultural e econômico (SANTOS; AIRES, 2016).

O Movimento CTS inserido no contexto da educação propõe uma reflexão crítica acerca das interrelações das três dimensões que o definem, de forma que, através do Ensino de Ciências, possam ser desenvolvidas atitudes e valores essenciais para o mundo contemporâneo (AIKENHEAD, 1994b). Para Santos e Aires (2016, p.3), “A população deve ser capaz de lidar com problemas que envolvem questões científicas e tecnológicas, e de entender as aplicações éticas e sociais relacionadas a tais questões”.

No Brasil, os documentos oficiais que nortearam a educação no país nos últimos anos, como: as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCEM) de 1998 e 2012, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de 1998 e 2000, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de 2006 e as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio de 2012; possuem indicações compatíveis com a educação CTS (SANTOS, 2012).

A influência de abordagem de Ensino CTS também é percebida no documento da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) nas orientações da área de ciências da natureza e suas tecnologias:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p.537) .

Apesar disso, o que ainda temos é uma educação pautada no ensino tradicional, que é bem sucedido ao proporcionar pessoas capacitadas a atuarem nas áreas de ciências (AIKENHEAD, 1994a), mas que pouco estimula o desenvolvimento de valores e da criticidade dos alunos para serem atuantes na sociedade. Assim, para promover formação cidadã é preciso que se faça um ensino contextualizado, interdisciplinar e problematizador.

Esta pesquisa procura responder a seguinte pergunta: uma proposta de ensino baseada em uma sequência didática (SD) e construída a partir do tema mineração é capaz de favorecer uma AS do conteúdo de ligações químicas e proporcionar uma formação para a cidadania? Assim, a partir de uma abordagem CTS usando o tema mineração elaborou-se uma SD com estratégias de ensino diversificadas. Inicialmente, esta pesquisa teria o intuito de propor, aplicar e validar a sequência didática (SD) em sala de aula. Entretanto, por conta da pandemia da Covid-19, iniciada no ano de 2020, a aplicação da SD foi inviabilizada e o material produzido foi adaptado para que pudesse ser usado tanto em aulas presenciais quanto em aulas online (feitas as devidas adaptações). A validação do produto, que é a SD, foi feita por pares que leram o material e responderam a um questionário avaliativo.

Desta forma, a pesquisa ficou concentrada na discussão e validação, por pares, da SD, que é o componente principal do produto educacional do trabalho. O material didático é destinado para aplicação em turmas de 1º ano do ensino médio.

Esta temática foi priorizada por dois motivos: pelo potencial de conteúdos que podem ser articulados tanto na área de Química quanto na de História, Geografia e Biologia; e pelas reflexões que podem ser criadas acerca dos impactos social, econômico, ambiental e político que a mineração traz consigo fazendo com que os alunos se percebam como parte desse contexto, por mais distante que pareça. Sobre o conteúdo de Ligações Químicas, a escolha foi baseada na importância que possui para o entendimento de outros conteúdos na disciplina e pela dificuldade de aprendizado que normalmente os alunos apresentam (SILVA; CAMPOS, 2018).

A partir desta abordagem com um enfoque no ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) pode-se criar um cenário onde os conceitos químicos estejam interligados com outras áreas de conhecimento, desta forma cria-se um ensino contextualizado e interdisciplinar. Essa contextualização pode fomentar uma pré-disposição para o aprendizado, que aliado a uma SD potencialmente significativa, pode promover uma aprendizagem voltada para formação cidadã.

O objetivo geral deste trabalho é propor, discutir e validar uma SD potencialmente significativa com enfoque CTS para o Ensino de Ligações Químicas a partir do tema “mineração”.

Os objetivos específicos dessa dissertação de mestrado são:

- Propor uma sequência didática cujos objetivos educacionais dialoguem com os pressupostos CTS utilizando como instrumento a taxonomia de Bloom revisada;
- Desenvolver atividades que auxiliem na identificação dos conhecimentos prévios dos alunos.
- Desenvolver uma atividade que atue como organizador prévio de forma que seja feita uma ponte entre os conhecimentos pré-existentes dos alunos e as novas ideias;

- Desenvolver um estudo de caso que envolva discussões dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais do tema ligações químicas no contexto da mineração;
- Elaborar o produto educacional, que consiste em um material didático baseada na SD;
- Avaliar e validar a SD.

Espera-se que este material, que será disponibilizado a professores, venha a estimular a reflexão e criticidade dos alunos acerca dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais em torno do tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica da dissertação é baseada nos referenciais que estão apresentados a seguir. A partir deles podemos discutir o desenvolvimento da SD potencialmente significativa voltada para uma formação cidadã.

2.1 CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

A partir da 2ª Revolução Industrial no século XIX sedimentou-se a visão essencialista e triunfalista que predominava sobre a ciência e tecnologia (PALACIOS; GALBARTE; BAZZO, 2005). A lógica, linear, por trás dessas ideias é que o avanço da ciência desenvolveria melhores tecnologias e assim promoveria o progresso e bem-estar da sociedade. Este “modelo linear de desenvolvimento” marcou um período de grandes avanços científicos e tecnológicos como o desenvolvimento do primeiro computador eletrônico, a realização do primeiro transplante de órgãos e o uso de energia nuclear nos transportes, o que reforçava essa concepção clássica.

Segundo Santos e Mortimer (2000, p.111), “as sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade”. Essa visão cientificista transmite a ideia de uma ciência salvadora capaz de resolver todos os problemas através dela.

Ao passo que o mundo acompanhava os avanços da ciência e tecnologia, ele também era testemunha de grandes desastres que estavam relacionados a esses avanços, como acidentes nucleares e desastres ambientais. Depois de algumas demonstrações ao mundo dos impactos negativos que a ciência e tecnologia podiam trazer, surgiu um movimento após a 2ª guerra mundial que questionava os avanços tecnológicos como sendo sinônimos de progresso. O movimento CTS surge como um movimento social e político com o propósito de se repensar essa razão científica no sentido de se reavaliar o modelo linear de desenvolvimento (PALACIOS; GALBARTE; BAZZO, 2005).

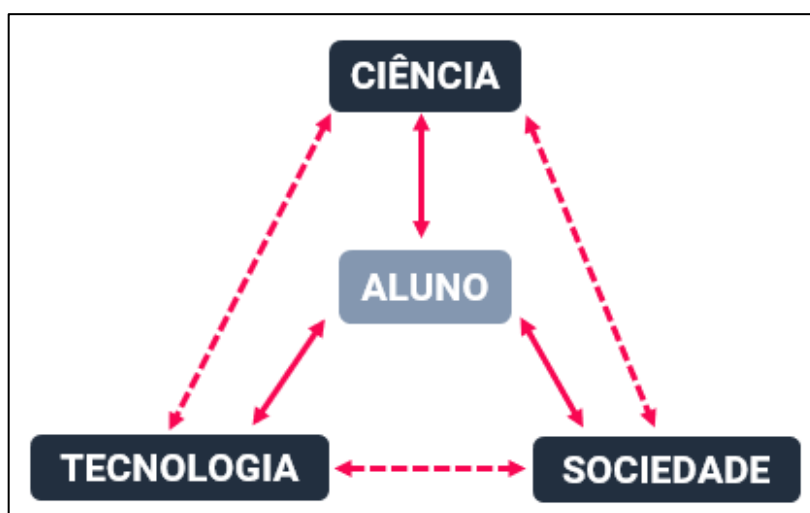
Palacios, Galbarte e Bazzo (2005) relatam a transformação da política do *laissez-faire* (deixe fazer) sobre a ciência e a tecnologia nos anos 1960/70 em uma política mais intervencionista e de maior participação pública, a fim de monitorar o desenvolvimento científico e suas consequências na sociedade. Esses movimentos de contestação e mudanças ocorreram não apenas nas esferas social e política como também na educação.

Os estudos CTS na área da educação propunham o repensar do Ensino de Ciências de forma a evidenciar e discutir os impactos da ciência e tecnologia na sociedade. Este movimento, que sugere a incorporação dos conhecimentos básicos de ciência e tecnologia à população, influenciou, e tem influenciado, a formação de currículos de diferentes países (CUNHA, 2006).

O ensino de ciências com enfoque CTS é um ensino voltado para uma formação cidadã, e que pouco se alinha ao ensino de ciências tradicional baseado na memorização de leis e conceitos. Para Aikenhead (1994), o indivíduo precisa ser capaz de compreender o ambiente natural, o ambiente construído artificialmente e o ambiente social. Nesse sentido, o ambiente natural é entendido como a ciência, o construído artificialmente como tecnologia e o social como a sociedade.

O ensino tradicional é focado no conteúdo científico escolar, enquanto em uma abordagem CTS a ciência escolar é integrada aos aspectos tecnológicos e sociais. Na Figura 1, observamos que a educação CTS é caracterizada pela interação do aluno com o meio científico, tecnológico e social, e também pelas interrelações entre esses meios de forma que, por exemplo, se compreenda como a sociedade é capaz de impactar a ciência e as tecnologias, ou como a produção científica pode afetar a sociedade (AIKENHEAD, 1994b).

Figura 1 - As interrelações CTS



FONTE: Adaptado e traduzido de Aikenhead (1994).

A educação CTS visa uma alfabetização científica e tecnológica voltada para que os cidadãos possam participar das decisões na sociedade que envolvam questões de ciência e tecnologia, e para isso é preciso o desenvolvimento de saberes,

habilidades, valores e atitudes. Santos e Mortimer (2000) evidenciam a importância do desenvolvimento de valores, e que, por meio da discussão desses, favorece à formação de cidadãos críticos. Em uma formação cidadã o indivíduo é capaz, além de compreender as relações existentes entre ciência e tecnologia no contexto social no qual ele está inserido, de se posicionar e tomar atitudes responsáveis em prol do coletivo.

Além do já descrito, Santos (2012) destaca outras diferenças entre o ensino tradicional e o CTS, como ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Diferenças entre o ensino clássico e educação CTS

ENSINO CLÁSSICO	EDUCAÇÃO CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada	1. Organização em temas tecnológicos e sociais
2. Método científico	2. Potencialidades e limitações da tecnologia
3. Ciência como modo de explicar o universo, com esquemas conceituais interligados	3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamentos de valor
4. Busca pela verdade científica	4. Prevenção de consequências
5. Ciência como processo, atividade universal, corpo de conhecimento	5. Desenvolvimento tecnológico depende das decisões humanas
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática	6. Ênfase à prática para chegar à teoria
7. Lida com fenômenos isolados do ponto de vista disciplinar	7. Lida com problemas no seu contexto real

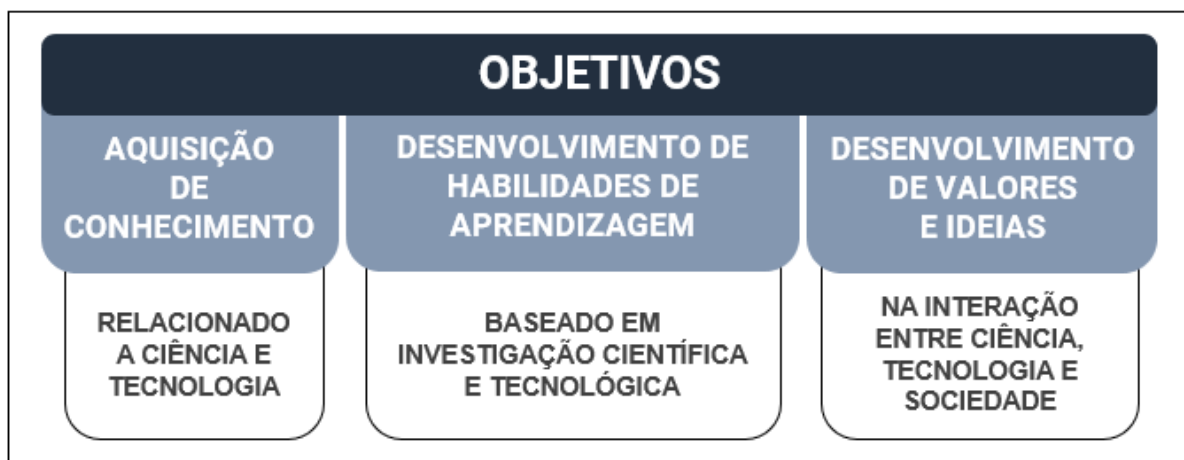
8. Busca novos conhecimentos para compreensão do mundo natural

8. Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social

FONTE: SANTOS, 2012, p.54

Os currículos e materiais destinados ao ensino de ciências com enfoque CTS podem contemplar diferentes grupos de objetivos. No entanto, como aponta Aikenhead (1994), apesar das possíveis diferenças, esses currículos e materiais são embasados por objetivos semelhantes, que são apresentados no Quadro 2. As diferenças entre os currículos acabam sendo no foco que é dado a cada um dos objetivos.

Quadro 2 - Objetivos gerais de uma educação CTS



FONTE: Autoria própria baseado em AIKENHEAD (1994) e BYBEE (1987).

A aquisição de conhecimento científico e tecnológico pode receber foco em questões pessoais, cívicas ou culturais. Bybee (1987) afirma este ser um ponto fundamental na busca de uma educação científica. O desenvolvimento de habilidades de aprendizagem envolve a participação ativa dos alunos nos processos de busca de informações, resolução de problemas e tomada de decisão. E a interação entre ciência, tecnologia e sociedade diante de questões locais, políticas públicas e problemas globais, promove o desenvolvimento de valores e ideias (BYBEE, 1987).

Segundo Santos (2012, p.51), uma proposta curricular CTS corresponde a “integração entre a educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos”. As diferentes formas de integrar o ensino de ciência, tecnologia e sociedade está na ênfase dada a cada um dos três objetivos gerais ilustrados no Quadro 2.

Baseado neste pensamento, Aikenhead (1994) criou categorias para as diferentes propostas de ensino CTS de acordo com a integração dos conteúdos CTS e o ensino de ciências tradicional, como descrito no Quadro 3.

Quadro 3 - Categorias de ensino CTS por Aikenhead

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito

4. Disciplina científica Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo CTS	semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio de conteúdo CTS	CTS organiza os conteúdos e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

FONTE: SANTOS; MORTIMER, 2000, p.124-125

Os materiais e currículos que se enquadram nas categorias 1 a 3 são organizados com uma tendência de ensino mais tradicional de ciências. Enquanto as categorias 4 a 8 organizam seus conteúdos de acordo com os conteúdos CTS, no qual a categoria 8 representaria um conteúdo essencialmente CTS.

Existem ainda outras categorizações descritas na literatura acerca dos materiais CTS. Como descrito por Santos (2012), a classificação de Luján Lopez restringe em três categorias que, assim como as de Aikenhead, são centradas no ensino de ciências e nas relações CTS, como observado no Quadro 4. A

classificações 1 e 2 de Aikenhead e a classificação 1 de Luján Lopez são as mais distantes da essência do movimento CTS, de crítica ao desenvolvimentismo tecnocientífico (SANTOS, 2012).

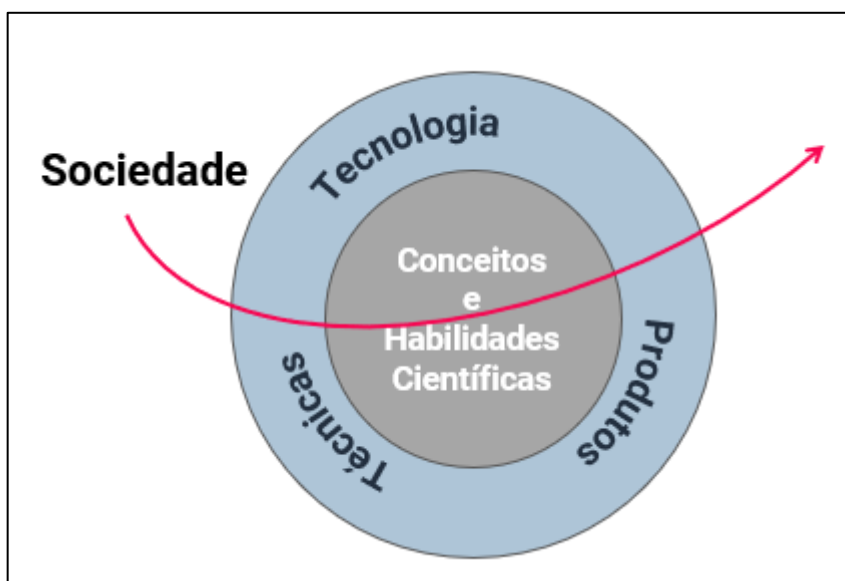
Quadro 4 - Categorias de ensino CTS por Luján López

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
1. Introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS)	Os temas CTS são introduzidos nos currículos, mas não há alteração na abordagem tradicional dos conteúdos científicos.
2. Ciência vista por meio de CTS	Os temas CTS são abordados com mais destaque nos currículos e os conteúdos científicos são introduzidos pelos temas CTS, os quais são subordinados.
3. Programas CTS puro	As discussões sobre CTS são o foco dos currículos, no qual os conceitos científicos são abordados de maneira a complementar as discussões CTS.

FONTE: Autoria própria baseado SANTOS, 2012, p.52.

Os materiais CTS são melhor organizados quando seguem a sequência mostrada na Figura 2, que sintetiza as estratégias de organização de materiais CTS (AIKENHEAD, 1994b), se diferenciando do ensino clássico no qual os conteúdos científicos são organizados por uma lógica interna. A partir de um tema sociocientífico os alunos irão se deparar com as tecnologias envolvidas nesse contexto e assim, os conteúdos científicos necessários para a compreensão dessa tecnologia aparecerão naturalmente. Dessa forma trabalha-se os conteúdos fazendo com que os alunos tenham uma melhor compreensão das tecnologias envolvidas e assim fazerem uma releitura do tema sociocientífico proposto.

Figura 2 - Estratégias de organização de materiais CTS



FONTE: A autoria própria, retirado de SANTOS, 2012, p.54

A forma de organização dos materiais CTS por essa perspectiva de Aikenhead parte da escolha de temas que tenham significado para o aluno e cujos conteúdos científicos sejam necessários para sua formação.

As propostas de organização dos materiais CTS por meio de temas sociocientíficos promovem o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, especialmente quando a abordagem é feita a partir de problemas (SANTOS; MORTIMER, 2000). Algumas estratégias e atividades são sugeridas para o desenvolvimento de habilidades e atitudes relacionadas a tomada de decisão, como: trabalho cooperativo entre os alunos e/ou professores; apresentações oral e escrita; estímulo a pesquisa por parte dos alunos; realização de debates; solução de problemas; jogos de simulações; demonstrações (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Como descrito na Introdução dessa dissertação, o Brasil tem uma forte influência da educação CTS em seus documentos oficiais que embasam a educação no país. Contudo, apenas implementar essas concepções nos documentos sem que haja mudanças nas ideias e na prática pedagógica dos docentes não é o suficiente (STRIEDER *et al.*, 2016).

Nesse sentido, pesquisas acadêmicas em torno do Ensino CTS tem acontecido no Brasil. Em trabalho recente, Bouzon e colaboradores (2018) investigaram publicações em revistas de ensino e educação acerca do ensino CTS brasileiro no período de 1996 a 2016. Foram encontrados 244 artigos relacionados a CTS, dos quais apenas 41 eram relacionados a ensino de química, mostrando ser ainda uma área que precisa ser desenvolvida nas pesquisas. Bouzon (2018) ainda aponta que essa pouca representatividade do ensino de Química no ensino CTS brasileiro pode acontecer pela dificuldade na transformação da prática docente.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

A teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel aponta que uma aprendizagem é significativa quando o sujeito atribui significado a novas ideias, conceitos ou proposições a partir da interação destes com o que ele já sabe. A interação entre os novos conhecimentos com os que já se encontram na estrutura cognitiva deve acontecer de forma substantiva (não literal) e não arbitrária (com sentido) (MOREIRA, 2012).

O conhecimento prévio de um indivíduo é chamado de subsunçor. São as ideias âncoras, pré-existentes, que ao interagirem com novas ideias promovem a aquisição de novos significados. Como o processo é interativo, os próprios subsunçores são modificados, assim, o processo de interação atribui significado às novas ideias e atribui um novo significado ao subsunçor (AUSUBEL, 2003).

Ausubel aponta duas maneiras diferentes de se aprender: de forma mecânica ou significativa (BRAATHEN, 2012). É importante reiterar que a ocorrência da aprendizagem significativa se refere a aquisição de novos significados em um processo interativo. Já a aprendizagem mecânica é sem significado, ela é literal, arbitrária (AUSUBEL, 2003) e memorística. É a aprendizagem que é esquecida rapidamente, como se nunca o tivesse existido.

Isso não significa que não há esquecimento dos conhecimentos onde houve uma aprendizagem significativa, mas o esquecimento é residual, ou seja, existe resíduo desse conhecimento no subsunçor do indivíduo (MOREIRA, 2012). Assim, existe aquela sensação de que, apesar de não termos aquele conhecimento momentaneamente, podemos reaprendê-lo facilmente, o que não acontece quando decoramos regras, conceitos e fórmulas para uma prova.

O esquecimento não ocorre pela perda de significado, mas sim pela perda de diferenciação dos significados. Ausubel chamava este fenômeno de assimilação obliteradora no qual o conhecimento se dissocia progressivamente dos subsunçores que lhe permitiram a aquisição de significado (MOREIRA, 2012).

As formas de assimilação de significados, ou seja, quando ocorre a AS e os novos conhecimentos adquirem significado na interação com subsunçores, são: subordinada, superordenada e combinatória (MOREIRA, 1985), como descritas no Quadro 5.

Quadro 5 - Formas de aprendizagem significativa

FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	DESCRIÇÃO
1. Aprendizagem Significativa Subordinada	Os novos conhecimentos assimilados são hierarquicamente subordinados a ideia âncora (subsunçor pré-existente).
2. Aprendizagem Significativa Superordenada	Os novos conhecimentos assimilados são mais gerais e inclusivos, passando a subordinar conhecimentos prévios.
3. Aprendizagem Significativa Combinatória	Os novos conhecimentos não apresentam relação de subordinação nem de superordenação com subsunçores existentes.

FONTE: Autoria própria, baseado em MOREIRA, 1985 e BRUM; SCHUMACHER, 2014.

A aprendizagem por subordinação é a mais comum (MOREIRA, 2012), no qual os novos conhecimentos adquirem significado nos subsunçores âncoras, mais gerais. Importante ressaltar que na aprendizagem combinatória os novos conhecimentos não são capazes de se associar, seja por subordinação ou superordenação, a nenhum subsunçor específico, contudo se relaciona com a estrutura cognitiva com um todo (MOREIRA, 1985).

A aquisição de novos significados à estrutura cognitiva é caracterizada por dois processos, são eles, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Antes de explanarmos sobre os dois processos é importante sinalizar que a estrutura cognitiva na TAS é entendida, como aponta Moreira (2012, p.19), pelo “conjunto hierárquico dos subsunçores dinamicamente inter-relacionados”.

A diferenciação progressiva decorre da interação de novas ideias com os subsunçores relevantes da estrutura cognitiva. A interação desses subsunçores faz

com que eles sejam ressignificados, fiquem mais ricos e mais diferenciados. Simultaneamente, ocorre a reconciliação integradora, na qual a estrutura cognitiva resolve inconsistências, integra significados, faz superordenações (MOREIRA, 2012).

Fica claro na TAS, por tudo que já foi exposto, que a estrutura cognitiva (os conhecimentos prévios) é um fator fundamental para a ocorrência de uma AS. Para Ausubel, o conhecimento prévio é o fator mais importante para se alcançar a AS.

É virtualmente impossível conceber-se qualquer caso de tal aprendizagem que não seja afetado de alguma forma pela estrutura cognitiva existente. [...] na aprendizagem significativa, a estrutura cognitiva é sempre uma variável relevante e crucial, mesmo que não seja influenciada nem manipulada de forma deliberada, de modo a verificar-se o efeito que surte na *nova* aprendizagem (AUSUBEL, 2003, p.10).

Quando os conhecimentos prévios estão bem consolidados, estáveis e organizados eles podem servir de ancoragem para novas ideias e facilitar a AS. Contudo se as ideias prévias não estiverem nestas condições, pode se tornar um bloqueador da aprendizagem (AUSUBEL, 2003). Reiterando a importância dos conhecimentos prévios pra a ocorrência da AS, eles podem tanto facilitar a aprendizagem quanto inibir a aquisição de novas ideias, criando um obstáculo epistemológico (MOREIRA, 2012).

Ausubel aponta duas condições para que haja uma aprendizagem significativa: o material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve ter uma pré-disposição para aprender (MOREIRA, 1985). O material deve se relacionar com a estrutura cognitiva do sujeito de maneira não-litera e substantiva, ou seja, deve fazer sentido lógico e psicológico para ele (PELIZZARI *et al.*, 2002). Um material didático não significativo pode se tornar potencialmente significativo se o aprendiz desejar integra-lo de forma não-litera e substantiva a sua estrutura cognitiva, isso porque quem atribui significado aos novos conhecimentos é o sujeito e não o material (MOREIRA, 1985).

Portanto se faz necessário que haja uma pré-disposição em aprender aquele novo conhecimento de forma significativa. O aprendiz pode simplesmente aprender de forma mecânica mesmo estando diante de um material potencialmente significativo (PELIZZARI *et al.*, 2002).

Como destaca Moreira (2012), o aprendizado mecânico e significativo não são uma dicotomia. Eles formam um mesmo espectro de aprendizagem como ilustrado na Figura 3. A aprendizagem significativa é um processo de captação de significados que ocorre de forma contínua, ocorrendo diferenciação e reconciliação até a internalização destes significados.

Figura 3 - Espectro de aprendizagem



FONTE: Autoria própria, baseado em MOREIRA, 2012.

Então se um ensino potencialmente significativo pode tanto promover a aprendizagem mecânica quanto a significativa, como podemos facilitar esta última? Moreira (2012) destaca que qualquer estratégia ou instrumento educacional que tenha um enfoque comportamentalista tende a promover uma aprendizagem mecânica.

Assim, podemos listar algumas estratégias que podem facilitar esta aquisição de significados. O uso de organizadores prévios, mapas conceituais, atividades colaborativas, e até mesmo as aulas expositivas (MOREIRA, 2012). As aulas expositivas, nas quais os alunos têm participação passiva, certamente tendem a promover uma aprendizagem memorística, mas se realizadas de forma dialogada podem ter um efeito muito positivo na aquisição de significados.

Para facilitação da AS deve-se começar pelo que é mais geral, mais inclusivo e, a partir desse ponto, ir diferenciando e reconciliando os conteúdos. Ausubel (2003) e Moreira (1985) expõem que, além da diferenciação e reconciliação, a organização sequencial das novas ideias baseada na sequência da própria disciplina ajuda na disponibilidade de subsunçores, e destacam a importância da consolidação, visando o domínio das novas ideias para, aí sim, dar sequência ao conteúdo de ensino.

O organizador prévio é um mecanismo pedagógico capaz de estabelecer uma conexão entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber (AUSUBEL, 2003) para que, assim, possa interagir significativamente com o material potencialmente significativo. Os organizadores podem tanto ser um material à parte, ou uma aula expositiva ou uma pergunta, não existe um único. O fundamental é que estes organizadores sejam capazes de identificar os subsunçores relevantes na estrutura cognitiva, explicitando sua importância para o material de aprendizagem (MOREIRA, 2012).

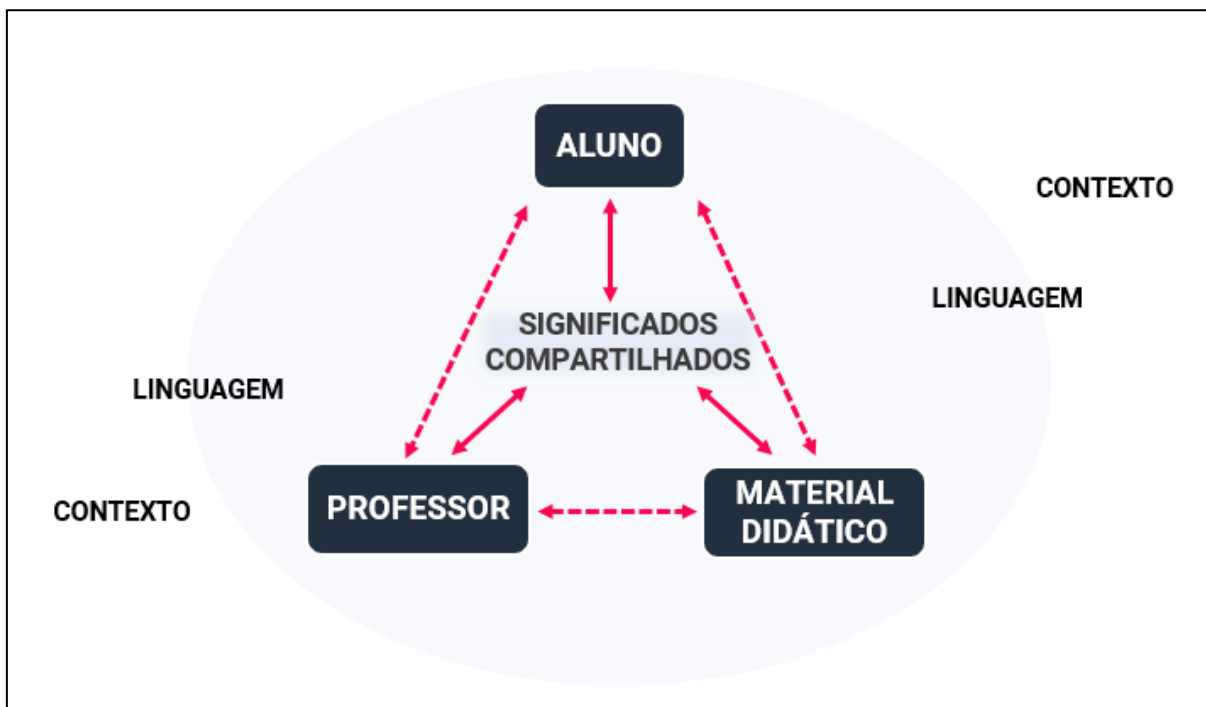
Para avaliar se houve uma aprendizagem significativa temos que analisar se houve aquisição de significado por parte do aprendiz. É importante que ele externalize suas ideias e as justifique. Ausubel propõem que “o aluno deve se deparar com uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido” (MOREIRA, 2012, p.51). Desta forma, caso o aluno tenha aprendido significativamente, ele será capaz de usar as ideias adquiridas em uma nova situação.

Moreira (2012), entretanto, não considera que avaliar um aluno a partir de uma situação totalmente nova seja o ideal, mas sim que essas situações inéditas sejam realizadas de forma progressiva. Contudo, independente das duas visões é fundamental que a avaliação seja formativa e que o aluno, ao longo de todo processo, possa externalizar suas ideias e, assim, reafirmá-las ou corrigi-las.

O processo de aprendizagem, pela visão clássica de Ausubel, tem como ponto principal a interação não literal e substantiva dos novos conhecimentos com subsunçores pré-existentes (MOREIRA, 2012). Porém, ao longo das discussões sobre a AS, surgiram perspectivas que levam em consideração outros aspectos neste processo de aprendizagem.

Gowin é defensor da visão interacionista social da AS, um modelo que, segundo Moreira (2011, p.38), “se assemelha muito com uma abordagem “vygostkyana”. Nessa perspectiva o processo de ensino/aprendizagem é caracterizado pela interação da tríade professor, material potencialmente significativo e aluno, e, a partir dessa interação, ocorre a negociação de significados, como pode-se observar na Figura 4 (MOREIRA, 2012).

Figura 4 - Aprendizagem significativa na visão interacionista social de Gowin



FONTE: Autoria própria, retirado de MOREIRA, 2012.

A AS ocorre quando o aprendiz assimila significados e é capaz de compartilhá-los (TAVARES, 2008). Este processo ocorre através da linguagem e dentro de um contexto social. Portanto, o intercâmbio de significados não prescinde da interação social.

A tríade da Figura 4 destaca o papel do professor como mediador do processo interativo entre ele, o aluno e os materiais didáticos. O professor apresenta os significados que já são atribuídos ao conteúdo presente nos materiais, e, por sua vez, os alunos compartilham os significados captados. Esse processo deve ocorrer até que o significado compartilhado pelos alunos seja aquele que o professor pretendia que fosse adquirido (MOREIRA, 2011).

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

As sequências didáticas já há algum tempo tem despertado interesse em trabalhos e pesquisas, e no Brasil, as SD são examinadas em diferentes concepções (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011). Uma dessas concepções é a de Zabala (2015, p.18), que define uma SD como um “conjunto de atividades ordenadas,

estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Segundo Franco (2018), a SD se assemelha a um plano de aula, porém, é mais ampla pela possibilidade de uso de várias estratégias de ensino. Leal e Roças (2013) destacam que as SD possuem algumas etapas em comum com os planos de aula, como a determinação dos objetivos, seleção dos materiais didáticos e avaliação do processo. Segundo Giordan, Guimarães e Massi (2011), o processo de estruturação e análise de uma SD considera 3 fases fundamentais: planejamento, aplicação (a intervenção pedagógica) e avaliação.

Zabala entende que não se pode avaliar uma SD, analisando apenas a fase da intervenção pedagógica. Tanto o planejamento quanto a avaliação são indissociáveis da intervenção, visto que esta não pode ser completamente entendida sem levar em consideração os objetivos desejados a partir do planejamento e uma posterior avaliação dos resultados (ZABALA, 2015).

A determinação dos objetivos educacionais, é posto como fundamental durante o planejamento de uma SD, eles estão relacionados com as capacidades que se pretendem desenvolver nos alunos (ZABALA, 2015). Logo, a escolha das atividades e das estratégias precisa estar alinhada com os objetivos educacionais que se pretende alcançar que, quando bem claros, ajudam na avaliação do processo educacional (ZABALA, 2015).

Porém, não podemos simplificar o processo de escolha de estratégias e atividades. Não basta, por exemplo, fazer um debate em grupo e achar que vai desenvolver conteúdos atitudinais. É fundamental que sejam realizadas avaliações no processo, pois a partir delas podemos concluir se houve ou não aprendizado das competências e habilidades que se pretende desenvolver na atividade. Zabala (2015) aponta que se não há avaliação das potenciais capacidades desenvolvidas, as estratégias usadas servem apenas para deixar a aula mais atraente.

Zabala propõem uma série de perguntas que devem ser feitas para validação de uma SD de forma que possamos perceber o caráter de cada atividade proposta e assim, reforçar seu uso ou até mesmo acrescentar outras para que os objetivos educacionais sejam alcançados. O Quadro 6 mostra as perguntas propostas por Zabala para validação de uma SD potencialmente significativa.

Quadro 6 - Validação de uma SD segundo Zabala

I. é capaz de identificar os conhecimentos prévios dos alunos?

II. apresenta os conteúdos de forma significativa e funcional?

III. As atividades são apropriadas ao nível de desenvolvimento dos alunos?

IV. As atividades trabalham com as atuais competências dos alunos e as desenvolvem?

V. Promove conflito cognitivo?

VI. Promove atitude favorável?

VII. Estimula a auto-estima e o autoconceito em relação a aprendizagem?

VIII. Possui atividades que desenvolva a autonomia na aprendizagem dos alunos?

FONTE: A autoria própria, baseado em ZABALA, 2015.

A diversificação de estratégias e atividades, durante o planejamento de uma SD, pode ser um ótimo caminho para se atingir os pontos destacados por Zabala.

2.4 TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA

A definição dos objetivos educacionais é de suma importância para o processo de ensino/aprendizagem. Quando bem definidos auxiliam na escolha de estratégias e metodologias que sejam relevantes para o desenvolvimento de determinada competência e, além disso, são importantes para se avaliar o processo educacional (ZABALA, 2015).

Existem diversos instrumentos que ajudam na organização dos objetivos. A taxonomia de Bloom é um desses instrumentos que, segundo Ferraz e Belhot

(2010), auxilia no planejamento, organização e controle dos objetivos de aprendizagem. Bloom e colaboradores propuseram um sistema de classificação dos objetivos educacionais começando pela separação de acordo com os domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor. Apesar de existirem estudos acerca de todos estes domínios, o estudo da taxonomia do domínio cognitivo é o mais utilizado no contexto educacional (FERRAZ; BELHOT, 2010).

A taxonomia dos objetivos cognitivos de Bloom, não apenas classifica, mas organiza os objetivos educacionais hierarquicamente de acordo com os níveis de complexidade, do simples ao mais complexo, são eles: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. O aluno só poderá prosseguir de nível caso tenha alcançado êxito no nível hierarquicamente inferior, assim, para que um aluno consiga aplicar (nível de aplicação) determinado conteúdo é necessário que ele tenha tido êxito nos níveis de conhecimento e de compreensão.

A taxonomia de Bloom trouxe a possibilidade de padronização da linguagem acadêmica, especificando os verbos relacionados a cada um dos níveis de complexidade. Segundo Ferraz e Belhot (2010), os objetivos educacionais são descritos através de verbos de ação e substantivos (os conteúdos) para descrever os processos cognitivos. Além da tal padronização, este instrumento permite auxiliar o docente ao longo da determinação dos objetivos, da escolha das estratégias e das formas de avaliação.

Cerca de quarenta anos após a publicação original, a taxonomia de Bloom estava bem disseminada e seu uso era notado em diversos trabalhos ao longo desses anos. Junto a isso, o desenvolvimento tecnológico chega também no universo da educação e faz com que tais mudanças sinalizem uma necessidade de rever os pressupostos teóricos associados a taxonomia de Bloom (CORRÊA; FARIAS; BEZERRA, 2021; FERRAZ; BELHOT, 2010). É neste cenário que em 2001 é publicada uma atualização da taxonomia por um grupo de pesquisadores, dentre eles David Krathwohl que foi um dos colaboradores da taxonomia original. A taxonomia de Bloom revisada conseguiu alcançar um equilíbrio entre o que já existia, a estrutura da taxonomia original e mudanças no universo da educação (CORRÊA; DE FARIAS; BEZERRA, 2021).

Agora a taxonomia de Bloom revisada trazia algumas mudanças significativas, como a relação verbo/substantivo. Os verbos e substantivos passam a configurar duas dimensões diferentes, promovendo um caráter bidimensional a estrutura. Os substantivos fazem parte da *dimensão conhecimento*, que se relaciona com *o que aprender*, enquanto os verbos fazem parte da *dimensão dos processos cognitivos* que está relacionada ao *como aprender*.

A dimensão do conhecimento é subdividida em quatro categorias: conhecimento efetivo, conhecimento conceitual, conhecimento procedural e conhecimento metacognitivo, como na descrição das categorias do Quadro 7.

Quadro 7 - Dimensão do conhecimento da taxonomia de Bloom revisada

DIMENSÃO CONHECIMENTO	DESCRIÇÃO
1. Conhecimento Efetivo	Relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado a fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados.
2. Conhecimento Conceitual	Relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência.
3. Conhecimento Procedural	Relacionado ao conhecimento de "como realizar alguma coisa" utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e, não interdisciplinar.

4. Conhecimento Metacognitivo	Relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado a interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) na resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.
-------------------------------	--

FONTE: FERRAZ e BELHOT, 2010, p.428.

A dimensão dos processos cognitivos é subdividida em seis categorias: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. A descrição das categorias está presente no Quadro 8.

Cada uma das categorias do processo cognitivo está relacionada a comandos de ação (verbos) que quando usados na descrição de um objetivo educacional indicam o “como” esse objetivo pretende ser alcançado, por isso foram colocados no gerúndio.

Quadro 8 - Dimensão do processo cognitivo da taxonomia de Bloom revisada

DIMENSÃO PROCESSO COGNITIVO	DESCRIÇÃO	VERBOS UTILIZADOS
1. Lembrar	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos.	Reconhecendo e reproduzindo
2. Entender	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido.	Interpretando, exemplificando, classificando, resumindo,

		comparando e explicando
3. Aplicar	Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica. Em alguns casos pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa nova situação.	Executando e implementando
4. Analisar	Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes.	Diferenciando, organizando, atribuindo e concluindo
5. Avaliar	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.	Checando e criticando
6. Criar	Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova situação, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos.	Generalizando, planejando e produzindo

FONTE: FERRAZ e BELHOT, 2010, p.429.

A taxonomia de Bloom revisada mantém a ideia original na qual as categorias estão organizadas hierarquicamente em níveis de complexidade, porém esta ideia não é totalmente rígida. As categorias do processo cognitivo podem sofrer mudanças de organização quando necessário. Isso porque em determinadas situações a aprendizagem pode ser facilitada quando inicialmente há um estímulo de níveis mais complexos (FERRAZ; BELHOT, 2010). Apesar da dimensão do processo cognitivo permitir esta flexibilidade entre as categorias, o mesmo não é observado na dimensão do conhecimento.

A nova descrição da taxonomia gerou a formulação da tabela bidimensional da Taxonomia de Bloom representada no Quadro 9. Os objetivos são preenchidos na interseção das dimensões.

Quadro 9 - Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo / Factual						
Conceitual						
Procedural						
Metacognitivo						

FONTE: FERRAZ e BELHOT, 2010, p.429.

A organização das categorias e a diferenciação dentro da própria categoria (relacionado ao aspecto do conhecimento) fornecem uma visão mais detalhada e estruturada das pretensões educacionais. Dessa forma favorece um planejamento com escolhas de metodologias e estratégias adequadas para alcançar os objetivos pretendidos.

2.5 LIGAÇÕES QUÍMICAS

O conteúdo de ligações químicas é considerado muito importante para a construção de uma base de conhecimentos na química e também está na lista dos conteúdos de maior dificuldade de aprendizagem da disciplina. Seu entendimento é fundamental para a aprendizagem de: estruturas moleculares, reações químicas, equilíbrio e termodinâmica (FERNANDES; CAMPOS, 2012).

Johnstone (1993, 1991) aponta que a aprendizagem em química deve passar por três níveis de conhecimento: macroscópico (fenomenológico), o microscópico (teórico) e o representacional. Entretanto, os alunos apresentam dificuldades em compreender as interrelações entre esses níveis, especialmente quando os assuntos abordados são muito abstratos, como são as ligações químicas (FERNANDES; CAMPOS, 2012).

Apesar da importância e das dificuldades existentes na aprendizagem, a temática de ligações químicas não tem estado nos holofotes das pesquisas no campo do ensino no Brasil. Ao menos é o que mostra a pesquisa de Fernandes e Campos (2012) que, ao analisar os principais periódicos nacionais sobre ensino de química até o ano de 2009, encontrou apenas 6 artigos sobre o tema. Pazinato (2016) relata que até 2016 não houve grandes mudanças no cenário de trabalhos publicados relativos ao ensino de ligações químicas. No mesmo trabalho de Fernandes e Campos (2012), a análise dos principais periódicos internacionais mostrou um total de 37 artigos sobre o tema de ligações, e desses, 17 eram sobre concepções alternativas dos estudantes.

As concepções alternativas são ideias desenvolvidas pelos próprios alunos que, ao interagirem suas percepções prévias sobre algum fenômeno junto ao conhecimento científico, criam conceitos distorcidos do que é aceito cientificamente (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006). A abstração e complexidade características do conteúdo de ligações químicas contribui para um potencial desenvolvimento de concepções alternativas nos estudantes (FERNANDES; CAMPOS, 2012; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

Para Fernandes e Campos (2012) e Jaeschke *et al.* (2018), conhecer as principais concepções alternativas desenvolvidas pelos alunos é importante para o professor no planejamento e elaboração de estratégias que promovam um melhor aprendizado dos conceitos. Fernandez e Marcondes (2006) destacam que algumas das principais concepções alternativas apresentadas pelos estudantes são: confusão entre a ligação covalente e iônica; compostos iônicos vistos como entidades discretas, sem retículo cristalino; ligações covalentes são fracas; elétrons são compartilhados igualmente na ligação covalente; confusão entre ligação covalente e forças intermoleculares; as ligações seriam formadas apenas para satisfazer a regra do octeto;

O estudo de ligações químicas passa pelo estudo de modelos que explicam os fenômenos e propriedades macroscópicas das substâncias. No entanto, para Fernandez e Marcondes (2006), essa transição da observação para a formulação de modelos é complexa para os estudantes.

Dois ou mais átomos se ligam de forma a proporcionar um sistema de maior estabilidade termodinâmica, ou seja, de menor energia (MAHAN, 1976). O que chamamos de “ligação” entre os átomos é a força de atração existente entre eles proporcionada pelo rearranjo de seus núcleos e seus elétrons de valência. Esse rearranjo, quando configura um sistema de menor energia, pode proporcionar três diferentes tipos de ligações: ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica. Esses modelos ajudam na compreensão de fenômenos e das propriedades das substâncias.

No modelo das ligações iônicas a interação ocorre pela atração eletrostática entre cátions e ânions, isto é, a atração entre esses íons faz com que o resultado seja um sistema com menor estado de energia, ou seja, mais estável. Os compostos iônicos não formam entidades discretas e sim um arranjo de cátions e ânions empacotados formando uma estrutura cristalina (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2006). Os íons sofrem forças eletrostáticas em todas as direções. Este modelo explica bem algumas propriedades características desses compostos, como possuírem altas temperaturas de fusão e ebulição, serem quebradiços e não conduzirem corrente elétrica no estado sólido.

O modelo das ligações covalentes explica as interações entre átomos não-metálicos que são baseadas na ideia de compartilhamento de um par de elétrons entre dois átomos. Nenhum deles perde seu elétron e ao mesmo tempo o par interage com os dois núcleos. Com isso a energia total do sistema diminui pelo aumento das forças atrativas ocasionada pela aproximação de átomos com elevada eletronegatividade, o que resulta em estabilidade.

As substâncias que realizam ligações covalentes podem formar compostos moleculares ou com estruturas cristalinas. Os compostos moleculares geralmente apresentam baixas temperaturas de fusão e ebulição e não são bons condutores elétricos, enquanto os constituídos de retículos cristalinos apresentam altos pontos de fusão e ebulição, são duros, quebradiços e péssimos condutores elétricos.

As ligações metálicas são as formadas entre elementos metálicos, seja em substâncias puras ou em ligas metálicas, o modelo usado para explicar essas ligações é o do mar de elétrons. Este modelo considera que os elétrons possuem um alto grau de liberdade, visto que os metais são muito eletropositivos (MAHAN, 1976). Por essa liberdade dos elétrons, a estrutura cristalina é formada por íons positivos dos átomos metálicos e os elétrons podem se movimentar livremente pela estrutura (CALLISTER, 2000).

Este modelo explica algumas propriedades importantes associadas aos metais, como a de serem ótimos condutores de corrente elétrica e de calor. Além dessas, outras propriedades características dos metais são os altos pontos de fusão e ebulição, maleabilidade e ductibilidade.

As propriedades de uma substância se relacionam com o tipo de interação entre os átomos, íons ou moléculas e com as estruturas, moleculares ou cristalinas, que formam (MAHAN, 1976). Por exemplo, o alumínio metálico (Al) tem propriedades diferentes da Alumina (Al_2O_3) apesar de ambas as substâncias terem o elemento alumínio em sua composição. O tipo de interação que ocorre entre os átomos de alumínio é diferente da que ocorre entre o alumínio e oxigênio, promovendo características completamente diferente entre as substâncias. A alumina é utilizada como adsorvente e, principalmente, destinada para obtenção do alumínio metálico, sendo este, aplicado na construção civil, indústrias automotivas, produção de embalagens, entre outros. A alumina é o principal componente do minério de bauxita e é a partir de seu beneficiamento que é possível obter o Al_2O_3 que, posteriormente, é utilizado para produção do alumínio metálico.

Tanto a alumina quanto o alumínio metálico não são encontrados em sua forma pura na natureza. Na verdade, poucas são as substâncias encontradas nesta forma. Isto é, não encontramos de forma isolada a maioria das substâncias que hoje, para nós, são comuns no cotidiano, ou que são largamente usadas pelas indústrias metalúrgicas, na construção civil, no setor energético e no desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, a mineração aparece como uma atividade fundamental no manuseio dos recursos que estão diretamente ligados ao funcionamento do dia a dia da nossa sociedade e do nosso futuro.

2.6 MINERAÇÃO

A capacidade de diferentes grupos humanos em manipular os recursos minerais é antiga e foi importante ao longo da evolução da civilização humana, caracterizando, inclusive, alguns marcos temporais. Na chamada pré-história tivemos três importantes períodos, a Idade do Cobre, a Idade do Bronze e a Idade do Ferro, caracterizados quando o homem desenvolveu a capacidade de construção de ferramentas feitas de metal. Durante a 1ª revolução industrial a mineração do carvão foi essencial para o funcionamento das máquinas à vapor, consideradas um grande progresso tecnológico industrial da época.

As atividades mineradoras estiveram presentes no processo de colonização do Brasil, a busca por metais e pedras preciosas pelos bandeirantes contribuiu com a expansão territorial da colônia. No século XVIII, a descoberta do ouro consolidou a mineração no território brasileiro, alterando a estrutura econômica local, período que ficou conhecido como ciclo do ouro. Durante o período da República (1889-1964), a mineração no país era de médio porte e predominantemente voltada, até então, para o mercado interno (FERNANDES; ARAUJO, 2016). Este cenário mudou no período da ditadura militar (1964-1985), no qual o setor mineral brasileiro cresceu bastante, uma amostra deste crescimento foi a Companhia Vale do Rio Doce ter se tornado um dos principais produtores e exportadores de minério de ferro nesta época (VILLAS-BÔAS, 1995 apud FERNANDES; ARAUJO, 2016).

Atualmente, a mineração ainda possui um papel importante na economia do Brasil, principalmente na geração de riquezas e empregos. Segundo o IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) (2021), o Brasil faturou em 2020 um total de 209 bilhões de reais com o setor de mineração, o que corresponde a aproximadamente 5% do PIB. A arrecadação com impostos também é significativa no setor, no qual faturou 72,2 bilhões de reais sendo 6,1 bilhões com a CFEM (Compensação Financeira pela Exportação de Recursos Minerais) também em 2020 (IBRAM, 2021b).

Da produção mineral do ano de 2019, cerca de 80% eram substâncias metálicas, dos quais se destacam os minérios: alumínio (bauxita), cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel, ouro, vanádio e zinco (ANM, 2020). Dentre eles, a mineração de ferro se destaca compondo 72,8% da produção dos metálicos e também é responsável por quase 70% da exportação mineral brasileira. Em relação as importações, destacam-se o carvão, potássio e rochas fosfáticas, esses dois últimos sendo muito importantes na produção de fertilizantes, que são essenciais na agricultura.

Os balanços divulgados em 2020 e no 1º semestre de 2021 mostram uma tendência de crescimento tanto de arrecadação quanto de produção mineral (IBRAM, 2021a, b). A variação cambial (subida do dólar) e o aumento dos preços internacionais dos minérios justificam o aumento de arrecadação no 1º semestre de 2021 em relação ao mesmo período dos anos anteriores.

Segundo o IBRAM (2014), a mineração tem conseguido prover o Brasil com matérias-primas para assegurar o crescimento econômico do país. O setor contribui significativamente em arrecadação referente as importações minerais e com os impostos relacionados a atividade.

Segundo o IBRAM (2014), a mineração, além de ser responsável por empregos diretos e indiretos, promove uma melhoria no IDH nos municípios onde existe esta atividade, que costuma ser maior quando comparado aos municípios vizinhos no estado. Normalmente isso se dá pelo investimento em infraestrutura nesses locais que precisam ser feitos para a chegada das mineradoras e pela arrecadação de impostos da mineração.

Suportados nesse cenário de prosperidade, os atores interessados na implantação dessas atividades chegam com promessas e propagando melhorias e desenvolvimento, como visto acima. Contudo, não mencionam ou minimizam impactos que podem ser muito prejudiciais ao meio ambiente e a população local. Assim, é comum parte dos moradores se posicionarem contra o início de atividades minerárias em suas regiões. Neste cenário, é possível observar um aumento dos conflitos entre mineradoras e comunidades no Brasil (MILANEZ, 2017).

Dentre as diferentes motivações que existem nos conflitos gerados pode-se destacar os possíveis impactos ambientais resultantes da exploração, do desmatamento, da construção de barragens, o conflito por terras e também pela água, visto que a mineração é uma atividade que demanda este insumo tanto na extração quanto no transporte de minerais.

A instalação de uma mineradora, apesar de mostrar um aumento no índice de IDH médio quando comparado as regiões vizinhas, traz consigo o aumento de alguns índices indesejados, como o aumento nas taxas de roubos, homicídios e prostituição (MAIA; MALERBA, 2019). Além disso, os serviços de saúde e moradia podem não acompanhar a nova demanda vinda do inchaço repentino na cidade (MAIA; MALERBA, 2019).

Os impactos ambientais também são muito discutidos no contexto da mineração. Antes mesmo de começar a extração mineral os impactos já são sentidos no meio ambiente (SILVA; ANDRADE, 2017) pela necessidade de desmatar a região e, durante o processo de extração e beneficiamento, são produzidos rejeitos que são

destinados em diques ou barragens de contenção para evitar a contaminação dos aquíferos e do solo. Esses rejeitos são constituídos normalmente de água, fragmentos da rocha minerada e outras substâncias químicas usadas no processo de beneficiamento.

No início de 2021, no Brasil, estavam cadastradas 872 barragens de mineração no SIGBM (Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração), das quais apenas 435 estão enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (ANM, 2021). Das barragens cadastradas na PNSB, 51 estão classificadas como sendo de alto risco e 47 estão declaradas em estado de emergência, 42 delas apenas no Estado de Minas Gerais.

As mineradoras são as responsáveis pela gestão e verificação de estabilidade e segurança das barragens de rejeitos, e, por lei, precisam fazer inspeções regulares disponibilizando as informações ao órgão fiscalizador. Quem fiscaliza as mineradoras é a Agência Nacional de Mineração (ANM).

O risco associado ao rompimento das barragens de rejeitos tem preocupado cada vez mais, principalmente após os recentes “desastres” de Mariana e Brumadinho. Esses acidentes ocasionaram mortes e promoveram severos impactos ambientais com o espalhamento da lama de rejeitos. Acidentes assim, entretanto, não são tão incomuns, entre 1986 e 2015, apenas em Minas Gerais, ocorreram oito episódios dessa natureza (MILANEZ, 2017).

O rompimento de barragens pode gerar sérios problemas ambientais como contaminação dos solos e águas com lama e metais pesados, causar assoreamento de rios e destruição da fauna e flora. A economia também é diretamente afetada como divulgado pela ANM (2019) mostrando que as exportações de Ferro diminuíram 10,2% no 2º semestre de 2019 em relação ao mesmo período de 2018 devido ao rompimento da barragem de Brumadinho.

Os agentes da mineração enxergam que os impactos da mineração possuem um limite espacial e temporal, isto é, se restringem a área da mina e apenas durante ao tempo de extração (MILANEZ, 2017), assim, após o fechamento da mina e recuperação da área, os impactos desaparecem. Entretanto, apesar de ser uma atividade temporária, as modificações geradas na natureza são muito difíceis de serem recuperadas (SILVA; ANDRADE, 2017). Na visão de Milanez (2017), enquanto

não tivermos a plena compreensão acerca dos impactos socioambientais que podem ser gerados incluindo seu alcance no âmbito espacial e temporal, nós continuaremos sofrendo com os danos causados pela mineração.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa explora as possíveis estratégias e caminhos que o professor ou professora pode seguir na sua prática, de forma a favorecer uma aprendizagem significativa dos conhecimentos de química e ao mesmo tempo propiciar uma formação cidadã. Nesse sentido, portanto, o interesse deste estudo está no processo de desenvolvimento, discussão e validação da sequência didática.

A pesquisa pode ser classificada como qualitativa visto que, para Moresi (2003), a pesquisa qualitativa tem como foco o processo e o seu significado, com o processo sendo descritivo e indutivo. Esse tipo de pesquisa considera o ambiente natural como fonte de coleta de dados e o pesquisador como instrumento chave, isso porque não se pode isolar a interação existente entre o mundo objetivo e a subjetividade do pesquisador (MORESI, 2003).

A pesquisa é de natureza aplicada que, segundo Gil (2008):

tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. Sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial. (GIL, 2008, p.27).

O trabalho resultou em uma SD que foi desenvolvida e discutida a partir de conhecimentos e teorias já existentes e que, dependendo dos resultados obtidos, pode ser aplicada para o público ao qual se destina. Portanto, ela pode ser classificada como sendo de natureza aplicada.

Quanto a sua finalidade, a pesquisa é classificada como metodológica. De acordo com Moresi (2003, p.9), esse tipo de pesquisa está “associada a caminhos, formas, maneiras, procedimentos para atingir determinado fim”. Neste caso, a pesquisa está empenhada no desenvolvimento, discussão e reflexão de uma SD que propõe diferentes atividades e estratégias visando um ensino crítico e significativo acerca dos conteúdos de ligações químicas.

A pesquisa foi pensada e desenvolvida para alunos do 1º ano do ensino médio, período no qual, normalmente, se aborda o conteúdo de ligações químicas. Por ser uma turma de entrada nas escolas (1º ano do ensino médio), minha

experiência me mostra que essas turmas costumam ser heterogêneas, principalmente em relação aos conhecimentos de química, visto que parte desses alunos teve um contato maior com esses conhecimentos no último ano do ensino fundamental, enquanto outros não.

Inicialmente a pesquisa teria intuito de desenvolver, aplicar e validar a SD produzida para promover a aprendizagem significativa dos conteúdos de ligações químicas. Contudo, por conta da pandemia da Covid-19, a aplicação da SD foi inviabilizada e os rumos da pesquisa tiveram que ser alterados. Desta forma, a pesquisa ficou concentrada no processo de desenvolvimento, discussão e validação da SD, que é componente principal do produto educacional do projeto.

O caminho metodológico percorrido pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Caminho metodológico da pesquisa



FONTE: Autoria própria.

A etapa da pesquisa bibliográfica é um ponto de partida fundamental na ancoragem dos referenciais teóricos e para o aprofundamento nos conhecimentos de mineração e ligações químicas. Nesta pesquisa, podemos saber se/como o tema vem sendo abordado por outros pesquisadores, para ter uma perspectiva das potencialidades desta temática e de possíveis estratégias que podem ser utilizadas na SD.

Para elaboração dos objetivos educacionais, utilizamos o instrumento da taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010). Este instrumento explicita os objetivos educacionais que se pretende alcançar como esses objetivos serão alcançados. Sendo assim, tanto a etapa da elaboração dos objetivos educacionais quanto a da escolha das estratégias para a elaboração da SD ocorreram de forma concomitante.

O desenvolvimento da SD foi baseado na estrutura descrita por Aikenhead (1994b), na qual partindo de um tema sociocientífico desenvolve-se discussões sobre as tecnologias envolvidas e seus impactos sociais. Os conceitos científicos são ensinados a partir daí. Com os conceitos científicos desenvolvidos se faz uma releitura das tecnologias e do tema inicial.

A partir dos referenciais teóricos pesquisados e estudados durante a pesquisa bibliográfica, buscamos identificar as principais estratégias educacionais que poderiam ser usadas no intuito de almejar uma aprendizagem significativa e uma formação cidadã. É importante reforçar que a escolha das estratégias não foi feita de maneira isolada da determinação dos objetivos educacionais, assim, quando pensamos que um dos objetivos iniciais seria a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, logo em seguida foi pensado como seria feito.

Assim, partindo dos referenciais e de nossas escolhas pessoais de estratégias, percebemos a necessidade de elaborar atividades que identificassem os conhecimentos prévios dos estudantes, que atuasse com organizador prévio e que estimulasse a capacidade de pesquisa, trabalho em grupo e análise crítica. Para a identificação dos conhecimentos prévios pensamos na elaboração de um questionário diagnóstico e no uso da nuvem de palavras.

Para estimular a capacidade de pesquisa, trabalho em grupo e análise crítica, escolhemos desenvolver um *estudo de caso* para que os estudantes aplicassem os conhecimentos vinculados a ligações químicas relacionando-os à tecnologia e às implicações sociais no contexto da mineração. Além dessas estratégias, trabalhos de pesquisa, aulas expositivas dialogadas e atividades experimentais foram pensadas para fazerem parte da SD. Com a elaboração da SD, produzimos uma versão inicial do produto educacional, cujo principal componente é a própria sequência didática, que passou por um processo de validação.

A validação da SD foi composta por dois processos: uma validação interna e, posteriormente, uma validação externa. Os dois processos foram baseados nos referências de Zabala (2015), nos quais o autor propõe perguntas a serem feitas em torno de uma SD a fim de verificar uma possível necessidade/inadequação de determinadas atividades.

A validação interna foi pelo próprio autor desta dissertação ao longo do processo de elaboração da SD, visto que as atividades propostas foram pensadas para que a SD atendesse os critérios de Zabala (2015).

Para realização da validação externa, avaliamos a perspectiva de outros professores e professoras acerca da SD através de um formulário. Este formulário é constituído por perguntas destinadas a obtenção do perfil dos participantes, uma pergunta aberta e 8 sentenças afirmativas sobre a estrutura e organização da SD, as quais os participantes expuseram seu grau de concordância com elas através da escala Likert. Cada uma das 8 sentenças afirmativas foi elaborada baseando-se em cada um dos critérios estabelecidos por Zabala (2015).

Após esta etapa de avaliação e validação, correções e modificações poderiam ser feitas na SD de acordo com as respostas obtidas no questionário, e desta forma, finalizar a elaboração do produto educacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo vamos apresentar os resultados desta pesquisa, dentre eles o produto educacional, além de discutir seu processo de elaboração. O momento em que a pesquisa se desenvolveu foi em meio a uma pandemia, neste cenário, as aulas presenciais foram suspensas e para que as atividades escolares não fossem interrompidas, foram substituídas por aulas online. O uso de recursos tecnológicos como aplicativos de chamada de vídeo, simuladores, questionários, e outros, se tornaram necessários.

Ao longo da pesquisa o cenário pandêmico teve significativa melhora após o início das campanhas de vacinação, e assim, as aulas presenciais puderam voltar. Com isso, o produto de ensino foi pensado para que pudesse ter uma aplicação em aulas presenciais e em aulas *online*, sendo necessária, talvez, poucas modificações caso a aplicação fosse feita por meio *online*.

O produto educacional intitulado “Proposta para o ensino de ligações químicas a partir do tema mineração” possui como principal componente uma sequência didática (SD) elaborada a partir dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa e da educação CTS.

A idealização da SD surgiu a partir da minha inquietação como professor em relação aos conteúdos de química ensinados e a forma na qual são abordados nas escolas. O atual ensino de química é quase sempre descontextualizado, não interdisciplinar (ROCHA; VASCONCELOS, 2016) e não desenvolve a capacidade nos alunos de relacionar os conhecimentos químicos às situações em que serão expostos na sociedade. Nesse cenário, é comum o questionamento dos alunos quanto a necessidade desses saberes, ajudando a reforçar o desinteresse no aprendizado de química.

A aprendizagem significativa de um conteúdo, seja de química ou não, é condicionada a dois aspectos importantes: o uso de um material potencialmente significativo e uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2012). É possível relacionar este último aspecto ao interesse dos alunos no estudo de química que, no cenário atual, não é grande, tornando difícil o aprendizado significativo desse conteúdo.

É importante que um ensino de química que faça sentido para os alunos e que seja útil para sua formação como ser atuante na sociedade em que vive. Mudar a forma como os alunos veem a química certamente aumentará seu interesse e, conseqüentemente, sua pré-disposição para aprendê-la.

Para isso, esta pesquisa propõe uma abordagem pedagógica fundamentada na contextualização, que pode ser orientada através da análise crítica de questões científicas e tecnológicas, e como elas impactam na sociedade (SILVA, 2007). Essa orientação é de natureza do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que, no contexto da educação, propõe uma reflexão crítica acerca das interrelações dessas três dimensões.

É importante esclarecer que o principal objetivo de uma abordagem com orientação CTS não é apenas despertar o interesse dos estudantes no aprendizado destes conteúdos, isso seria reduzir o que de fato se propõem a educação CTS. A educação CTS tem como objetivos mais amplos formação de cidadãos críticos e emponderados, que reflitam e formem opiniões acerca das questões da sociedade.

Contudo, avaliar o alcance desses objetivos não é algo simples, por isso Aikenhead (1994a) propõe alguns objetivos mais “acessíveis” de serem avaliados, são eles: aumentar a alfabetização científica dos cidadãos; aumentar o interesse dos alunos em ciência e tecnologia; estimular o interesse nas interações entre ciência, tecnologia e sociedade; estimular o pensamento crítico, o raciocínio lógico, resolução de problemas e tomada de decisão. Assim, mesmo não sendo a principal intenção de uma abordagem CTS, o aumento do interesse dos alunos no estudo dessas relações favorece uma pré-disposição a aprender.

Segundo Acevedo (1996), a diversidade de estratégias em uma abordagem CTS evita que o processo entre numa monotonia. Além disso, essa diversidade de estratégias permite que alunos em diferentes níveis de conhecimento possam se desenvolver, visto que nem todos aprendem da mesma forma e possuem os mesmos conhecimentos prévios.

Portanto, caminhos e estratégias baseadas nos pressupostos CTS, que estimulem a dialogicidade entre os alunos e professores, o pensamento crítico e reflexivo podem favorecer uma aprendizagem significativa e proporcionar uma formação cidadã. A partir deste pensamento surgiu a ideia da elaboração de um

produto educacional, que é baseado numa SD que passou pelas seguintes etapas, discutidas a seguir: determinação da estrutura da SD; elaboração dos objetivos da SD; elaboração das etapas da SD.

Entretanto, antes de prosseguir é importante ressaltar que este processo não é unidirecional, na verdade é um constante processo reflexivo de idas e vindas dessas etapas. Mas, para organizar os pensamentos, vamos apresentar as discussões nessa ordem cronológica.

4.1 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA – O PRODUTO EDUCACIONAL

A estrutura da SD foi baseada na organização descrita por Aikenhead (1994b), a qual a partir da discussão de um tema sociocientífico cria-se a necessidade da discussão das tecnologias envolvidas e ambas criam a necessidade da discussão científica. Após a discussão dos conteúdos científicos, é possível fazer uma releitura das tecnologias ou abordar outras mais complexas para, então, voltar a discussão da temática inicial.

Já definida a estrutura da SD, foi preciso escolher a temática que seria desenvolvida. Segundo Santos *et al.* (2009), os currículos e materiais CTS são elaborados a partir de temas sociocientíficos ou tecnológicos que possuam um potencial impacto social. Para Ramsey (1993, apud AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009) um tema social na abordagem CTS deve obedecer a três critérios: o tema deve apresentar opiniões distintas a seu respeito; o tema deve apresentar significado social; o tema deve ser, em algum grau, relativo à ciência e tecnologia.

A temática mineração se enquadra nos critérios citados acima, visto que existe um constante debate sobre a importância econômica e os impactos ambientais e sociais acerca das atividades mineradoras. A temática também é passível de discussão tecnológica e científica quando abordamos as formas de extração e do beneficiamento dos minérios e aplicação dos materiais.

Além disso, um desejo pessoal era trabalhar um tema que possuísse relação com o cotidiano dos alunos, mas que esta relação não fosse tão explícita em um primeiro momento. Minha percepção é que, no geral, só nos deparamos com a temática mineração nos jornais/noticiários quando ocorrem desastres ambientais, como foram os recentes casos de Mariana e Brumadinho. E mesmo nessas situações, ainda se encontra relativamente distante do cotidiano dos alunos, no contexto da cidade do Rio de Janeiro.

Aproximar a mineração ao cotidiano dos alunos, mostrando os impactos econômicos, sociais, ambientais e as tecnologias e materiais mais próximos de suas vivências, pode fazer com que os alunos reflitam sobre esta atividade por uma outra perspectiva.

Uma vez definido o tema, foi preciso definir quais conteúdos científicos seriam abordados. Uma abordagem temática é definida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 189 apud MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014), como uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema”. Assim, o natural seria desenvolver o tema mineração e, a partir de uma abordagem CTS, ir desenvolvendo os conteúdos científicos que naturalmente fossem aparecendo.

Contudo, essa não é a realidade do nosso ensino, cujos currículos não são construídos a partir de temas e sim a partir dos conteúdos disciplinares. E, pensando na elaboração de um material que possa ser aplicado neste cenário, o conteúdo de ligações químicas foi escolhido, não por uma necessidade imposta pelo tema, mas sim pela importância deste conteúdo para o estudo de química e as dificuldades existentes acerca deste aprendizado. Desta forma, a construção da SD é baseada na temática mineração e as discussões científico-tecnológicas são direcionadas para que surja a necessidade do estudo do conteúdo de ligações químicas.

4.2 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Após traçar a estrutura inicial, precisamos desenvolver os objetivos educacionais que pretendia alcançar com a SD. Esses objetivos foram elaborados a partir dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa de David Ausubel e da perspectiva CTS.

O objetivo geral da SD é: promover uma aprendizagem significativa sobre ligações químicas, contribuindo para uma reflexão crítica sobre as atividades de mineração e das implicações tecnológicas e sociais decorrentes desta atividade.

Para elaboração dos objetivos educacionais específicos da SD utilizamos o instrumento da taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010). Almejando um ensino CTS, pensei nos conteúdos científicos, tecnológicos e sociais que gostaria de trabalhar na sequência para que, a partir deles, pudesse elaborar os objetivos a serem alcançados. Como aponta Santos (2012), a educação CTS se caracteriza pela interrelação entre a educação científica, tecnológica e social, portanto, os conteúdos devem ser trabalhados de forma integrada na SD, discutindo e relacionando os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade.

O uso da taxonomia de Bloom revisada possibilita a organização de forma simples e coerente dos objetivos educacionais, facilitando o entendimento tanto dos professores quanto dos alunos. Além disso, este instrumento colabora para que haja coerência entre os objetivos e as atividades propostas (FERRAZ; BELHOT, 2010). Assim, as atividades foram pensadas na medida em que eram determinados os objetivos a serem alcançados.

No total elaboramos 12 objetivos educacionais específicos para a SD, conforme o Quadro 10. Entretanto, dentre estes objetivos, o objetivo 1 e o objetivo 12 não foram estruturados a partir da taxonomia revisada, enquanto os objetivos 2 ao objetivo 11 foram desenvolvidos a partir deste instrumento.

Quadro 10 - Objetivos educacionais específicos da sequência didática

Objetivo 1. Verificar o conhecimento prévio dos alunos referente à temática mineração e ao conteúdo de ligações químicas, a partir de um questionário diagnóstico.

-
- Objetivo 2. Descrever e discutir os principais aspectos das atividades de mineração, reconhecendo os agentes envolvidos e resumindo as etapas de extração e os impactos positivos e negativos relacionados as atividades.
-
- Objetivo 3. Relacionar a aplicação das substâncias químicas com suas propriedades e interação entre seus componentes, reconhecendo os tipos de ligações químicas existente entre eles.
-
- Objetivo 4. Relacionar os tipos de ligação interatômica às suas principais propriedades, reconhecendo as propriedades das ligações em uma atividade experimental demonstrativa.
-
- Objetivo 5. Reconhecer alguns dos principais minérios no cenário brasileiro, comparando os processos de extração e beneficiamento, os impactos econômicos e ambientais e a aplicabilidade.
-
- Objetivo 6. Identificar e descrever os três diferentes tipos de ligações interatômicas, reconhecendo, comparando e explicando-as nas substâncias apresentadas nos exercícios e nas discussões sobre mineração.
-
- Objetivo 7. Aplicar os modelos referentes a cada uma das ligações interatômicas, executando-os em compostos nos exercícios propostos.
-
- Objetivo 8. Analisar as propriedades das substâncias, diferenciando-as e atribuindo essas propriedades ao tipo de ligação de um composto.
-
- Objetivo 9. Analisar e julgar um cenário de instalação de uma atividade mineradora, organizando e criticando os possíveis impactos da atividade a partir de um estudo de caso.
-
- Objetivo 10. Discutir e questionar o que pode ser feito para minimizar os impactos da mineração, resumindo as etapas de instalação de uma mineradora e diferenciando as responsabilidades entre os agentes envolvidos.
-
- Objetivo 11. Elaborar argumentos, com fundamentos científicos, que validem seu posicionamento em relação a possibilidade da mineração espacial, produzindo um texto argumentativo a partir da leitura de jornais e interpretação de gráficos.
-
- Objetivo 12. Avaliar o processo educacional.
-

Os objetivos 1 e 12 estão relacionados às ações do professor ou professora. O objetivo 1 busca verificar os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir deles, que deverão ser organizadas as discussões e a condução das atividades seguintes. Já o objetivo 12 faz parte da avaliação e reflexão do processo educacional, deixando claro que estes devem acontecer ao longo de toda a sequência didática e que a comparação com as respostas iniciais dos alunos é uma parte deste processo avaliativo e reflexivo.

Os objetivos 2 ao 11 são destinados ao que se espera que os alunos aprendam através da SD. Eles foram elaborados e distribuídos respeitando uma progressão de complexidade, indo do simples ao mais complexo conforme o Quadro 11. Esses objetivos foram organizados na tabela bidimensional da taxonomia de Bloom, visto que segundo Ferraz e Belhot (2010), ajuda os professores e professoras no planejamento e escolha de estratégias adequadas.

Quadro 11 - Tabela bidimensional da taxonomia de Bloom preenchida com os objetivos educacionais específicos da sequência didática

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo / Factual	Objetivo 2					
	Objetivo 3	Objetivo 2	Objetivo 7	Objetivo 10		
	Objetivo 4	Objetivo 5				
	Objetivo 5					
	Objetivo 10					
Conceitual	Objetivo 3					
	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 7	Objetivo 8		
	Objetivo 5	Objetivo 6		Objetivo 10		
	Objetivo 6					
	Objetivo 10					
Procedural			Objetivo 7	Objetivo 8		
Metacognitivo				Objetivo 9	Objetivo 9	Objetivo 11

FONTE: Autoria própria baseada em FERRAZ; BELHOT, 2010.

4.3 ELABORAÇÃO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Conforme já mencionado, a elaboração dos objetivos foi feita em conjunto com as atividades e estratégias. Assim, a organização do processo educacional surgiu de maneira orgânica gerando um total de 8 etapas que estão destacadas no Quadro 12.

Quadro 12 - Organização das etapas da SD



FONTE: Autoria própria.

Na etapa 1, o professor e a professora terão a oportunidade de mapear os conhecimentos prévios dos alunos a partir de um questionário diagnóstico (página 36 do produto educacional e localizado no apêndice A desta dissertação), o qual contém perguntas referentes aos conteúdos científicos, tecnológicos e sociais. Nesta etapa esperamos alcançar o objetivo educacional específico 1, conforme o Quadro 13.

Quadro 13 - Objetivo educacional da etapa 1

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
<p data-bbox="325 483 740 517">Etapa 1 – Diagnóstico Inicial</p>	<p data-bbox="847 427 1431 607">Objetivo 1 - Verificar o conhecimento prévio dos alunos referente à temática mineração e ao conteúdo de ligações químicas, a partir de um questionário diagnóstico.</p>

FONTE: Autoria própria.

É possível que o professor ou professora já tenha uma noção dos subsunçores prévios dos alunos para iniciar o desenvolvimento de ligações químicas, visto que, na prática, são conteúdos os quais o docente já teria desenvolvido recentemente (pensando na cronologia dos currículos tradicionais). Entretanto, o questionário também permite que o professor tenha uma visão sobre alguns significados dos alunos sobre o próprio conteúdo de ligações químicas e sobre as atividades mineradoras.

A partir desta análise, o professor e professora podem preparar de maneira mais eficiente a intervenção das próximas etapas em sala de aula, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos, considerados a variável mais importante para uma aprendizagem significativa.

Na etapa 2, o objetivo pretendido é o objetivo 2, conforme o Quadro 14, e a estratégia escolhida foi o uso de uma nuvem de palavras, a partir do programa *Mentimeter*, que oportuniza ao docente iniciar as discussões a partir dos significados que os alunos expõem ao tema mineração. As respostas dos alunos a pergunta “quais são as três primeiras palavras que vem a sua mente quando pensa em mineração?” conferem um ótimo momento para um engajamento inicial dos alunos diante da SD.

Em seguida, as discussões sobre um caso conhecido pelos alunos (mesmo que superficialmente), como é a tragédia em Brumadinho, podem aproximá-los do interesse em entender, não apenas os problemas por trás das atividades mineradoras, mas tudo que está envolvido. Para Zabala (2015), conteúdos que geram alguma

relação afetiva com os alunos, seja por uma situação de conflito ou problema, ajudam a trazer significância a novos conteúdos.

Quadro 14 - Objetivo educacional da etapa 2

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
<p>Etapa 2 – <i>Discussão do tema sociocientífico: Desastre de Brumadinho</i></p>	<p>Objetivo 2 - <i>Descrever e discutir os principais aspectos das atividades de mineração, reconhecendo os agentes envolvidos e resumindo as etapas de extração e os impactos positivos e negativos relacionados as atividades.</i></p>

FONTE: Autoria própria.

Ao final da etapa 2 é proposta uma atividade de pesquisa e apresentação em grupo acerca de alguns dos principais minérios do Brasil, a partir dela, iniciarão as discussões no âmbito tecnológico. A determinação dos minérios para cada grupo será realizada na atividade do 4º momento da Etapa 2, descrita na página 18 do produto educacional. Essa atividade de determinação dos minérios é vista como um organizador prévio, por permitir que o docente aborde os conteúdos prévios relevantes que serão necessários para aprendizagem de ligações químicas. Para Moreira (2012), os organizadores prévios podem favorecer os subsunçores relevantes existentes e também estabelecer conexões entre as ideias já existentes e o material potencialmente significativo. No caso desta SD, o organizador prévio proposto conversa melhor com a primeira descrição de Moreira.

A proposta da realização de pesquisa em grupo possibilita a discussão interna entre os participantes e, após a apresentação, o intercâmbio e negociação de significados entre os próprios grupos, professores e o material didático. A construção de um mural online estimula a criatividade e organização dos alunos e, além disso, propicia ao professor ou professora a condução das discussões da pesquisa, na etapa 3, de maneira mais efetiva e direcionada, uma vez que as explicações e exemplos de aula podem ser guiados pelas informações colocadas pelos próprios alunos.

A etapa 3 pretende alcançar os objetivos 3, 4 e 5, conforme o Quadro 15. A ideia central deste momento é articular os conteúdos tecnológicos e sociais desenvolvendo um caminho para introduzir o conteúdo de ligações químicas. Para isso, a estratégia pensada é, a partir da apresentação e discussão do mural construído pelos alunos, questioná-los sobre como as substâncias estão ligadas, se um mesmo elemento sempre se liga da mesma forma mesmo compondo substâncias diferentes, e se a forma como os átomos se ligam interfere nas propriedades de um material. A criação dessa relação entre os conteúdos científicos e os tecnológicos e sociais é fundamental na percepção da relevância deste aprendizado pelo aluno.

Quadro 15 - Objetivos educacionais da etapa 3

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
<p>Etapa 3 – Mineração, tecnologia e ligações químicas</p>	<p>Objetivo 3 - <i>Relacionar a aplicação das substâncias químicas com suas propriedades e interação entre seus componentes, reconhecendo os tipos de ligações químicas existente entre eles.</i></p> <p>Objetivo 4 - <i>Relacionar os tipos de ligação interatômica as suas principais propriedades, reconhecendo as propriedades das ligações em uma atividade experimental demonstrativa.</i></p> <p>Objetivo 5 - <i>Reconhecer alguns dos principais minérios no cenário brasileiro, comparando os processos de extração e beneficiamento, os impactos econômicos e ambientais e a aplicabilidade.</i></p>

FONTE: Autoria própria.

Uma vez criada a necessidade do estudo do conteúdo de ligações, a forma de apresentação deste conteúdo é a partir de um experimento demonstrativo descrito na página 40 do produto educacional. Segundo Guimarães (2009), a experimentação é uma estratégia eficiente na formulação de problemas que permitam a

contextualização e o estímulo de questionamentos. Sendo assim, espera-se que a investigação acerca das propriedades elétricas de certos materiais promova o surgimento de questionamentos que serão respondidos através do estudo dos modelos de ligações químicas.

O desenvolvimento do conteúdo foi pensado para que ligações químicas fossem apresentadas inicialmente de maneira mais geral, trabalhando seus conceitos, características e diferenças. A ideia é seguir os conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Na medida em que as discussões sobre ligações químicas forem aparecendo na atividade experimental, o professor e professora devem introduzir esses conceitos de forma geral, diferenciando-os, mas sem aprofundar suas especificidades. Para Moreira (2012), apresentar uma visão do todo e, a partir dela, ir diferenciando progressivamente, é a estratégia mais indicada para favorecer do ponto de vista cognitivo, a aprendizagem.

A etapa 4 é explicitamente voltada para discussão e aprofundamento do conteúdo científico, estando relacionada aos objetivos 3, 6, 7 e 8, conforme o Quadro 16. Para esse momento, a estratégia de aulas expositivas dialogadas foi a escolhida. Devemos tomar cuidado para não atribuir a estratégia de aulas expositivas a uma passividade dos alunos. Segundo Ausubel (2003), uma aprendizagem por recepção é um processo ativo. Desta forma, uma aula expositiva que favoreça o diálogo, as discussões e trocas de significados, além de manter o aluno ativo no processo, favorece a aprendizagem significativa.

Quadro 16 - Objetivos educacionais da etapa 4

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
<p>Etapa 4 – Ligações Químicas</p>	<p>Objetivo 3 - <i>Relacionar a aplicação das substâncias químicas com suas propriedades e interação entre seus componentes, reconhecendo os tipos de ligações químicas existente entre eles.</i></p> <p>Objetivo 6 - <i>Identificar e descrever os três diferentes tipos de ligações interatômicas, reconhecendo, comparando e explicando-as nas substâncias apresentadas nos exercícios e nas discussões sobre mineração.</i></p> <p>Objetivo 7 - <i>Aplicar os modelos referentes a cada uma das ligações interatômicas, executando-os em compostos nos exercícios propostos.</i></p> <p>Objetivo 8 - <i>Analisar as propriedades das substâncias, diferenciando-as e atribuindo essas propriedades ao tipo de ligação de um composto.</i></p>

FONTE: Autoria própria.

Para Ausubel (2003), as aulas expositivas exigem o reconhecimento dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Nesse sentido é sugerido na SD, que as aulas expositivas sejam dialogadas, de modo que o professor e professora estimulem os alunos com questionamentos e comparações à medida em que os diferentes modelos vão sendo aprofundados.

É de suma importância que esses conceitos estejam sendo consolidados na estrutura cognitiva dos alunos e, para reforçar isso, os discentes podem revisitar os conteúdos ao longo do processo, com discussões e exercícios. Na elaboração da SD optou-se por sugerir que parte dos exercícios fossem realizados a partir do aplicativo *Socrative*, que permite o docente acompanhar o desempenho dos alunos

individualmente, facilitando a identificação de possíveis lacunas na aprendizagem, assim como possíveis formas de intervenção.

A etapa 5 é a aplicação de um estudo de caso (página 46 do produto educacional) e está atribuída ao objetivo 9, conforme o Quadro 17. A intenção é estimular os alunos a aplicarem os conteúdos de ligações químicas relacionado à tecnologia e aos impactos das atividades mineradoras e, além disso, estimular a análise crítica, capacidade de pesquisa, trabalho em grupo e a formação cidadã. O estudo de caso é uma das estratégias sugeridas, segundo autores como Aikenhead (1994a), Mortimer e Santos (2000), para um ensino CTS, visto que, estimulam a capacidade nas tomadas de decisão. Sugerimos que a resolução do estudo de caso fosse feita em grupos, assim como a pesquisa e construção do mural online na etapa 2. As atividades em grupos potencializam a troca de significados (MOREIRA, 2012).

Quadro 17 - Objetivo educacional da etapa 5

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
<p>Etapa 5 – Estudo de caso</p>	<p>Objetivo 9 - Analisar e julgar um cenário de instalação de uma atividade mineradora, organizando e criticando os possíveis impactos da atividade a partir de um estudo de caso.</p>

FONTE: Autoria própria.

O estudo de caso sugerido foi desenvolvido durante a elaboração da SD, e se encontra no apêndice B deste trabalho. A história conta a chegada de uma mineradora em uma cidade que passa por alguns problemas econômicos e de infraestrutura. Antes da concessão do licenciamento permitindo a realização das atividades, os moradores (os alunos) são convocados para uma audiência pública onde precisarão se posicionar sobre a instalação da mineradora na região.

O caso permite uma discussão ampla dos impactos ambientais, sociais e econômicos que a instalação de atividades mineradoras em uma região pode gerar.

Além disso, estimula o uso de conhecimentos relacionados a ligações químicas e tecnologia de minerais.

A etapa 6 foi desenvolvida na sequência para favorecer a consolidação e retomada das discussões acerca dos conteúdos tecnológicos e sociais, estando relacionada ao objetivo 10, conforme o Quadro 18. O debate sobre as formas de minimização dos impactos da mineração e dos agentes envolvidos na atividade é usado para estimular a reflexão do nosso consumo na sociedade. São sugeridas algumas perguntas para guiar as discussões e manter a dialogicidade no processo e a leitura de um artigo eletrônico direcionado a mineração urbana.

Quadro 18 - Objetivo educacional da etapa 6

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
Etapa 6 – Minimizando os impactos	Objetivo 10 - <i>Discutir e questionar o que pode ser feito para minimizar os impactos da mineração, resumindo as etapas de instalação de uma mineradora e diferenciando as responsabilidades entre os agentes envolvidos.</i>

FONTE: Autoria própria.

Ausubel propõem que o aluno precisa se deparar com situações novas, que estimulem a máxima transformação dos significados adquiridos (MOREIRA, 2012). A etapa 7 foi proposta a partir desta ideia e está relacionada ao objetivo 11, conforme o Quadro 19. Esse momento é composto por uma atividade que será realizada de forma assíncrona. A atividade propõe (página 60 do produto educacional) que, individualmente, os alunos, a partir da leitura de dois artigos eletrônicos sobre mineração espacial, elaborem um texto argumentativo se posicionando acerca dessa possibilidade. A leitura dos artigos e pesquisa para realização da atividade estimulará os alunos a usufruírem de suas capacidades analítica, de criticidade e reflexão, e, a partir da habilidade de escrita, argumentem sobre seu posicionamento.

Quadro 19 - Objetivo educacional da etapa 7

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
Etapa 7 – Mineração das galáxias	Objetivo 11 - <i>Elaborar argumentos, com fundamentos científicos, que validem seu posicionamento em relação a possibilidade da mineração espacial, produzindo um texto argumentativo a partir da leitura de jornais e interpretação de gráficos.</i>

FONTE: Autoria própria.

A última etapa da sequência, a etapa 8, é a finalização e está associada ao objetivo 12, conforme o Quadro 20. A avaliação realizada pelo professor e professora deve ser formativa, isto é, ao longo de todo processo. Durante a sequência didática, as diversas estratégias e situações de ensino que estimulam a dialogicidade, oportunizam o docente a fazer esse tipo de avaliação. Portanto, o professor e professora devem avaliar a participação dos alunos através dos exercícios, das discussões das aulas, dos trabalhos, das pesquisas e das apresentações. Nada impede que seja feita uma avaliação somativa no final, desde que ela esteja integrada ao processo.

Quadro 20 - Objetivo educacional da etapa 8

ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	OBJETIVOS EDUCACIONAIS
Etapa 8 – Finalização	Objetivo 12 - <i>Avaliar o processo educacional</i>

FONTE: Autoria própria.

A sequência didática foi elaborada usando uma grande diversidade de estratégias, importante para manter a dinamicidade do processo (ACEVEDO, 1996) e para almejar um sucesso pedagógico, visto que alunos diferentes aprendem de

formas diferentes. Assim, propus trabalhos de pesquisa em grupo, aulas dialogadas, estudo de caso e desenvolvimento de texto argumentativo como estratégias que estimulem a negociação de significados entre os alunos e professores, o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, de resolução de problemas e o conflito de ideias.

4.4 VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Após ser elaborada, a sequência didática (SD) passou por dois processos distintos para ser validada: uma validação interna e, posteriormente, uma validação externa. Para os dois processos de validação foram utilizados os referenciais de Zabala (2015), nos quais ele propõe perguntas a serem feitas em torno de uma SD com intuito de reforçar sua validade e de expor a importância e/ou a necessidade de certas atividades (Quadro 6). A partir desses critérios, realizei a validação interna que ocorreu ao longo do próprio processo de elaboração da SD, isto é, as estratégias e atividades propostas na SD foram pensadas de forma que obedecessem aos critérios de Zabala. A SD se enquadra dentro desses critérios.

Para a validação externa, elaboramos e distribuimos um formulário (apêndice C) que foi preenchido por professores e professoras de química após a leitura do produto educacional desenvolvido. Este formulário é composto por perguntas destinadas a obtenção do perfil dos participantes, uma pergunta aberta e 8 afirmativas sobre a estrutura e organização da SD, as quais os participantes deveriam expor seu grau de concordância com elas através da escala Likert.

As 8 afirmativas construídas também tiveram como referência os critérios de Zabala (2015) para validação de uma SD, ou seja, cada afirmativa foi baseada em cada um desses critérios. Os participantes deveriam ler a afirmativa e demonstrar seu grau de concordância marcando uma opção de 1 a 5 seguindo o seguinte critério: 1- discordo totalmente; 2- discordo parcialmente; 3- neutro; 4- concordo parcialmente; 5- concordo totalmente. Foi estabelecido o parâmetro de que a SD deveria apresentar ao menos 50% de concordância em todas as afirmativas do questionário para ser considerada validada.

Por fim, os participantes foram perguntados se aplicariam ou não a SD analisada por eles. Uma pergunta aberta foi disponibilizada para que os professores e professoras pudessem justificar a resposta e apresentar suas críticas, sugestões e impressões acerca do material didático.

A SD e o formulário foram divulgados em grupos de professores de química em plataformas digitais e ficaram disponibilizados por 3 semanas para leitura e preenchimento dos participantes. Passados este período, foram obtidas um total de 6 respostas. Sobre o perfil dos professores e professoras temos que 50% dos

participantes (3 participantes) são professores formados há menos de 5 anos, 16,7% (1) estão formados entre 10 e 15 anos, e 33,3% (1) têm mais de 15 anos de formação.

Em relação ao tempo em que esses professores e professoras lecionam aulas de química, 50% (3) dos participantes lecionam entre 5 e 10 anos, 33,3% (2) lecionam entre 10 e 15 anos e 16,7% (1) lecionam há mais de 15 anos. A análise dessas respostas mostra que parte desses professores começaram a atuar antes de concluírem a licenciatura. E em relação à experiência em atuação em sala de aula dos professores e professoras participantes, 50% têm experiência apenas na rede privada, enquanto os outros 50% têm experiência tanto na rede privada quanto na rede pública.

Apesar do número de devolutivas ter sido baixo, apenas 6, podemos observar que temos um perfil variado de participantes. Por conta do baixo quórum, vamos evitar ao máximo traçar relações sobre um tipo de perfil com as respostas apresentadas pelos professores e professoras.

As respostas acerca das 8 afirmativas, levaram à elaboração do Quadro 21, representado abaixo.

Quadro 21 - Resultados da validação externa da SD

AFIRMATIVAS FEITAS SOBRE A SD	AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES
As etapas 1 e 2 da sequência didática permitem ao professor a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre ligações químicas e mineração.	100% (6 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática está estruturada de forma que os conceitos de ligação química não são apresentados antes da necessidade da discussão dos mesmos. Assim, o conteúdo se apresenta de forma que faça sentido aos alunos.	50% (3 participantes) concordam totalmente 50% (3 participantes) discordam parcialmente
A sequência didática apresenta atividades que propiciam o diálogo entre professor/alunos e entre alunos/alunos.	

Desta forma, é possível o professor acompanhar o processo de desenvolvimento e as dificuldades dos alunos.	83% (5 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática apresenta momentos que permitem ao professor identificar o que os alunos pensam, suas dúvidas e interpretações sobre o conteúdo.	83% (5 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática possui atividades que provocam conflito cognitivo e estimulam a tomada de decisão.	100% (6 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática possui atividades que são motivadoras a aprendizagem de novos conceitos. Essas atividades (Etapas 2 e 3) criam condições para que os alunos elaborem questionamentos que desejam resolver, mantendo-os motivados ao longo de toda sequência.	100% (6 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática permite ao aluno sentir que está aprendendo e que seu esforço está valendo a pena, a partir as atividades dialogadas (Etapas 2, 3 e 4), que promovem a troca professor/aluno, e das atividades em grupo (Etapas 2 e 5).	83% (5 participantes) concordam em algum grau*
A sequência didática possui atividades que estimulam os alunos a serem mais autônomos em suas aprendizagens.	83% (5 participantes) concordam em algum grau*

FONTE: Autoria própria.

*concordam em algum grau – indica que existiu participantes que concordaram parcialmente e outros que concordaram totalmente.

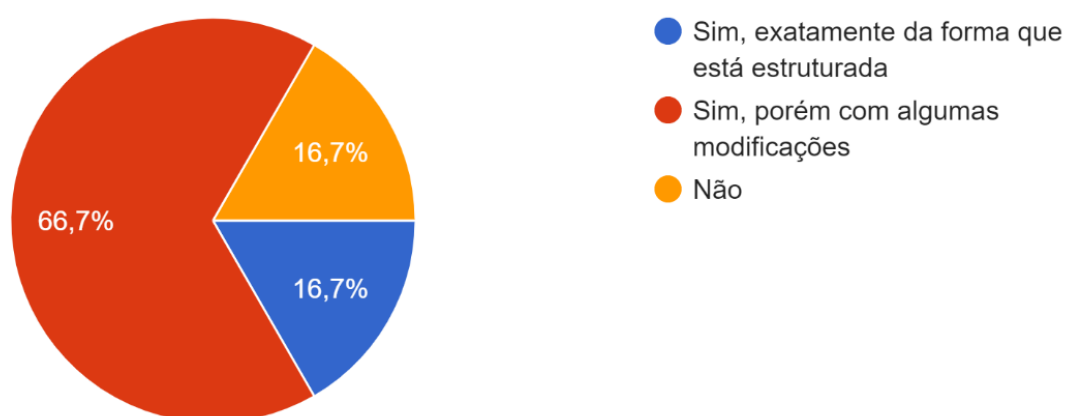
De acordo com o Quadro 21 e com o parâmetro estabelecido por nós, chegamos à conclusão de que todos os critérios de Zabala (2015) estão sendo atendidos na sequência, visto que esses critérios apresentam pelo menos 50% de algum grau de concordância, isto é, alguns concordam totalmente enquanto outros

parcialmente. No total, 7 dos 8 critérios apresentam ao menos 83% em algum grau de concordância enquanto apenas o critério II (Quadro 6), que diz respeito aos conteúdos estarem sendo apresentados de forma significativa e funcional, apresenta uma certa divergência entre os professores e professoras. Neste caso, 50% dos participantes concordam totalmente enquanto os outros 50% discordam parcialmente.

De acordo com a análise geral dessas respostas, entendemos que a SD obteve uma validação externa em relação aos parâmetros estabelecidos.

Ao serem perguntados sobre a possibilidade de aplicação desta SD em turmas de 1º ano do ensino médio, a maioria dos professores e professoras respondeu que aplicaria a SD, porém com algumas modificações, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resposta dos professores sobre o uso da SD



FONTE: Google forms.

Através da pergunta aberta, ao final do questionário, os professores e professoras puderam justificar sua resposta quanto à aplicação da SD e colocar suas impressões, críticas e sugestões de modificações na SD. Para análise das respostas abertas, os professores foram identificados como P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

Segundo P1, a SD *“estimula o protagonismo dos educandos, levando-os a fundamentar suas decisões de forma crítica, consciente e responsavelmente”*. A percepção de P1 sobre a SD está alinhada com alguns dos princípios usados para a

elaboração do material, relacionados à educação CTS. Atividades que estimulam a tomada de decisão e pensamento crítico estão presentes em vários momentos da SD.

De acordo com a percepção do P2, a SD é “*longa e cansativa*”. Sobre esta impressão, concordo que esta SD tem uma duração de aulas um pouco maior do que a maioria dos professores (me incluindo) tem como referência para o ensino de ligações químicas. Entretanto, isso ocorre porque o comparativo é feito a partir do nosso currículo tradicional, em que tendemos a desenvolver o conteúdo de forma isolada e não integrada, almejando o aprendizado apenas de conteúdos científicos. Enquanto que nesta proposta de SD, os alunos poderiam rever e expandir seus conhecimentos num contexto mais amplo e integrado a um contexto sociocientífico.

O participante P3 também demonstrou certa preocupação em relação a duração do processo educativo. Para P3:

“Não mudaria nada na organização das etapas e na forma como elas são trabalhadas, porém, minha única dúvida diz respeito à aplicabilidade dessa sequência didática na rede privada, dado o grande número de aulas necessárias para a realização de todas as etapas. Acredito que algumas etapas podem ser condensadas, otimizando o tempo de trabalho e criando um ambiente mais favorável à aceitação da SD por parte dos colégios.”

P3 acredita que o número de aulas necessárias para aplicação da SD pode ser um obstáculo para o professor da rede privada. Concordo que, quando comparado a abordagem tradicional deste conteúdo, a SD é mais duradoura e isso pode ser um problema, porém, não apenas para escolas da rede privada, mas para as da rede pública também. Esse questionamento surgiu durante o desenvolvimento da SD e foi o que motivou a presença das atividades assíncronas em alguns momentos da sequência.

Entretanto, quando comparamos um ensino tradicional de ligações químicas ao que estamos propondo na SD, talvez não seja a comparação mais justa, principalmente porque os objetivos desejados são diferentes. No ensino tradicional o principal objetivo é a compreensão dos conteúdos de ligações químicas, enquanto na proposta da SD almejamos, além do aprendizado destes conteúdos científicos, contribuir para uma reflexão crítica sobre as atividades de mineração e das implicações tecnológicas e sociais decorrentes desta atividade.

P2 fez uma crítica a escolha do tema mineração para o estudo de ligações químicas, que evidencia, na verdade, a potencialidade do tema. P2 entende que *“é amplo demais para ter a ligação química como meta [...] quase todo o conteúdo de química geral e inorgânica poderia ser estudado tendo a mineração como base”*. No entanto, entendemos que por ser amplo, tem um grande potencial para que conteúdos de Química, Física, Biologia, Geografia e História possam ser trabalhados e por isso o tema é tão relevante. Dentro da própria química o universo de conteúdos passíveis de serem abordados é extenso, e ter que “deixar de lado” essa oferta de conteúdos pra focar e desenvolver o conteúdo de ligações químicas pode trazer esse incômodo ao docente.

Mas a condução da SD para as discussões sobre ligações químicas precisa ser feita se pensarmos na aplicação deste material no nosso atual sistema de ensino, que trabalha com os conteúdos de forma isolada. Neste caso, o conteúdo de ligações foi escolhido e desenvolvemos a SD de forma que as discussões sobre mineração fossem direcionadas para o estudo deste conteúdo. Pensando nas categorias descritas por Luján Lopez (1996, apud SANTOS, 2012), expostas no Quadro IV, esta SD estaria na categoria “ciência vista por meio CTS”.

A título de comparação, caso a SD fosse pensada de acordo com a categoria “programa CTS puro” de Luján Lopez (SANTOS, 2012), o foco das discussões estaria em torno das questões CTS relacionadas a mineração e, a partir disso, os conteúdos de ciências apareceriam auxiliando as discussões. Assim, direcionaríamos o conteúdo apenas a ligações químicas, os conteúdos se manifestariam de acordo com a necessidade e seriam trabalhados de forma integrada.

Alguns dos professores e professoras fizeram sugestões para a SD. De acordo com P5 *“Minhas humildes sugestões, eu aplicando, seriam trocar algumas perguntas do apêndice A e talvez para aumentar mais ainda a participação dos alunos montar um quiz no kahoot”*. O “apêndice A” mencionado por P5 é referente ao produto educacional, na etapa que trata do questionário diagnóstico. Infelizmente, não foram apontadas quais as perguntas incomodaram P5 nem foram feitas sugestões para novas perguntas, portanto, resolvi não alterar o formato do questionário.

Foi relatado por P6 uma preocupação em relação aos formulários serem preenchidos em momentos assíncronos. P6 *“repensaria a resposta por formulários de*

modo assíncrono por receio da baixa participação dos estudantes”. Entendo essa preocupação, mas o preenchimento desses formulários em sala de aula acarretará a necessidade de mais aulas para a SD. O número de aulas já foi apontado por P3 como um possível obstáculo, com o qual concordo parcialmente, e foi exatamente por este motivo que optei por esses momentos serem assíncronos. O papel do professor é fundamental para conscientizar os alunos sobre a importância da realização das atividades.

Outra sugestão feita por P6 foi trocar *“as leituras por vídeos ou podcasts sobre o tema, para promover uma aproximação com a linguagem utilizada pelos estudantes”*. Gostei bastante dessa sugestão, essa aproximação da linguagem pode aumentar o engajamento dos alunos no processo educativo e, além disso, melhorar a interação de significados entre os alunos e o material didático. Essas mudanças nos recursos didáticos podem, e devem, ser feitas pelos professores e professoras quando julgarem pertinentes. Na construção desta SD optei por introduzir leituras para os alunos pensando no desenvolvimento desta habilidade durante o processo educativo.

No geral, os professores e professoras que responderam que poderiam aplicar a SD, mas com algumas modificações, não propuseram mudanças na estrutura e organização da sequência. Mudanças nas perguntas do questionário diagnóstico e a escolha de outros recursos didáticos podem ser feitas pelos professores de acordo com suas necessidades. As abordagens da SD foram sugeridas, mas o professor e professora que vier aplicar o material tem a total liberdade de fazer as alterações que julgar pertinente.

Após a análise das respostas dos professores e professoras, entendemos que a SD obteve uma validação externa, visto que estão dentro dos critérios de Zabala (2015). Além disso, as sugestões oferecidas não foram em torno da estrutura e organização da SD. As atividades e estratégias estão de acordo com os objetivos pretendidos e, portanto, optei por não alterar a SD após a análise dos professores e professoras. Acreditamos que este material pode alcançar os objetivos a que se propõe.

A pandemia do Covid-19 mudou o mundo em diferentes aspectos, dentre eles a educação. Professores e professoras precisaram se reinventar neste período para tentar proporcionar o melhor ensino possível diante das dificuldades e limitações.

O produto educacional produzido foi pensado durante este cenário e para além dele, portando ele poderia ser aplicado tanto em aulas *online* quanto em aulas presenciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi motivado pelo meu desconforto como professor provocado pelo enorme desinteresse dos alunos no aprendizado dos conteúdos de química e pela forma na qual esses conteúdos são abordados nas escolas. A partir disso, surgiu a ideia de desenvolver um material didático que fosse apresentado de maneira contextualizada e pudesse ser relevante e significativo no aprendizado dos alunos. Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho foi de propor, discutir e validar uma SD potencialmente significativa com enfoque CTS para o Ensino de Ligações Químicas a partir do tema mineração.

Como fruto deste trabalho, foi desenvolvido o produto educacional intitulado “Proposta para o ensino de ligações químicas a partir do tema mineração”, que tem como elemento central uma sequência didática (SD) elaborada a partir dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa e da educação CTS. A SD passou por uma validação interna e externa, e foi concluído que ela está de acordo com os critérios estabelecidos por Zabala (2015).

Pela validação externa, as sugestões promovidas pelos professores e professoras não foram modificações estruturais, de metodologia ou de estratégias, foram modificações específicas em perguntas de questionários e recursos didáticos. Essas mudanças são totalmente válidas, mas não são alterações que pedem uma reformulação da SD, a sequência pode ser adaptada para abarcar as necessidades que o professor ou professora terão no momento em que forem aplicar o produto educacional.

Para aplicação da SD é necessário um número de aulas maior do que normalmente os professores e professoras estão acostumados a destinar para o ensino de ligações químicas, e isso pode ser um obstáculo para utilização do material, dependendo do contexto de aplicação. A redução no tempo destinado a determinadas etapas pode vir a ocorrer a partir das observações feitas após aplicação da SD.

De acordo com as discussões e com as observações feitas pelos professores e professoras, a proposta de ensino desenvolvida com este trabalho, a partir do tema mineração, se mostrou potencialmente capaz de proporcionar uma AS dos conteúdos de ligação química. Entendemos que, teoricamente, a SD produzida é capaz de atingir os objetivos propostos, contudo é importante que, num futuro próximo, possamos aplica-la para corroborar ou contrastar com as conclusões e discussões feitas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, José Antonio. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Biblioteca Digital da OEI, 1996.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Anuário Mineral Brasileiro. Principais Substâncias Metálicas 2020. Brasília, v. 148, p. 148–162, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Informe Mineral 2º Semestre 2019. Julho-Dezembro de 2019, Brasília-DF, p. 1–27, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Report Semanal Barragens de Mineração. 2021.

AIKENHEAD, Glen S. Consequences to learning science through STS: A research perspective. STS education: International perspectives on reform. New York, USA: Teachers College Press, 1994a. p. 169–186. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts16.htm>.

AIKENHEAD, Glen S. What is STS science teaching? STS education: International perspectives on reform. New York, USA: Teachers College Press, 1994b. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts05.htm>.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, v. 2, n. 1, p. 67–84, 2009.

AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BOUZON, Júlia. D.; BRANDÃO, Juliana. B.; SANTOS, Taís. C.; CHRISPINO, Álvaro. O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 214–225, 2018.

BRAATHEN, Per Christian. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. Revista eixo, v. 1, n. 1, p. 63–69, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRUM, Wanderley P; SCHUMACHER, Elcio. Aprendizagem de conceitos de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa usando uma sequência didática. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 1, p. 127–156, 2014.

BYBEE, Rodger W. Science Education and the Science-Technology-Society (STS) Theme. Science education, v. 71, n. 5, p. 667–683, 1987.

CALLISTER, William. Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução. Grupo Gen-LTC, 2000.

CHASSOT, Attico Inácio. Nossos Três Interrogantes Capitais. Catalisando

Transformações na Educação. 3. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 1995. p. 37–55.

CORRÊA, Sara Raquel Ramos; DE FARIAS, Robson F; BEZERRA, Cicero Wellington Brito. Taxonomia de Bloom Revisada: fundamentação e aplicação na análise de algumas questões de Química. *Academia Roraimense de Ciências*, v. 16, n. 1–2, p. 13–21, 2021.

CUNHA, Marcia Borin da. O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. *Varia Scientia*, v. 6, n. 12, p. 121–134, 2006.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. Pesquisas em Periódicos Nacionais e Internacionais Sobre o Ensino-Aprendizagem de Ligação Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 153–171, 2012.

FERNANDEZ, Carmen; MARCONDES, Maria Eunice R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*, v. 24, n. 2, p. 20–24, 2006.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, v. 17, p. 421–431, 2010.

FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. *Revista triângulo*, v. 11, n. 1, p. 151–162, 2018.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. 60. ed. Rio de Janeiro / São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas São Paulo, 2002. v. 4.

GIL, António Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ª. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8,

p. 1–12, 2011.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química nova na escola*, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.

IBRAM. Setor Mineral 1º Semestre 2021. 2021a.

IBRAM. Setor mineral 2020. 2021b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). A indústria da Mineração. Para o Desenvolvimento do Brasil e a Promoção da Qualidade de Vida do Brasileiro. p. 71, 2014.

JAESCHKE, Guilherme Pez; ESSWEIN, Luciane; PASSOS, Camila Greff; SALGADO, Tania Denise Miskinis; PAZINATO, Maurícus Selvero. Possibilidades para o ensino de Ligações Químicas no Ensino Médio a partir de duas realidades distintas. Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (38.; 2018 out. 18-19, Canoas, RS). Anais. Canoas, RS: Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), 2018.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

JOHNSTONE, Alex H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, v. 7, n. 2, p. 75–83, 1991.

LEAL, Cristianni A; ROÇAS, Giselle. Brincando em sala de aula: uso de jogos cooperativos no ensino de ciências. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências–PROPEC, 2013.

LIMA, José Ossian Gadelha de. O Ensino da Química na Escola Básica: o que se tem na prática, o que se quer em teoria. *Revista ENCITEC*, v. 6, n. 2, p. 23–38, 2016.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. *Revista espaço acadêmico*, v. 12, n. 136, p. 95–101, 2012.

MAHAN, Bruce M. Química: um curso universitário. 2ª. Editora Blucher, 1976.

MAIA, Maiana; MALERBA, Juliana. A mineração vem aí ... E agora ? Um guia prático em defesa dos territórios. Rio de Janeiro, 2019.

MILANEZ, Bruno. Impactos Complexos E Simplificação. Mineração, ambiente e sociedade: Impactos complexos e simplificação da legislação, ed. 16, p. 93–101, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Editora Moraes, 1985.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 3, p. 25–46, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MORESI, Eduardo. Metodologia da pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, n. 24, p. 5, 2003.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física". Ciência & Educação (Bauru), v. 20, p. 617–638, 2014.

PALACIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González; BAZZO, Walter. Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad). Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005.

PAZINATO, Maurícius Selvero. Ligações Químicas: Investigação da construção do conhecimento no ensino médio, 2016.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, M de L; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. XVIII Encontro Nacional de ensino de Química, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. Amazônia: Revista de educação em ciências e matemáticas, v. 9, n. 17, p. 49–62, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de

pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 1–23, 2000.

SANTOS, Vanessa W.; AIRES, Joanez A. A abordagem CTS em livros didáticos de química: uma análise do conteúdo pilhas. XVIII Encontro Nacional de ensino de Química, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0587-1.pdf>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza; SILVA, Roberto Ribeiro da ; CASTRO, Eliane Nilvana F; SOUZA SILVA, Gentil; MATSUNAGA, Roseli Takako; OLIVEIRA SANTOS, Sandra Maria; DIB, Siland Meiry França. Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. *Educación química*, , p. 20–28, 2009.

SILVA, Airton Marques da. Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. *Rev. Quim. Ind*, v. 711, n. 7, 2011. Disponível em: <https://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-pagina7-Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf>.

SILVA, Erivanildo L. Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. 144 f. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Química e Biociências e Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf.

SILVA, Marina Lima da; ANDRADE, Márcia Cristiane Kravetz. Os impactos ambientais da atividade mineradora. *Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 11, n. 6, 2017.

SILVA, Samyr Pessoa da; CAMPOS, Angela Fernandes. O ensino de ligação química por meio de situação-problema com estudantes do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 32–41, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID525/v13_n5_a2018.pdf.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. *A pesquisa científica*, 2009.

STRIEDER, R. B.; SILVA, K. M. S.; FERNANDES SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L.

P. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? ACTIO: Docência em Ciências, v. 1, n. 1, p. 87–107, 2016.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Ciências & cognição, v. 13, n. 1, 2008.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Penso Editora, 2015.

7) Quais as Ligações Químicas podem ocorrer entre os Átomos? (Caso não lembre ou não saiba responder deixe em branco!)

8) Relacione as substâncias abaixo com os seus respectivos tipos de ligação química.

- | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| (1) Ligação Iônica | () Cloreto de Sódio (NaCl) | () Água (H ₂ O) |
| (2) Ligação Covalente | () Gás Carbônico (CO ₂) | () Ferro metálico (Fe) |
| (3) Ligação Metálica | () Gás Oxigênio (O ₂) | |

9) Para você, o que é Mineração?

10) Você acredita que a prática da mineração tem alguma relação com seu dia a dia? Caso sim, como?

11) Selecione quais opções abaixo você acredita que tenha relação com a atividade de Mineração.

- | | | | |
|------------------|--------------|----------------|------------|
| () Computador | () Celular | () Automóveis | () Roupas |
| () Medicamentos | () Estradas | () Indústrias | |

12) Pra você, a prática da Mineração gera algum tipo de impacto? Caso sim, quais?

APÊNDICE B – ESTUDO DE CASO (ETAPA 5)

A cidade de Tapares tem sua economia local basicamente advinda do ecoturismo e de uma fábrica que há 15 anos fornece latinhas para produtores de refrigerante local. O ecoturismo sustentável é o grande atrativo da cidade e vem aumentando ao longo dos anos, principalmente pelas belas cachoeiras da região. Porém, nem sempre foi assim. Há alguns anos atrás a fábrica de latinhas era o forte da economia da cidade, mas de uns tempos pra cá tem passado por problemas econômicos devido ao aumento do preço de sua principal matéria prima cujo fornecedor é de outro Estado.

Surgiu nos últimos meses uma descoberta que pode mudar os rumos da cidade, a existência de uma jazida de Bauxita na região. A mineradora Mineral Braz interessada na exploração e no beneficiamento do minério já deu entrada nos trâmites legais para a concessão da exploração da região e segundo eles “reavivar a economia da região”. O presidente da mineradora afirma: “nós vamos além de realizar a extração, pretendemos instalar toda uma cadeia produtiva que certamente impulsionará até mesmo antigas atividades na região que nos últimos anos não têm estado tão boas”

Para a continuidade do projeto de exploração na região o prefeito abriu uma audiência pública para ouvir e discutir o projeto junto aos moradores da cidade. Na última reunião entre moradores e líderes locais, não houve um consenso na avaliação da vinda na mineradora, e por isso um grupo de moradores criou um grupo de conversa numa rede social para discutir os principais pontos, tirarem suas dúvidas e se posicionarem antes da audiência ser realizada.

- Seu Antônio: Nossa cidade precisa se modernizar mais, a gente precisa de mais estrutura. A vinda da mineradora pode salvar nossa cidade, inclusive ajudar a quase falida fábrica de latinhas!

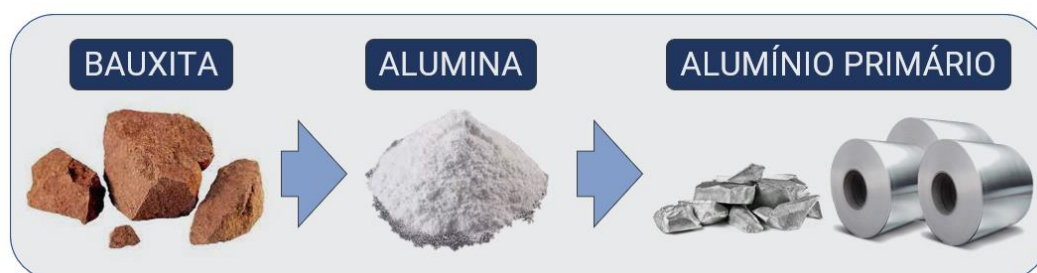
- José: Será mesmo Antônio, mas como?

- Seu Antônio: Ih, não sei explicar ao certo, mas sabe aquelas bobinas de alumínio que a gente vê chegando na fábrica de latinhas? Acho que tem relação com isso.

- Seu Antônio: Olha só

- José: hmmm, será, Antônio? Não consigo entender como aquela terra toda que chamam de bauxita viram essas bobinas não... E outra, não é possível que as latinhas sejam feitas desse troço, as latinhas parecem tão frágeis...

- Seu Antônio: Acho que tudo tem alumínio, José. Agora, como tudo isso consegue ser diferente eu já não sei. Olha a foto que recebi de um amigo.



- José: Rapaz.. é desse pó branco aí que é feito o alumínio? Eu estou é mais confuso kkkk

- Dona Maria: Não sei meus amigos, mas tenho receio. O que vai acontecer com nossas áreas verdes? Não sei como, mas certamente isso vai mudar toda nossa região. Pelo que fiquei sabendo a Mineral Braz quer se instalar na área perto do Rio Dornellas.

- José: Eu também vi isso, Dona Maria. Meu primo recebeu uma proposta da mineradora pra vender a pousada dele que fica nessa área. É um ótimo dinheiro!

- Seu Antônio: Não se preocupem! Tudo isso é pro nosso progresso!

- Dona Maria: Não é bem assim, Antônio! A gente nem sabe se vai ter barragem, o que vai ter nessa barragem, quais os riscos... não sei não... temos que analisar e discutir todos os impactos possíveis que a vinda da Mineral Braz pode causar!

- Dona Maria: Vou mandar aqui uma reportagem de uma notícia do ano passado de uma barragem mal cuidada dessa mineradora!

- Dona Maria: [JORNAL VERDE – Mineral Braz provocou a contaminação de chumbo e cádmio na população \(CLIQUE AQUI\)](#)

- José: Ah, eu já vi essa fake News aí, a mineradora explora Bauxita e me aparece chumbo e cádmio no solo e nas águas, não tem nada a ver isso.

- Dona Maria: José, você leu a matéria toda? ou só leu o título?

- José: Não li a matéria não... não confio nesse portal de notícias que você colocou aqui!

- Seu Antônio: kkkkkk, para com isso, José, leia tudo! Mas Dona Maria, acho que foi um problema isolado, não é algo que me preocupa. O que fico mais intrigado mesmo é em relação a reestruturação das áreas mineradas quando um dia a mineradora for embora.

- Dona Maria: Não sei ao certo, vamos esperar o grupo de estudantes que está no grupo se manifestar pra chegarmos em um consenso!

Vocês são o grupo de estudantes que estão no grupo junto com Seu Antônio, José e Dona Maria e devem ajuda-los tirando as dúvidas que surgiram no grupo e avaliando os aspectos relacionados a vinda da Mineradora Mineral Braz. Após a avaliação, discutam e se posicionem a favor ou contra a vinda da mineradora montando uma apresentação com argumentos técnico-científicos que servirá para indicar a decisão de vocês na audiência pública que será realizada na próxima semana.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE QUÍMICA

SEÇÃO 1: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Olá professores e professoras, agradeço desde já a disponibilidade de seu tempo para contribuir na minha pesquisa de Mestrado pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN) pela UFF. No projeto, desenvolvi uma sequência didática intitulada “Proposta para o ensino de ligações químicas a partir do tema mineração” e como um material feito para professores, nada melhor do que uma validação deste material por vocês.

Antes de começar a preencher o questionário é fundamental que você tenha lido a Sequência Didática disponibilizada junto a este formulário. Por isso, indico que planeje um tempo para leitura do material para posteriormente responder o formulário.

Link de acesso a sequência didática: https://drive.google.com/file/d/1taso-nwPVOXF_Y0e-qF8YjRyCz6y9_IR/view?usp=sharing

SEÇÃO 2: PERFIL DO PROFESSOR

1) Selecione as opções que estão de acordo com o seu perfil

Estou formado:

- () há menos de 5 anos
- () entre 5 e 10 anos
- () entre 10 e 15 anos
- () há mais de 15 anos

Leciono aulas de química:

- () há menos de 5 anos
- () entre 5 e 10 anos
- () entre 10 e 15 anos

há mais de 15 anos

Tenho experiência:

nunca lecionei

na rede pública

na rede privada

na rede pública e privada

SEÇÃO 3: AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A partir de agora começará a avaliação da sequência didática. Para isso, serão feitas algumas afirmações sobre o material as quais você deverá avaliar seguindo a seguinte escala:

1 - Discordo totalmente

2 - Discordo parcialmente

3 - Neutro

4 - Concordo parcialmente

5 - Concordo totalmente

2) “As etapas 1 e 2 da sequência didática permitem ao professor a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre ligações químicas e mineração.”

1 2 3 4 5

3) “A sequência didática está estruturada de forma que os conceitos de ligação química não são apresentados antes da necessidade da discussão dos mesmos. Assim, o conteúdo se apresenta de forma que faça sentido aos alunos.”

1 2 3 4 5

4) “A sequência didática apresenta atividades que propiciam o diálogo entre professor/alunos e entre alunos/alunos. Desta forma, é possível o professor acompanhar o processo de desenvolvimento e as dificuldades dos alunos.”

1 2 3 4 5

5) “A sequência didática apresenta momentos que permitem ao professor identificar o que os alunos pensam, suas dúvidas e interpretações sobre o conteúdo.”

1 2 3 4 5
() () () () ()

6) “A sequência didática possui atividades que provocam conflito cognitivo e estimulam a tomada de decisão.”

1 2 3 4 5
() () () () ()

7) “A sequência didática possui atividades que são motivadoras a aprendizagem de novos conceitos. Essas atividades (Etapas 2 e 3) criam condições para que os alunos elaborem questionamentos que desejam resolver, mantendo-os motivados ao longo de toda sequência didática.”

1 2 3 4 5
() () () () ()

8) “A sequência didática permite ao aluno sentir que está aprendendo e que seu esforço está valendo a pena, a partir as atividades dialogadas (Etapas 2, 3 e 4), que promovem a troca professor/aluno, e das atividades em grupo (Etapas 2 e 5).”

1 2 3 4 5
() () () () ()

9) “A sequência didática possui atividades que estimulam os alunos a serem mais autônomos em suas aprendizagens.”

1 2 3 4 5
() () () () ()

10) Você aplicaria esta sequência didática nas suas turmas de 1ºano do ensino médio?

() Sim, exatamente da forma que está estruturada

() Sim, porém com alguma modificações

() Não

Justifique sua escolha. Por favor, sinta-se à vontade para criticar, propor modificações e colocar suas impressões neste momento.