



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA - IQB
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL - PROFQUI



JOÃO DONATO SAMPAIO FERRO DA SILVA

**MODELO ATÔMICO DIDÁTICO 3D COMO PROPOSTA DE FERRAMENTA
EDUCACIONAL NO ENSINO DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS**

MACEIÓ – AL

2019

JOÃO DONATO SAMPAIO FERRO DA SILVA

**MODELO ATÔMICO DIDÁTICO 3D COMO PROPOSTA DE FERRAMENTA
EDUCACIONAL NO ENSINO DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof.^a Dr^a. Monique Gabriella
Ângelo da Silva.

.

MACEIÓ – AL

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586m Silva, João Donato Sampaio Ferro da.

Modelo atômico didático 3D como proposta de ferramenta educacional no ensino das propriedades periódicas dos elementos químicos / João Donato Sampaio Ferro da Silva. – 2020.

82 f. il. : figs. ; grafs. ; tabs. color.

Orientadora: Monique Gabriella Ângelo da Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Mestrado Profissional em Rede Nacional. Maceió, 2020.

Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 73-80.

Apêndice: f. 81-82.

1. Ensino de química. 2. Indicadores de alfabetização científica. 3. Modelos atômicos. 4. Metodologias ativas de ensino. I. Título.

CDU: 54: 371.3

Dedico este trabalho ao meu pai, Dagoberto
(*in memoriam*), com todo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Gratidão! Aqui segue o meu reconhecimento a todos e a todas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para esta realização pessoal e profissional. Não foi nada fácil retornar ao meio acadêmico depois de quinze anos. Mas, certamente, com todo o suporte recebido nesse caminho, suavizaram os contratempos dessa jornada.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e de viver.

Agradeço a minha família, a minha mãe, Dona Graça, por todo incentivo e dedicação. Sem a senhora seria muito mais difícil. Amo-te!

Em especial, aos meus amigos Cleber e Roberta (os xuxus) que sempre tiveram uma palavra de apoio, incentivo e histórias hilárias nas horas de aperreio (é sério, foram muitos!), obrigado.

Agradeço as minhas amigas Jailza e Aline que sempre estiveram disponíveis emanando positividade quando as procurava na sala dos professores pra dividirmos o peso do dia a dia.

Agradeço aos meus amigos de curso, Adilson, Edmar, Eudes e Thiago, pela troca de experiências, companhia, descontração e incentivo. Valeu pessoal!

Obrigado à direção e coordenação da Escola Estadual Princesa Isabel, pelo apoio e compreensão em vários momentos delicados.

A minha orientadora, professora Monique Ângelo, pelas contribuições, dedicação, paciência e por seu otimismo contagiante. Obrigado, professora!

Agradecer a todos(as) os(as) professores(as) do PROFQUI: as professoras Valéria Rodrigues e Francine Santos pelos conhecimentos e, claro, o bom humor; ao professor Ricardo Porto por sua tranquilidade nas aulas; aos Professores André Mendonça e Sílvia Cardoso pelas discussões enriquecedoras nos seminários; a professora Edma Carvalho, por todo conhecimento, sensibilidade e humanidade...obrigado professora!; Agradeço também aos professores Vitor e a Laura pelas contribuições relevantes. Obrigado!

Quero deixar aqui também registrado a minha gratidão as colaborações da banca examinadora. Obrigado, Professora Dra. Francine de Paula e ao Professor Dr. Kleber Serra por todas as considerações e contribuições, muito obrigado.

Por fim, agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, por possibilitar a qualificação de profissionais da área, obrigado!

RESUMO

As modificações nos LD seguem as necessidades da sociedade o desenvolvimento em cada período. Este estudo tem como objetivo analisar a abordagem do conteúdo Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos, PPEQ, no Livro Didático de Química, LDQ, (Química 1 – Ensino Médio de Eduardo Fleury Mortimer e Andréia Horta Machado, 3ª edição, São Paulo, 2017) aprovado no PNLD 2018, para a promoção da alfabetização científica mediante elementos Indicadores de Alfabetização Científica, IAC, propostos por Pizarro (2014). Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo abordando a metodologia proposta por Bardin (2011) para análise do conteúdo. Para este levantamento foi utilizado um formulário adaptando os IAC para análise do LDQ. A partir do formulário adaptado foi possível decodificar os elementos IAC e quantificá-los. Os resultados mostraram que menos de 40% dos IAC foram identificados no tópico de PPEQ, destacando-se os IAC Argumentar, Ler em Ciências e Escrever em Ciências. A partir desses resultados foi elaborada uma proposta para um Modelo Atômico Didático (MAD), 3D, interativo, de baixo custo para suprir as lacunas observadas. O MAD é uma proposta de ferramenta educacional que visa a partir dos IAC a promoção da AC através de metodologias ativas de ensino-aprendizagem para o estudo das PPEQ e assuntos correlatos.

Palavras-chave: indicadores de alfabetização científica, modelos didáticos, metodologias ativas de ensino-aprendizagem, ensino de química.

ABSTRACT

The changes in the LD follow the needs of society and the development in each period. This study aims to analyze the content approach Periodic Properties of Chemical Elements, PPCE, in the Chemistry Textbook, CT, (Chemistry 1 - High School by Eduardo Fleury Mortimer and Andréia Horta Machado, 3rd edition, São Paulo, 2017) approved in PNLD 2018, for the promotion of scientific literacy, SL, through elements of Scientific Literacy Indicators, SLI, proposed by Pizarro (2014). This is a qualitative bibliographic research addressing the methodology proposed by Bardin (2011) for content analysis. For this survey, a form was used adapting the SLI to analyze the CT. From the adapted form, it was possible to decode the SLI elements and quantify them. The results showed that less than 40% of the SLI were identified in the topic of PPCE, highlighting the SLI Argumenting, Reading in Science and Writing in Science. From these results, a proposal for a 3D Didactic Atomic Model (DAM), interactive, of low cost was prepared to fill the observed gaps. DAM is a proposal for an educational tool that aims to promote SL through the use of active teaching-learning methodologies for the study of PPCE and related subjects.

Keywords: scientific literacy indicators, didactic models, active teaching-learning methodologies, chemistry teaching.

LISTA DE SIGLAS

3D – Tridimensional

ABP – Aprendizagem Baseada em Problema

AC – Alfabetização Científica

ATD – Agir Tous pour la Dignité

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNE – Conselho Nacional de Educação

IAC – Indicadores de Alfabetização Científica

LD – Livro Didático

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

LDC – Livros Didáticos de Ciências

LDQ – Livro Didático de Química

MAD – Modelo Atômico Didático

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PPEQ – Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos

PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

UNESCO – Organização das Nações Unidas

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Alguns Argumentos Norteadores Para AC no ensino de ciências.....	18
QUADRO 2: Indicadores de Alfabetização Científica.....	23
QUADRO 3: Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social.....	24

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Diagrama "Modelo e Modelagem".....	45
FIGURA 2: Protótipo do MAD.....	60
FIGURA 3: Bases esféricas do MAD.....	61
FIGURA 4: Modelagem em argila.....	61
FIGURA 5: Acabamento dos hemisférios.....	62
FIGURA 6: Distribuição de cola na superfície do molde.....	63
FIGURA 7: Colagem das tiras.....	63
FIGURA 8: Colagem de camadas.....	63
FIGURA 9: Acabamento dos hemisférios.....	63
FIGURA 10: Encaixe.....	64
FIGURA 11: Esfera.....	64
FIGURA 12: Impermeabilização.....	65
FIGURA 13: Perfuração e pintura.....	65
FIGURA 14: Base de fixação.....	65
FIGURA 15: Suporte de sustentação do núcleo e elétron.....	66
FIGURA 16: Montagem.....	66
FIGURA 17: Fixação na base.....	66
FIGURA 18: Aproximação.....	68
FIGURA 19: Afastamento.....	68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Materiais para a produção do MAD.....	58
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Percentual dos IAC em PPEQ no LDQ.....	56
---	----

SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
 CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS NO ENSINO MÉDIO PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	 19
1.1 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	19
1.1.1- Indicadores de alfabetização científica.....	22
1.2 – ENSINO DE QUÍMICA: ORIENTAÇÕES CURRICULARES, TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.....	26
1.3 – LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: HISTÓRICO E EVOLUÇÃO.....	29
1.4 – O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NO ENSINO MÉDIO.....	33
1.5 - APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	36
1.5.1 – aprendizagem ativa: Um entendimento inicial.....	36
1.5.2 – aprendizagem ativa no ensino de química.....	39
 CAPÍTULO 2 – MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	 41
2.1 – MODELOS NA EDUCAÇÃO.....	41
2.2 – MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM OLHAR NECESSÁRIO.....	43
2.3 – MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	47
 CAPÍTULO 3 – CAMINHO METODOLÓGICO.....	 51
3.1 – ESCOLHA DO LIVRO DIDÁTICO.....	51
3.2 – EXPLORAÇÃO DO MATERIAL.....	51
 CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS.....	 55
 CAPÍTULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	 59

5.1 – PRODUÇÃO DO MODELO ATÔMICO DIDÁTICO.....	59
5.1.1 – Materiais.....	59
5.1.2 – Etapas da produção do Modelo Atômico Didático (MAD).....	60
5.1.2.1 – Medição dos hemisférios.....	61
5.1.2.2 – Modelagem dos hemisférios em argila.....	61
5.1.2.3 – Técnica de modelagem em papel.....	63
5.1.2.4 – Base de fixação, estrutura do núcleo/elétron e montagem.....	66
5.1.3 – Montagem do Modelo Atômico Didático (MAD).....	67
5.2 – SUGESTÕES DE UTILIZAÇÃO DO MAD.....	68
5.2.1 – Trabalhando o raio atômico.....	68
5.2.2 – Trabalhando a energia de ionização.....	69
5.2.3 – Trabalhando a eletronegatividade.....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICES.....	81

MOTIVAÇÃO

Uma inquietação. Em toda minha vida acadêmica sempre assimilei melhor quando os professores ofereciam atividades que ultrapassavam a passividade, onde assumíamos um papel ativo no processo, com aulas práticas, palpáveis e mensuráveis. Eram mais significativos para mim, por isso sempre tentei elaborar situações para que eu pudesse estudar e, conseqüentemente, lecionar. Isto sempre fez toda a diferença no meu processo de aprendizagem e, conseqüentemente, nas minhas práticas pedagógicas.

Nesses dezessete anos de profissão, sempre tive a necessidade em criar situações/mecanismos que provocassem uma postura ativa dos estudantes acerca dos temas que discutíamos em sala de aula, já que os livros didáticos de química, em sua maioria, ainda, apresentam dificuldades em se desvencilhar de metodologias comprovadamente ultrapassadas, exigindo exclusivamente aplicações de macetes/memorização, sem provocar nenhuma reflexão e/ou discussão relevantes aos estudantes.

Assim, a partir dessas observações reconhecidamente experienciada por mim, sigo com o mesmo empenho para a elaboração do nosso produto educacional, item imprescindível para a conclusão do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI.

INTRODUÇÃO

A importância do Livro Didático (LD) no Brasil é reconhecida desde o período colonial. Mas, inicialmente, o ensino de Química era tratado de forma preambular associada à disciplina de Física, nos capítulos referentes à mineralogia apenas e, ainda no formato de compêndios de Química geral, sem seriação (CARNEIRO, 2006). No entanto, só a partir do Brasil República é que a Química passa a ser uma matéria regularmente ministrada (PORTO, 2013) e, conseqüentemente, seu formato seriado passa a ser adotado (MORTIMER, 1988).

Além disso, as modificações nos LD, bem como suas abordagens metodológicas foram acompanhando o desenvolvimento e as necessidades da sociedade em cada período. Ademais, a LDB e a BNCC orientam que o ensino de ciências no ensino médio deve ser aprofundado em relação às etapas anteriores (BRASIL, 1999), almejando uma formação humana em todas as dimensões, promovendo propostas articuladas entre o fazer, o pensar e o sentir (ZABALA, 1998), despertando um olhar crítico-reflexivo, se desvencilhando de propostas ultrapassadas que ainda persistem no cenário educacional, sobretudo no ensino de química.

Nesse sentido, propostas de metodologias ativas de ensino-aprendizagem visando superar a postura passiva das escolas tradicionais já eram desenvolvidas há mais de um século na Inglaterra, chegando a solo brasileiro anos mais tarde (ARAUJO, 2015). Essa revolução educacional, o movimento “New School” (escolanovista, no Brasil), já trazia como proposta uma aprendizagem pautada na experiência e na atividade, privilegiando o protagonismo dos estudantes no processo (ARAUJO, 2015).

Sobrepujar a passividade tradicional das escolas, sobretudo no ensino de ciências (a Química, no nosso caso), é possibilitar a imersão dos estudantes no universo científico almejando sua Alfabetização Científica (AC). Desse modo, os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) estão intimamente ligados às metodologias ativas de ensino-aprendizagem, podendo nos revelar, através de

ações resolutivas, a evolução dos estudantes e o aprimoramento das nossas práticas (PIZARRO, 2015).

Com isso, ao delinear o nosso estudo, foram levados em consideração alguns conteúdos de química, porém, optamos por um tópico abordado no primeiro ano do ensino médio em Tabela Periódica, as Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos (PPEQ), um conhecimento imprescindível para a compreensão e evolução de outros conteúdos. Além disso, uma temática bastante deficiente em relação a propostas ativas de ensino-aprendizagem, requisitando dos estudantes, normalmente, apenas a mera capacidade de memorização com utilização de macetes.

Assim, o nosso trabalho se trata de uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo, aplicando a proposta metodológica sugerida por Bardin (2011). Como objetivo geral, visamos identificar se abordagem do conteúdo de PPEQ possibilita aos estudantes a promoção de AC mediante a identificação elementos IAC proposto por Pizarro (2014). E, como objetivo específico, temos como proposta um produto e educacional 3D interativo de baixo custo, visando suprir as possíveis lacunas observadas em nosso estudo.

Além disso, a nossa proposta visa possibilitar um ensino significativo das PPEQ, envolvendo os estudantes ativamente, atuando de forma protagonista no processo. Além disso, contribuir de forma efetiva para a promoção de situações geradoras de IAC, onde a química possa assumir o seu papel libertador, multidimensional, dinâmico, fundamental na educação humana de qualidade, rompendo com as propostas dogmáticas de um ensino arcaico que ainda persiste no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, o nosso estudo está organizado em cinco capítulos. No primeiro, abordamos uma discussão sobre o ensino das PPEQ no ensino médio visando à promoção da AC, seus IAC, dialogando com as orientações curriculares e as metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Assim, no segundo capítulo abordamos a importância dos modelos didáticos no ensino de química e suas concepções. E, no terceiro capítulo, tratamos do caminho metodológico do nosso trabalho, a escolha do LD e exploração do material. Já, no quarto capítulo, foi feita as análises dos dados obtidos da análise do LD. Por fim, chegamos ao quinto e

último capítulo, onde propomos o nosso produto educacional, o MAD, Modelo Atômico Didático.

CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS NO ENSINO MÉDIO PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.

1.1 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

O surgimento da expressão “scientific literacy”, comumente traduzido para o português como Alfabetização Científica (AC), foi pela primeira vez mencionada por Paul Hund, em 1958, em seu livro **“Science Literacy: Its Meaning for American Schools”**, (SASSERON, 2011). Mas, em 1998, com o artigo **“Scientific Literacy: New Minds for a Changing World”**, Hund concentrou seus estudos centrando no currículo de Ciências, argumentando historicamente a necessidade de Alfabetização Científica para o ensino de Ciências.

QUADRO 1: ALGUNS ARGUMENTOS NORTEADORES PARA AC NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

ANO	AUTOR	OBSERVAÇÕES
1620	<i>Francis Bacon</i>	Preparo intelectual ligado ao conhecimento científico.
1798	<i>Thomas Jefferson</i>	Reivindica o estudo de ciências aplicado a todos os níveis escolares.
1847	<i>James Wilkinson</i>	Necessidade de aplicabilidade para a compreensão da ciência.
1859	<i>Herbert Spencer</i>	Necessidade de um ensino de ciências voltado para o cotidiano dos estudantes.

Fonte: HUND (1998).

Outro autor importante na busca por um consenso para AC é Laugksch (2000), segundo o autor a ideia de Alfabetização Científica ainda é um tanto quanto variável, pois a mesma apresenta diferentes concepções e interpretações a depender do público-alvo.

Segundo Sasseron (2011), por se tratar de um termo amplo e controverso, sua definição e caracterização torna-se a primeira barreira, divergindo opiniões até hoje (NORRIS & PHILLIPS, 2003, LAUGKSCH, 2000, BINGLE & GASKELL, 1994, BYBEE & DEBOER, 1994). Nesse sentido, o termo “alfabetização científica” (*science literacy*) tem sido aplicado com diferentes sentidos e funções (MATTHEWS 1994; AULER & DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI & DELIZOICOV, 2001; KEMP, 2000, 2002; CHASSOT, 2003; DÍAZ *et al.*, 2003).

Ainda, segundo Sasseron (2011), ao consultar os periódicos estrangeiros relacionados ao ensino de Ciências, não há um padrão no uso de um termo que

defina o ensino de Ciências associado a uma formação cidadã dos estudantes voltada as ações e atuações no seu dia a dia. Ademais, as publicações em língua inglesa, por exemplo, o termo “*Scientific Literacy*” é utilizado para designar o ensino com a promoção de competências e capacidades entre os estudantes, possibilitando-os a tomadas de decisões e participação nos processos diários, assim, estreitando a relação com suas vidas (NORRIS E PHILLIPS, 2003, LAUGKSCH, 2000, HURD, 1998, BYBEE, 1995, BINGLE E GASKELL, 1994, BYBEE E DEBOER, 1994); nas publicações de língua espanhola, os autores aplicam com o mesmo objetivo o termo “*alfabetización Científica*” (MEMBIELA, 2007, DÍAZ, ALONSO E MAS, 2003, CAJAS, 2001, GIL-PÉREZ E VILCHES-PEÑA, 2001); já nas publicações francesas, ainda com o mesmo sentido, encontramos a expressão “*Alphabétisation Scientifique*” sendo aplicada (FOUREZ, 2000, 1994, ASTOLFI, 1995).

No entanto, vale salientar a origem da palavra *literacy*, vinda do latim *littera*, significando letra; e o sufixo *cy*, significando qualidade, condição. Dessa maneira, segundo Soares (1998, p. 17), *literacy* é o “estado ou condição que assume aquele que aprende a ler e escrever” (SOARES, 1998, p.17). Porém, como salienta Teixeira (2013), na Roma antiga o termo era usado distinguindo quem aprendeu ou não a ler. Ainda, segundo Teixeira (2013), a competência em decodificar o que estava escrito foi também atribuída ao termo *literacy* dos que não apresentavam tal capacidade. Dessa maneira, os vocábulos em português, alfabetizado e analfabeto, em francês, *alphabétisme* e *analphabétisme*, e, em inglês, *literacy* e *illiteracy*, distinguem, correspondentemente, quem têm competência em ler dos que não têm, (TEIXEIRA, 2013).

No entanto, seguindo uma sugestão da Organização das Nações Unidas (UNESCO), no final dos anos de 1970, o termo alfabetizado passava a ter sentido mais amplo, fazendo uso da leitura e escrita em variados contextos, expressando-se com o uso das mesmas (SOARES, 2008). Assim, a UNESCO (2010, p. 297, tradução nossa) traça as características necessárias para um indivíduo alfabetizado:

[...] capacidade de identificar, compreender, interpretar, criar, comunicar, calcular e utilizar materiais impressos e escritos relacionados com contextos variados. Alfabetização envolve aprendizagens contínuas capacitando os indivíduos a alcançarem seus objetivos, desenvolver seus conhecimentos e potencial em participar plenamente na sua comunidade e sociedade em geral.

Com isso, surge outro conceito, não menos importante, o analfabeto funcional, ou seja, tais indivíduos codificam as letras e textos, porém, não conseguem de forma compreensiva utilizar a leitura e a escrita (SOARES, 1998). No entanto, em 1981, a instituição francesa de caridade ATD Quart Monde (*Agir Tous pour la Dignité Quart Monde*) fez uso do termo *illettrisme* (iletrado), em substituição ao termo *analphabète* (analfabeto) (UNESCO, 2010). Assim, quando os indivíduos tinham passado pelas etapas educacionais primárias, sendo assim alfabetizados, porém não apresentavam o uso efetivo da leitura e da escrita, usava-se o termo *illettrisme*, ou seja, iletrado (TEIXEIRA, 2003).

No entanto, o termo *littérisme* foi adotado na França apenas em agosto de 2005, referindo-se à habilidade de ler e compreender um simples texto, ou recebendo ou transmitindo informação através da escrita, equivalente ao termo em inglês, *literacy* (TEIXEIRA, 2013). Nesse sentido, segundo Texeira (2013), é importante lembrar que o termo *literacy* é aplicado tanto na aprendizagem do código escrito, quanto na habilidade de leitura e escrita. Assim, tomadas às devidas precauções linguísticas, trata-se de um termo que pode ser traduzido para o português como alfabetização ou letramento.

Assim, segundo Santos (2007), as funções sociais das ciências e das tecnologias são protagonistas no letramento científico, agregando aspectos socioambientais ao conhecimento científico, corroborando para o desenvolvimento de uma educação científica influenciada entre as ciências, as tecnologias e a sociedade.

Porém, em nosso trabalho faremos uso do termo alfabetização científica, e não letramento científico, baseada na necessidade emancipatória das classes dominantes como mencionada por Paulo Freire (2015). Do mesmo modo, Chassot (2003) sugere que alfabetizar cientificamente vai além da facilitação de leitura do mundo em que vivemos, necessita transformá-lo, sobretudo em um mundo melhor.

Portanto, o indivíduo alfabetizado, para ler o mundo a sua volta, necessita interpretar os contextos envolvidos no âmbito social, favorecendo-se do conhecimento e domínio da linguagem, assumindo um caráter ideológico.

1.1.1 – INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Vários autores (Driver et al 2000; Jiménez Aleixandre, 2006; Capecchi & Carvalho 2006; Carvalho, 2007) entendem que o processo de Alfabetização Científica é uma condição imprescindível para uma sociedade atuante, crítica e consciente na atualidade. Sasseron e Carvalho (2011) entendem que a Alfabetização Científica pode possibilitar um ensino investigativo usando temas científicos, promovendo relações múltiplas com a sociedade e o ambiente, servindo como elemento norteador na construção desses currículos.

De acordo com Pizarro (2015), nos últimos anos, é indiscutível o crescimento, no meio acadêmico, na elaboração de propostas pedagógicas visando à alfabetização científica (AC), sobretudo, nas discussões visando os indicadores neste processo. Ainda, segundo a autora, a alfabetização científica perpassa as séries iniciais (ensino fundamental), sendo considerada uma reflexão imprescindível, pois se faz necessária a qualquer nível de escolaridade e/ou idade.

Nesse sentido, Sasseron (2008) reforça que levar os estudantes a ter posturas resolutivas e tomadas de decisões relacionadas ao uso consciente das ciências e das tecnologias em seu dia a dia, os mesmos se encontram afinados aos objetivos de um ensino de Ciências capaz de emancipá-los, ou seja, alfabetizados cientificamente.

Ademais, Sasseron (2008) ao analisar os diferentes discursos na literatura nacional e internacional em seu trabalho sobre os conceitos e os diferentes discursos no processo de AC, propôs três eixos estruturantes e indicadores de Alfabetização Científica: 1 – a compreensão simples de termos, conhecimentos e conceitos científicos essenciais ao seu dia a dia; 2 – a compreensão da natureza e da prática das ciências, sua ética e políticas; e 3 – a compreensão dos elos relacionados entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Além disso, Pizarro (2015) reforça que os indicadores de Alfabetização Científica nos oferecem a possibilidade de percebermos, de forma mais eficiente, a evolução dos estudantes nas atividades desenvolvidas, principalmente a importante contribuição no processo de ensino e aprendizagem almejado aos estudantes, revelando-os como protagonistas da sua própria aprendizagem, assim, o professor passa ter mais indícios de como aprimorar suas práticas. Além disso, Sasseron e Carvalho (2008, p. 337-338) sugerem:

Em nossa visão, para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.

Também, Sasseron e Carvalho (2008) em sua extensa revisão sobre os termos Alfabetização Científica, Enculturação Científica e Letramento Científico convergem em semelhanças entre tais termos, estas observações são tratadas, por assim dizer, como eixos estruturantes da Alfabetização Científica. Segundo a proposta das autoras, a partir desses eixos estruturantes, são estabelecidos os Indicadores de Alfabetização Científica, considerando a participação dos estudantes em aplicar habilidades e ações resolutivas às atividades investigativas do contexto científico, a fim de identificar a atuação da Alfabetização Científica em processo. Assim, Sasseron e Carvalho (2008) sugerem que:

nossos indicadores têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. Assim sendo, reforçamos nossa ideia de que o ensino de ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores.

Ainda segundo as autoras, através de atividade propostas pelos professores é estimulado o processo investigativo dos estudantes, com isso, tais indicadores podem ser delineados por atitudes dos participantes podendo demonstrar habilidades para: a seriação de informações, a organização de informações, a classificação de informações, o raciocínio lógico, o raciocínio proporcional, o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação. Diante disto, Sasseron e Carvalho (2008) entendem que tais atitudes possibilitam aos estudantes a usarem suas habilidades intrínsecas caracterizando o “fazer científico”, ou seja, os Indicadores da Alfabetização Científica.

Abaixo listamos os Indicadores de Alfabetização Científica, bem como sua descrição proposta por Sasseron e Carvalho (2008):

Quadro 2: Indicadores de Alfabetização Científica.

INDICADOR DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA		DESCRIÇÃO
1º	SERIAÇÃO DE INFORMAÇÕES	Estabelecimento de bases investigativas, sem uma ordem pré-estabelecida para as informações.
2º	ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	Utilizado quando se prepara os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado desde os arranjos das novas informações, como também nas informações anteriores, quando as ideias são lembradas.
3º	CLASSIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES	Surge quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. É um indicador voltado para ordenação dos elementos trabalhados.
4º	RACIOCÍNIO LÓGICO	Relacionado como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Está intimamente ligado com a forma como o pensamento é exposto.
5º	RACIOCÍNIO PROPORCIONAL	Igualmente ao raciocínio lógico, este indicador demonstra o modo que se estrutura o pensamento, além de apresentar as relações entre as variáveis, ilustrando a interdependência que pode haver entre elas.
6º	LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES	Aponta os momentos em que são alcançados suposições acerca de um dado tema. Tais hipóteses podem surgir tanto como uma afirmação quanto como uma indagação.
7º	TESTES DE HIPÓTESES	São etapas em que as suposições anteriormente levantadas são testadas. Ocorrendo tanto de forma direta manipulando objetos, quanto no nível das ideias.
8º	JUSTIFICATIVAS	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação

		ganhe aval, tornando-se mais segura.
9º	PREVISÃO	Este indicador é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
10º	EXPLICAÇÃO	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente, a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, porém, é possível encontrar explicações que não recebem tais garantias. Neste sentido, seriam as explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discursões.

Fonte: SASSERON e CARVALHO, 2008.

Por outro lado, baseado nos Indicadores de Alfabetização Científica demonstrados por Sasseron (2008), Pizzaro (2014) sugeriu contribuições relevantes compreendendo o fazer científico indispensável para a formação de uma sociedade crítica-reflexiva, consciente e atuante.

Abaixo segue os Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social proposta por Pizarro, 2014:

Quadro 3: Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social.

ARTICULAR IDEIAS	INVESTIGAR
Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.
ARGUMENTAR	LER EM CIÊNCIAS
Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.

ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.	
ESCREVER EM CIÊNCIAS	PROBLEMATIZAR
Envolve a produção de textos pelos alunos que considera não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.
CRIAR	ATUAR
É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas.	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.

Fonte: PIZARRO, 2014.

1.2 – ENSINO DE QUÍMICA: ORIENTAÇÕES CURRICULARES, TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.

De acordo com a LDB/96, o Ensino Médio sendo a última e complementar etapa da Educação Básica, e a Resolução CNE/98, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que organizam as áreas de conhecimento e orientam a educação à promoção de valores como a sensibilidade e a solidariedade, atributos da cidadania, direcionam o aprendizado de Ciências, já iniciado no Ensino Fundamental, a encontrar complementação e aprofundamento no Ensino Médio. Assim, contando com uma maior maturidade por parte dos estudantes, os objetivos passam a ter maior profundidade em sua formação, preparando-os para o trabalho e o exercício da cidadania (BRASIL, 1996).

Nesse contexto, é de suma importância reinterpretar os objetivos do Ensino Médio estabelecidos pela LDB, considerando as diferentes realidades do Brasil, indispensáveis ao exercício da cidadania, levando em conta as diversas expectativas entre os jovens quanto a sua formação (BRASIL, 1996):

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Dessa forma, antes de optar por algo específico para desempenhar profissionalmente, os estudantes precisam vivenciar experiências que contribuam para sua formação humana, com base em todas as dimensões da vida no processo educativo, respeitando a diversidade e visando à formação omnilateral do sujeito. Nesse sentido, Delores (1998), sugere uma aprendizagem que os possibilitem a aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser, “os pilares da educação para o século XXI”, associados aos conhecimentos científicos, mas também promovendo reflexão e criticidade acerca dos padrões sociais e culturais.

Para tanto, as instituições educacionais deverão elaborar projetos e propostas pedagógicas com caráter inter e transdisciplinares, visando uma aprendizagem significativa, criando a articulação entre o fazer, o pensar e o sentir, promovendo o despertar do olhar crítico dos estudantes, desenvolvendo o talento para solucionar problemas e dilemas vividos em sociedade, favorecendo a configuração do sujeito social de personalidade transformadora. Nesse contexto, as escolas são locais privilegiados para o desenvolvimento dessas experiências, relações e vínculos, construindo e reconstruindo formas de atuar, pensar e de se posicionar (ZABALA, 1998).

Dessa forma, o nível médio em química visa o aprofundamento em seus saberes disciplinares, e seus processos científicos, relacionando-os aos seus objetos de estudo, com metas formativas, até mesmo com o processo didático específico. Além disso, possibilita o envolvimento e a articulação integrada desses saberes, dentre os quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, específico a cada disciplina, mas também de forma integrada a outras disciplinas. Nesse sentido, os *PCNs* orientam o envolvimento de forma combinada, contextualizada, suprimindo as necessidades da vida contemporânea, possibilitando uma visão mais ampla de mundo, valorizando o conhecimento e a capacidade de

inovar e aprender continuamente, essencial para uma formação geral (BRASIL, 2018).

Portanto, o ambiente escolar não deve ser apenas um espaço de procedimentos operacionais, mas sim capaz de formar cidadãos para a compreensão crítica da sua realidade, contribuindo para uma transformação da sociedade em função dos interesses sociais e coletivos. Porém, desde o ensino fundamental ao médio, estudar química é tarefa bastante complicada e desmotivante para muitos estudantes. Morin (2003) afirma que o processo de ensino deve se basear na criação de situações que estimulem a aptidão natural da mente, levando-a a criar e resolver problemas, estimulando o uso da inteligência.

Mas, contrariando as constatações de Morin (2003), o processo o ensino de química no ensino médio ainda atua de forma desconectada da realidade do aluno, bem como dos avanços científico-tecnológicos, refletindo assim em uma aprendizagem efêmera e acrítica. Além disso, é proposto de forma que os conhecimentos são repassados pelos professores e recebidos pelos alunos, que, muitas vezes, não entendem o que lhes é explicado (SOUZA; SILVA, 2012). Nesse sentido, segundo Mortimer (2000), os currículos apresentam um número excessivo de conceitos, sobretudo, desconectando a química escolar de suas origens científicas e de qualquer contexto social ou tecnológico, tornando a aprendizagem cada vez mais difícil de ser percebida pelos os estudantes com repetições de fórmulas sem criticidade, corroborando para uma transformação da química escolar cada vez mais dissociada do contexto científico e tecnológico diante das necessidades da sociedade:

Nosso ensino de química tradicional é fruto, na maioria das vezes, de um processo histórico de repetição de fórmulas que são bem sucedidas do ponto de vista didático - fazer com o aluno aprenda alguns conceitos relacionados à química, transformando a disciplina num manejo de pequenos rituais (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 274).

Por essas e outras razões, o ensino de química é tratado de forma desinteressante, levando os estudantes a se questionarem, muitas vezes, por quais motivos estudam tais conteúdos, já que não são associados a suas experiências. Segundo as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, deve se evitar tais práticas, ainda naturalizada, com um número excessivo de conteúdos, gerando não só fragmentação, mas também distanciamento e integração de saberes

significativos. Nesse sentido, o foco da ação pedagógica deve ser direcionado no aprender a aprender, pois vai além da tentativa de acumulação de informações sobre conteúdos, para que o estudante desenvolva a capacidade de pesquisar, de apreender, de buscar e (re)construir seus saberes (BRASIL, 2012).

Dessa forma, o ensino de Química deve promover a autonomia do conhecimento e formas de apropriação desses saberes de modo a corroborar para uma série de competências, habilidades e atitudes associadas ao caráter investigativo e compreensão dos conteúdos, bem como sua contextualização sócio-cultural e ética (BRASIL, 2012). Nesse sentido, deve-se investir em metodologias de ensino inovadoras que promovam uma atuação mais efetiva por parte dos estudantes, explorando os espaços escolares, mas também os extraescolares, respeitando a diversidade no sentido amplo, agregando mais diálogos, mais interações, mais experiências e saberes associados ao seu contexto.

1.3 – LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

Apenas com a chegada dos jesuítas, em 1549, ao Brasil, inicia-se o sistema escolar brasileiro, aos moldes idealizados nas escolas administradas por esses religiosos (PORTO, 2013). No entanto, o Livro Didático, segundo Ribeiro (2003), começa a ser introduzido como instrumento didático no Brasil ainda no período Colonial, porém, reservado a uma classe privilegiada da sociedade. Mas, segundo Giles (2003), com a expulsão dos jesuítas, em 1759, estimulada pelo Marquês de Pombal, o processo educativo no Brasil acaba passando por momentos incertos. Ademais, com a Reforma Pombalina, em 1771, o preambular ensino de Química, entrava como apêndice da Física, associado, normalmente, a mineralogia com caráter teórico e conteudista (CARNEIRO, 2006).

No período de 1831 a 1898, governado por D. Pedro II, um incentivador para o progresso científico brasileiro, possibilitou a introdução de novas tecnologias (PORTO, 2013). Porém, segundo Lopes (1998), nessa época, os conhecimentos de química eram práticos, mesmo desvinculados da realidade do estudante, limitando-

se a fatos, princípios e leis, onde os conteúdos eram, ora direcionado às questões cotidianas úteis, ora voltados aos objetivos científicos.

Inclusive, em 1837, foi criado o Colégio D. Pedro II, como uma proposta de modelo educacional, numa tentativa de normatizar o ensino secundário no país, tendo em vista o clima de incertezas e a aceitação da Química como disciplina, constando em seu currículo de disciplinas científicas (ROSA; TOSTA, 2005). No entanto, segundo Mortimer (1988), mesmo com a existência de um modelo a seguir, o Colégio D. Pedro II, não foi possível alterar o quadro de desorganização do ensino secundário no país, pois a referência idealizada para o ensino na época não se mostrava eficiente frente aos chamados “exames preparatórios”, porta de entrada para os cursos superiores até então.

Mas, os conhecimentos de Ciências Físicas e Naturais só começam a ser exigidos nos “exames preparatórios” apenas a partir de 1887, como acesso aos cursos superiores, em especial nos cursos de medicina (PORTO, 2013). Além disso, segundo Chassot (1996), estas disciplinas eram tratadas de forma avulsas e tais conhecimentos não eram ainda procurados.

Vale lembrar que nessa época os Livros Didáticos de Ciências (LDC) adotados no Colégio D. Pedro II, basicamente, eram de origem francesa, trazendo os materiais mais atuais acerca dos conhecimentos científicos, exceto por alguns autores brasileiros (LORENZ, 1986).

Mas, só a partir do Brasil República, a Química passa a ser uma disciplina regular ministrada, a partir de 1931, com a Reforma Educacional Francisco Campos (PORTO, 2013). Segundo Macedo e Lopes (2002), o ensino de Química tinha como objetivo despertar o interesse científico e contribuir com conhecimentos específicos relacionando-os ao cotidiano.

Além disso, até 1930, diante da estrutura do ensino secundário de química ainda recente, os Livros Didáticos desse período eram compêndios de química geral, pois, não havia um sistema bem definido, tão pouco sua seriação (MORTIMER, 1988). Ademais, Mortimer (1988) destaca que os LD apresentavam uma parte voltada para a química geral (bem estruturada) e química descritiva (extensa), com definições, além de exemplos convergindo a um conceito, porém, não havia qualquer tipo de exercício e/ou questionário nessas obras. Dessa forma, segundo o autor, tais práticas começam a ser inseridas tempos depois, tornando-se comum no ensino de química à resolução de atividades.

Além disso, o período anterior a 1930, com suas treze reformas do ensino secundário no país, finalizada com o funcionamento do Colégio Pedro II, em 1838 (modelo a ser seguido), é considerado como um único período, pois, após este, em 1931, iniciam-se os programas de diretrizes comuns para todo o território nacional, organizando um sistema de ensino (LOPES, 1998). Assim, ainda segundo a autora, de 1931 a 1990, neste intervalo de tempo, podemos mencionar quatro grandes reformas de ensino: a Reforma Francisco Campos, Lei 19.890, de 18/04/1931; a Reforma Gustavo Capanema, Lei 4.244, de 09/04/1942; a LDB, Lei 4.024, de 20/12/1961, e a Lei 5.692, de 11/08/1971.

Ademais, depois de 1930, é observada nos Livros Didáticos a introdução de conceitos seguidos de exemplos, desvencilhando-se da postura de primeiro exemplificar exaustivamente e depois aplicá-los conceitualmente (MORTIMER, 1988). Nesse sentido, Mortimer (1988) ressalta que a falta de experimentos nos LD a serem realizados pelos os estudantes, uma característica dos livros daquele período, perdura historicamente. Só no final da década de 70, são introduzidos os experimentos práticos, os chamados projetos de ensino de química (idealizava a introdução de tais atividades), fundamental para a melhoria do ensino de química no então 2º grau.

Em consequência da Reforma Francisco Campos, os livros didáticos passam por alterações importantes, passando de compêndios de química geral para livros de química seriado, com a inserção de maior quantidade de ilustrações e de esquemas referentes aos modelos atômicos e estrutura molecular (MORTIMER, 1988). Inclusive, ainda segundo Mortimer (1988), alguns autores optam por esquemas de aparelhagem a fotos, além de atualizações acerca de certos conteúdos (estrutura atômica, teoria de valência e classificação periódica), e, os exercícios, problemas e questionários começam a ser introduzidos em alguns livros ao fim de cada capítulo e/ou obra, sendo mais frequente a partir dos anos 60.

Em relação aos Livros Didáticos na Reforma Capanema, em 1942, as modificações não foram tão relevantes a ponto de determinar um novo período, pois, até 1951 a maior parte das características dos Livros Didáticos é mantida, contudo, os conteúdos são apresentados de forma mais homogênea, diferente do período anterior, seguindo fielmente os critérios dos programas oficiais da época (MORTIMER, 1988; LOPES, 1992).

Com a promulgação da LDB, em 1961, os currículos e programas passam a serem mais flexíveis, surgindo maior diversidade de livros didáticos, inspirados nos projetos americanos, propondo orientações radicais na epistemologia do ensino de Ciências (LOPES, 1992). Inclusive, essa heterogeneidade nos livros didáticos de química, ao contrário do período anterior, também é observada por Mortimer (1988).

Diante da grande diversidade dos livros didáticos, as divergências eram inevitáveis acerca dos conteúdos contidos nas séries iniciais (MORTIMER, 1988). Segundo Mortimer (1988), muitos autores traziam para o início do primeiro ano uma discussão mais densa sobre estrutura atômica, valência e classificação periódica. Ainda segundo o autor, a grande maioria dos livros didáticos acabou adotando a mesma abordagem, colocando tais assuntos no início do primeiro ano, resolvendo o impasse.

No período seguinte, já após 1970, diferentemente dos períodos anteriores, os Livros Didáticos sofrem mudanças drásticas, desde a extensão de determinados assuntos, coincidindo com a redução da carga horária de química, devido à profissionalização obrigatória pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692/71, impondo um caráter puramente técnico-científico, o ensino médio profissionalizante (PORTO, 2013), forçou alterações significativas na abordagem dos livros, acarretando versões diferentes de uma mesma obra, uma completa e outra simplificada (MORTIMER, 1988).

Segundo Mortimer (1988), em detrimento da apresentação, os autores eliminam exemplos, explicações mais detalhadas, alguns exercícios, além da utilização de excessos nas ilustrações, tabelas, gráficos, desenhos, conceitos em destaques, etc. Porém, mesmo havendo uma variedade considerável de exercícios, os mesmos não exigiam outras habilidades exceto a de memorização dos conteúdos (MORTIMER, 1988).

Em sua análise, Mortimer (1988) menciona a área ocupada por esses “recheios” gráficos e metodológicos (textos, títulos e subtítulos, ilustrações, quadros, gráficos e esquemas, exercícios propostos e resolvidos) nos livros didáticos. Em seu estudo o autor observa que na apresentação dos livros didáticos desse período, os textos ocupam, em média, apenas 30% dos espaços, impossibilitando, segundo o autor, a construção de um projeto de leitura pelo estudante.

Para Mortimer (1988), a química é ofertada de forma distorcida, como algo pronto e acabado, impossibilitando a refutação de seus modelos e teorias,

desconsiderando suas revisões, transformando os livros didáticos de química em guias simplificados em prol de uma falsa objetividade. Contudo, nessa época, todo o mundo começava a discutir sobre os programas de química das escolas secundárias, visando uma química cidadã, relacionada a uma visão crítica de mundo para ciência e sociedade (MORTIMER, 1988).

Nesse sentido, com a LDB nº 9.394 de 1996, o MEC (Ministério da Educação) propõe uma reforma contundente no Ensino Médio brasileiro, lançando o Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Assim, começa haver uma integração brasileira ao movimento mundial de reforma dos sistemas de ensino, exigindo modificações culturais, sociais e econômicas incorporadas ao processo de globalização, atendidas por estes documentos (BRASIL, 1999).

Inclusive, segundo Márcio (2011) uma educação básica de qualidade, exigida pela LDB, deve promover aos jovens competências e habilidades ao final do ensino médio, neste caso, os quatro pilares da educação do século XXI, possibilitando-os aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver e aprender a ser.

Portanto, em se tratando do Ensino de Química, espera-se que tais conhecimentos sejam explicitados de forma multidimensional, ao dinamismo e a sua epistemologia, forçando, obrigatoriamente, modificações no currículo dos livros didáticos, rompendo com o tradicionalismo tecnicista ainda persistente no país (BRASIL, 1999).

1.4 – O ENSINO DE PROPRIEDADES PERIÓDICAS NO ENSINO MÉDIO

A Química, no ensino médio, é uma disciplina que pode promover uma formação humana mais ampla, auxiliando na interpretação de mundo e suas interações com a realidade. Mas, por se tratar de um componente curricular recentemente introduzido, com diferentes nomenclaturas e simbologias, no intuito de compreender e expressar as transformações da matéria no mundo físico, muitas vezes, favorece uma mecanização no aprendizado sem sentido para os alunos (CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015). Obviamente, a falta de contextualização dos

conteúdos de química com a realidade dos estudantes, associada às peculiaridades da própria da disciplina, contribui para um aprendizado voltado a memorização, para além das metodologias antiquadas que favorecem a postura passiva dos estudantes. Nesse sentido, Miranda e Costa (2007) sugerem que essas práticas têm influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estuda em sala de aula, com a natureza e a sua própria vida.

Para tanto, a temática abordada nesse estudo, Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos (PPEQ), quando analisada nos livros didáticos de química do ensino médio, percebe-se que o conteúdo é apresentado de maneira repentina e puramente descritiva, dissociada de outros conteúdos e da realidade dos estudantes. Dessa maneira, o estudo das PPEQ por não se relacionar de forma integrada, corrobora para que os professores utilizem métodos ineficientes, muitas vezes, associados a artifícios de memorização no intuito de “facilitar” o acúmulo desses conteúdos, mas não de sua aquisição crítico-reflexiva.

Para Chassot (1990), o motivo de ensinar Química é a formação de cidadãos conscientes e críticos: “A Química é também uma linguagem. Assim, o ensino da Química deve ser um facilitador da leitura do mundo. Ensina-se Química, então, para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”. Nesse sentido, é perceptível a necessidade em tratarmos da educação em química, fundamentalmente, no processo de ensino-aprendizagem, com um olhar dialógico e problematizador, contextualizado com a realidade dos envolvidos, que desperte uma postura crítico-reflexiva dos estudantes do mundo que os cercam, possibilitando uma visão socioeconômica da química, numa sociedade tecnológica (ROCHA e VASCONCELOS, 2016). A problemática existe, é real, dessa forma, cabe-nos pensar sobre as dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem em si.

Para Vygotsky (1987), a aprendizagem se dá através das relações interpessoal e intersubjetiva entre o aluno, o professor e o objeto de conhecimento, numa relação dialética em que as dimensões cognitivas, afetivas, pedagógicas, neurológicas, psicomotoras, sociais, históricas e culturais estão presentes, para tanto, faz-se necessário o estabelecimento de uma relação confiável, possibilitando, continuamente, meios para o desenvolvimento crítico e humano das partes.

Nesse sentido, a aprendizagem é um processo que se apropria, através dos tempos, das experiências produzidas pela humanidade, permitindo a cada indivíduo a aquisição de habilidades e características humanas, além do desenvolvimento de novas aptidões (LURIA, 1987). Que dizer, a aprendizagem é uma teia, tecida conjuntamente com quem se ensina e quem aprende cujos fios condutores do fenômeno correspondem ao organismo, à inteligência, ao desejo e o corpo. Assim, nesse jogo complexo e dinâmico desses fios tecidos que se constrói o processo de aprender e também o de não aprender (VYGOTSKY, 1987).

Sem dúvida, o ensino de Química apresenta uma série de problemas no que se diz respeito à aprendizagem, nota-se que alunos e professores, muitas vezes, não compreendem os verdadeiros objetivos para estudar e ensinar Química, ademais, existe uma dependência motivacional relacionada à área profissional escolhida (ROCHA e VASCONCELOS, 2016).

No entanto, Zabala (2007) entende que o estudo de Química pode promover uma visão crítica de mundo, com resoluções relevantes para a sociedade atual, com problemas reais e, principalmente, construindo o conhecimento em sala de aula, possibilitando sua aplicação, análise e compressão. Nesse sentido, surgem alternativas de metodologias ativas de ensino que podem auxiliar a superar esse quadro de dificuldades na aprendizagem, focando no protagonismo e experiência, partindo do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreenderem os saberes científicos associados às situações contextualizadas a sua realidade, propiciando-lhes maior autonomia na aprendizagem.

As metodologias ativas de ensino-aprendizagem vêm sendo aplicadas para uma formação profissional que possibilite desenvolver a habilidade de “aprender a aprender”, o termo se amplia para: o aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a conviver e o aprender a ser (MITRE, 2008). Para Rikers e Bruin (2006), dentre as metodologias ativas, eles consideram a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) uma das mais proeminentes protagonistas do construtivismo. Dessa maneira, a utilização de problemas no ensino de Química possibilita o desenvolvimento de capacidades intelectuais mais elaboradas dos estudantes, minimizando a dissociação dos conteúdos, como uma estratégia proativa na educação científica.

Na mesma linha, Maldaner (1998), privilegia a experimentação no ensino de química, entendendo como melhoria na qualidade metodológica, promovendo uma

atividade envolvente, criando e construindo, capacitando e desenvolvendo sua cognição a partir de suas experiências. Dessa forma, independentemente da metodologia a ser seguida no ensino de química, a proposta deve estimular a curiosidade, a criatividade e autonomia dos estudantes, despertando sua sensibilidade para a inovação, integrando os conhecimentos científicos a sua vida através das situações do cotidiano (ASTOLFI, 1995).

Portanto, entendemos que propostas de metodologias ativas de ensino-aprendizagem são ferramentas educacionais imprescindíveis para ultrapassarmos as formatações mecanicistas de se trabalhar em sala, mas, não somente os conteúdos de química, como as PPEQ, mas também nos demais conteúdos e de outros componentes curriculares. Desse modo, entendemos que o estudo de Tabela Periódica, onde se inclui as PPEQ, é um tema (no mínimo) desafiador, não só pela dificuldade em compreender significativamente a organização desses elementos químicos, bem como suas propriedades periódicas.

1.5– APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

1.5.1 – Aprendizagem ativa: UM ENTENDIMENTO INICIAL

No final do século XIX, sob um cenário estruturado em contrariar a postura passiva das escolas tradicionais, fundamentando-se na experiência e na atividade, privilegiando o protagonismo do estudante, se iniciava a edificação pedagógica da metodologia ativa. Esse movimento surgiu em 1889, na Inglaterra, fundado por Johann Friedrich Herbart, intitulado de “*New School*”, tratada como proposta inovadora e experimental, objetivando perspectivas educacionais que ultrapassassem as metodologias passivas das escolas tradicionais. No entanto, no Brasil, o movimento escolanovista, também identificado como escola ativa, só foi inaugurado em 1920 por Sampaio Dória, em São Paulo, contrapondo-se às metodologias tradicionais, e logo após, vários estados brasileiros já haviam reformulado sua proposta curricular à luz da escola ativa (ARAUJO, 2015).

Assim, a necessidade em superar o ensino tradicional que só reproduz e instrumentaliza as resoluções de questões no modo automático é fundamental. Necessitamos de uma aprendizagem que possibilite o sujeito problematizar e refletir as suas vivências, levando ao real e concreto, focando e dialogando com os estudantes, promovendo sua identidade e envolvimento ao processo. Tal importância em ultrapassarmos os modelos pedagógicos convencionais, é notória e reconhecida há muito tempo por Dewey (1950), Freire (2003, 2009), Novack (1999), Saviani (2013), entre outros teóricos.

Nesse sentido, aprender pressupõe uma reconstrução dos saberes que permite diferentes tipos de relações entre fatos e objetos, contribuindo para uma reconstrução e a produção de novos conhecimentos, a partir de situações que exprimem a complexidade dos problemas da sociedade atual (DEMO, 2004). Assim, novas competências e habilidades são exigidas no processo, possibilitando modificações na percepção e na forma de nos relacionarmos com o mundo, alterando a forma mecanicista, dissociada, competitiva e hegemônica para uma postura omnilateral e integradora.

Silberman (1996) resume bem os princípios das metodologias ativas de aprendizagem, onde a prática de ensino promove ao estudante as atividades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar. Dessa forma, as metodologias ativas de ensino estão centradas no estudante, possibilitando o desenvolvimento dos mesmos no processo de aprendizagem, favorecendo a autonomia, a criticidade, a reflexão, a curiosidade e promovendo o surgimento de ideias a partir de suas experimentações, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, contribuindo para a sua autonomia. Assim, o uso de situações reais ou simuladas é utilizado nas metodologias ativas objetivando criar condições de solucionar, em diferentes níveis, os desafios das atividades essenciais da prática social (BERBEL, 2011).

Além disso, as metodologias ativas tem uma função bem definida, colocar os estudantes como protagonistas do processo de sua própria aprendizagem, gerando uma participação efetiva, pois exigem ações e construções mentais diversificadas, como por exemplo, leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses,

classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, construção de sínteses e aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisões (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014).

Para alguns teóricos como Meyers e Jones (1993) e Morán (2015), a expressão metodologias ativas, pode ser compreendida como aprendizagem significativa, pois elas contribuem para os avanços reflexivos, generalização, integração cognitiva e reelaboração de novos saberes. Para Paulo Freire (1996), as metodologias ativas contribuem para a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção de novos conhecimentos.

Moran (2015) destaca o papel de curador e de orientador do professor que se utiliza do método ativo:

Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhor preparados, remunerados, valorizados. Infelizmente não é o que acontece na maioria das instituições educacionais (MORAN, 2015, p. 24).

Nesse sentido, o uso das metodologias ativas necessita que o professor adote uma postura questionadora das suas práticas gerando a ação-reflexão-ação do processo de ensino e aprendizagem possibilitando soluções. Dessa forma, Beier, et al. (2017) reforçam que as metodologias ativas colocam os estudantes como protagonistas de seu próprio aprendizado, assim percebe-se o estímulo à crítica e à reflexão, incentivadas pela postura orientadora do professor.

Por fim, sendo o aluno o centro desse processo, as metodologias ativas possibilitam trabalhar a aprendizagem de forma mais participativa, partindo de uma colaboração desses sujeitos ativos num processo mental mais elaborado, como análise, síntese e avaliação de situações que os envolvem, tendo o professor o papel de mediador, ativador e facilitador desse processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, as aprendizagens ativas podem ser classificadas como sendo atividades que ocupem os estudantes em fazer algo, ou seja, permitindo-os a uma

postura crítico-reflexiva das suas ações (BONWELL; EISON, 1991; SILBERMAN, 1996).

1.5.2 – Aprendizagem ativa no Ensino de Química

Sabe-se que as metodologias ativas estão intimamente ligadas as novas propostas educacionais visando uma educação de qualidade. Ademais, as competências (mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) definidas pela BNCC, Base Nacional Comum Curricular, estabelecendo a resolução de múltiplas necessidades no âmbito da vida cotidiana, da cidadania e do trabalho (BRASIL, 2015), compreende que a “educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza” (BRASIL, 2013), visando garantir uma educação de qualidade, ancorada na LDB.

Dessa forma, a BNCC (BRASIL, 2015) tem como objetivo delinear caminhos para uma aprendizagem e desenvolvimento garantindo aos estudantes uma Educação Básica de qualidade em sua jornada escolar possibilitando:

- Desenvolver, aperfeiçoar, reconhecer e valorizar suas próprias qualidades, prezar e cultivar o convívio afetivo e social, fazer-se respeitar e promover o respeito ao outro, para que sejam apreciados sem discriminação;
- Participar e se aprazer em entretenimentos de caráter social, afetivo, desportivo e cultural, estabelecer amizades, preparar e saborear conjuntamente refeições, cultivar o gosto por partilhar sentimentos e emoções, debater ideias e apreciar o humor;
- Cuidar e se responsabilizar pela saúde e bem-estar próprios e daqueles com quem convive, assim como promover o cuidado com os ambientes naturais e os de vivência social e profissional, demandando condições dignas de vida e de trabalho para todos;
- Se expressar e interagir a partir das linguagens do corpo, da fala, da escrita, das artes, da matemática, das ciências humanas e da natureza, assim como informar e se informar por meio de vários recursos de comunicação e informação (BRASIL, 2015, p. 7).

Ainda mais, para aproximar das necessidades atuais da sociedade, as metodologias ativas de ensino e aprendizagem tem se desenvolvido bastante na área das tecnologias digitais (DIESEL, 2016). Porém, é preciso ressaltar que não existe um tipo “correto” de tecnologia para o desenvolvimento de metodologias ativas, mas sim a intencionalidade em elaborar situações em que os estudantes possam ser protagonistas ativos desse processo.

Além disso, Morán (2018, p. 19) afirma que escolas com propostas de aprendizagem ativa têm seguido modelos focando em “problemas, desafios relevantes, jogos, atividades e leituras, combinando tempos individuais e tempos coletivos; projetos pessoais e projetos de grupo”. Assim, a criatividade aliada às várias tecnologias pode corroborar para uma gama de possibilidades, diversificando o desenvolvimento dessas metodologias ativas.

Portanto, em consonância com outros países e reforçada pela BNCC, em prol de um ensino médio de caráter amplo, essencial para a formação cidadã, considerando a necessidade de situações interdisciplinares e contextualizada, as metodologias ativas se torna uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento deste processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO 2: MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

2.1 – MODELOS NA EDUCAÇÃO

Inicialmente, é necessário levarmos em conta algumas considerações acerca da palavra “modelo”, pois a mesma apresenta, a depender do contexto, uma variedade de sentidos, desde manequim, miniatura/maquete, imitação, produto etc. (JUSTI, 2006). Provavelmente por isso, muitas pessoas acreditem que modelos é uma cópia fiel, em escala menor, da realidade. Mas, de certo, os modelos estão associados, de alguma forma, a necessidade humana de compreender, representar e expressar os fenômenos a nossa volta, uma leitura de mundo.

Assim, Lima e Nuñez (2004) consideram o uso de modelos como importantes subsídios para representar o conhecimento científico e, fundamentalmente, para o seu desenvolvimento.

Por outro lado, Pilar (1968) entende que modelos simulam a realidade a partir de uma construção imaginária (livre) de um objeto ou processo, permitindo uma análise teórica embasada em teorias e leis.

Ainda por cima, segundo Castro (1992), os modelos são incompletos, pois se trata de uma representação fragmentada de um aspecto da realidade, em relação ao sistema que se pretende reproduzir, por se tratar de um sistema mais complexo.

Ademais, Giordan e De Vecchi (1996) classificam os modelos como uma estrutura referencial construída, auxiliando os professores a superar as barreiras na cognição dos conceitos, ‘ servindo como imagem analógica, permitindo materializar uma ideia ou conceito, diretamente assimilável.

Para Vosniadou (2002), o ser humano, na busca de compreender o universo que o cerca, elabora a construção de modelos de forma inerente a sua cognição. Nesse sentido, a forma como as pessoas tentam compreender o mundo, normalmente, é expressa por modelos, principalmente, em se tratando de situações em que as respostas não estão associadas aos seus conhecimentos prévios.

Ainda mais, para Gilbert e Boulter (1995), os modelos devem ser definidos como a “representação de uma ideia, um objeto, um evento ou um sistema” e caracterizam os modelos em: modelo mental, uma representação de uma ideia

peçoal, sem um ponto de partida necessariamente; o modelo expresso, uma versão de um modelo mental, expressado por uma fala, ação ou escrita de um indivíduo; o modelo consensual, um modelo expresso que foi testado pela comunidade científica, por exemplo, apresentando mérito e, por fim, o modelo didático, um modelo elaborado para auxiliar na compreensão de um modelo consensual.

Por outro lado, para Borges (1999), os modelos mentais são construídos e executados nas mentes das pessoas, auxiliando na resolução de problemas e questões, elaborando conhecimentos inerentes ao contexto. Desse modo, o desenvolvimento e aplicação dos modelos mentais possibilitam a integração das ideias elaboradas desses conhecimentos intrínsecos ao modelo mental, passando a fazer parte do seu sistema conceitual.

Além disso, a atividade de construção de um modelo mental pode ser elaborada individual ou coletivamente, desencadeando em ações, falas, escrita ou outra forma simbólica (MILAGRES, 2001), um modelo expresso, pois se trata daquilo que conhecemos de um modelo mental (GILBERT E BOULTER, 1995). Por outro lado, Milagres (2001) salienta que o modelo expresso pode divergir do modelo mental de partida, seja por uma linguagem inapropriada para expressar uma ideia, ou mesmo pela complexidade da mesma, sendo fundamental que o professor possa reconhecer, principalmente, os pontos divergentes de tais limitações ao acesso e desenvolvimento desses modelos, relevante ao nível de abstração.

Por outro lado, segundo Gilbert e Boulter (1998), no que tange os modelos didáticos, sua aplicação promove a compreensão dos modelos consensuais pelos estudantes, assim, um modelo mental mais próximo do modelo consensual é desenvolvido a partir do modelo didático. Nesse sentido, a busca por metodologias inovadoras que possibilitem a promoção de uma aprendizagem mais significativa, tem sido uma necessidade frequente para pesquisadores, sobretudo, diante dos inúmeros trabalhos publicados que visam aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem. Para Gilbert e Boulter (1998), um recurso pedagógico atrativo é o uso de modelos didáticos nesse processo.

Nesse sentido, para Milagres (2001), os modelos didáticos tem o intuito de promover a compreensão dos modelos consensuais. Porém, sua construção é um processo trabalhoso, necessitando a preservação da estrutura do modelo consensual, além de está associado aos conhecimentos prévios dos estudantes para que eles construam a partir de sua própria percepção.

Segundo Della Justina et al. (2003), o modelo didático reproduz a realidade de forma organizada e concreta, correspondendo a um sistema figurativo, sendo mais facilmente assimilado pelo estudante.

Além disso, para Cavalcante; Silva (2008), a conexão entre teoria e prática, bem como a experimentação, está intimamente ligada aos modelos didáticos. Nesse sentido, é possível obter uma análise crítico-reflexiva de mundo, além de promover um suporte para compreensão de conceitos e o desenvolvimento de habilidades e competências pelos os estudantes.

Para Krapas et al. (1997), o modelo didático é a representação simplificada de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema que está sendo estudado, com o intuito de promover a compreensão significativa destes mesmos objetos por parte dos estudantes. Assim, os modelos didáticos são formas diferentes de demonstrar os modelos consensuais em forma de objetos concretos, analogias, simulações, desenhos etc., e não apenas uma forma superficial do mesmo.

Nesse sentido, Gilbert e Boulter (1998) sugere que um sistema-alvo a ser ensinado deve ser determinado pelo professor em um conteúdo específico e após a verificação dos modelos consensuais ligados a ele, se constrói um modelo pedagógico (didático). Assim, esse modelo pedagógico servirá como base para a construção do modelo mental pelo estudante (do sistema-alvo) mais próximo do modelo consensual. Porém, a elaboração dos modelos mentais não necessita ser tecnicamente perfeita, mas sim essencialmente funcional, senão são descartados pelo indivíduo (GILBERT; BOULTER, 1997).

Portanto, como citado por Gilbert e Boulter (1995), os modelos didáticos são desenvolvidos no intuito de facilitar a aprendizagem dos estudantes. Mas, cabe ressaltar que a construção dos modelos didáticos constitui-se não somente como ferramenta didática em sala de aula para os estudantes, mas também como um referencial reflexivo acerca do estudo científico.

2.2 – MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM OLHAR NECESSÁRIO

A modelagem (FERREIRA, e JSTI, 2008), como ficou conhecida no Brasil, é um processo de atividades que relacionam a construção, adaptação e validação de

modelos no ensino de Ciências com contribuições robustas de Justi e Gilbert (2002), mas, inicialmente, introduzida por Clement (1989). Nesse sentido, a modelagem é uma estratégia didática importante para o processo de ensino-aprendizagem em ciências, fundamentando-se em atividades investigativas objetivando a construção, adaptação e validação de modelos (FERREIRA, e JUSTI, 2008).

Um dos termos mais amplos para a modelagem é de um processo de produção de modelos, vide em qualquer dicionário. Porém, para modelagem se inclui a utilização de modelos, bem como sua validação, não somente sua produção (JUSTI, 2015). Dessa forma, a modelagem é uma atividade que permite ao estudante explorar seu objeto de estudo, visualizando conceitos abstratos, desenvolvendo conhecimentos mais amplos (CLEMENT, 2000).

Segundo Ferreira e Justi (2008), a utilização da modelagem (produção, utilização e validação) no estudo de ciências possibilita uma sinergia entre o conceito abordado e a modelagem, dessa forma, contribuindo para o desenvolvimento e a elaboração de novos saberes. As autoras ainda afirmam que essa experiência permite que os estudantes percebam a abrangência e as limitações relacionadas na elaboração da construção do conhecimento concebendo-o como refutável, sentido contrário à exatidão como é posto no contexto escolar tradicional.

Ademais, Gomes e Ferracioli (2006), destacam a utilização da modelagem como uma possível forma promissora de acessibilidade aos modelos mentais elaborados pelos os estudantes, mesmo com suas concepções, normalmente, aquém do modelo mental idealizado inicialmente por eles. Além disso, os autores sugerem que tais atividades podem ser realizadas, em sala de aula, com materiais de baixo custo (papel, cola, tinta etc) e também tecnologias digitais.

Ainda mais, a modelagem pode propiciar o surgimento de habilidades investigativas referente ao sistema em estudo, segundo Maia (2009), desenvolvendo a necessidade em ampliar o conhecimento; a seleção de modelos prévios apropriados; a integração de ideias, modelos prévios e informações para a construção de modelos delimitando os objetivos desejados; e analisar a abrangência e limitações alcançadas pelo modelo sugerido. Nesse sentido, a modelagem além de corroborar para uma melhor compreensão dos conceitos estudados, pode estimular a elaboração de argumentos pelos estudantes, destaca Mendonça (2011).

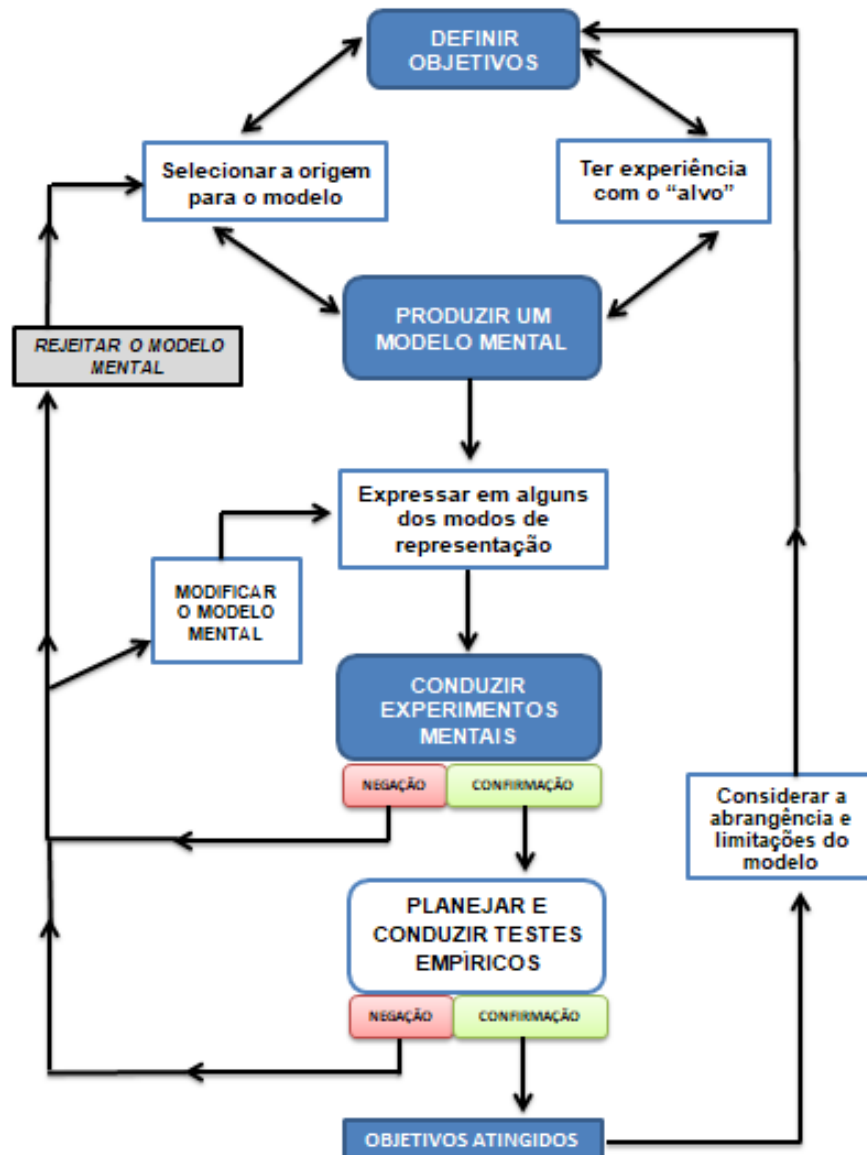
Nesse sentido, Justi e Gilbert (2002), utilizando alguns pontos formalizados inicialmente pela proposta de Clement (1989), dinamizaram a utilização da modelagem como estratégia didática, propõe um diagrama intitulado “Modelo de Modelagem”, criado a partir de suas investigações acerca das implicações pelo uso de modelos no âmbito educacional, e a compreensão dos professores sobre a natureza da modelagem nesse contexto, sugerindo etapas essenciais ao processo de desenvolvimento de modelos.

Assim, tomando como base o diagrama proposto por Justi e Gilbert (2002), intitulado de “Modelo e Modelagem” (figura 1), onde se propõe um modelo cognitivo da ciência apoiado no trabalho dos cientistas, porém, de forma mais simplificada, podemos observar todas as etapas envolvidas no processo e como elas se relacionam. Assim, todas as etapas e processos mencionados no diagrama são características necessárias à construção de modelos, seja de forma consciente (cientistas), ou inconsciente (estudantes e pessoas leigas), (FERREIRA e JUSTI, 2008).

Assim, segundo Justi e Gilbert (2002), inicialmente, consideraram o fenômeno a ser estudado, inicia-se a elaboração de um modelo, delimitando-se aos aspectos relevantes à análise do fenômeno. Seguiu-se, então, a construção de um modelo mental referente ao seu objeto de estudo, considerando modelos anteriores, modificações em modelos já utilizados, ou criação do seu próprio modelo. Dessa forma, para elaboração do modelo mental é necessário que os envolvidos tenham ciência do fenômeno em análise, ou parâmetros (teóricos ou empíricos) para subsidiá-los nesse processo.

Além disso, é necessário definir a forma que o modelo será expresso, após a construção do modelo mental. Nesse ponto, segundo Justi (2002), pode haver um ciclo de modificações entre os modelos mental e expresso, a fim de alcançarem adequações necessárias, até que ambos se apresentem de forma satisfatória um ao outro.

Figura 1: Diagrama "Modelo e Modelagem"



Fonte (JUSTI E GILBERT, 2002, p. 357)

Logo após, como sugere a autora, devemos submeter à fase de testes o modelo expresso obtido. Então, testa-se de duas formas: através de experimentos mentais ou empíricos. Então, esta fase pode ser desenvolvida aplicando sucessivamente os dois meios ou apenas pela aplicação de um único, a depender do modelo trabalhado, dos conhecimentos prévios dos envolvidos, bem como dos recursos disponíveis no processo. Nesse instante, a autora sugere aplicar ao modelo expresso em várias experimentações mentais a fim de avaliar sua abrangência e limitações relativas aos testes mentais.

Além disso, ocorrendo falhas na fase de testes, Justi (2002) considera que temos a possibilidade de retornarmos ao ciclo propondo alterações, ou ainda, o descarte do modelo, a depender dos resultados obtidos nos testes. Dessa forma, é importante rever os elementos aplicados na construção do modelo. Porém, atingindo os objetivos na fase de testes, sua socialização pode ser disponibilizada.

Nesse momento, uma fase importante para que seja analisada a abrangência e limitações referentes ao emprego do modelo bem sucedido, é a sua apresentação a terceiros que possibilita o reconhecimento de sua validação ou não, afirma Justi (2002). Além disso, havendo refutação de alguma etapa anterior ao processo de construção do modelo, nesse momento, outras opiniões podem ser consideradas relevantes e o modelo retornará ao ciclo de elaboração.

Portanto, Ferreira (2013) sugere a importância do incentivo do uso da modelagem, sobretudo, com os futuros docentes é de suma importância, porque se entende que há uma promoção significativa no processo de ensino-aprendizagem, onde o “fazer ciência” é consolidado verdadeiramente.

Por fim, no intuito de promover uma alternativa ao ensino de química fragmentado, descontextualizado da realidade dos estudantes, ou seja, o ensino puramente mecanicista (tradicional), a modelagem se apresenta como um caminho fértil e eficiente, segundo Ferreira (2013). Dessa forma, acreditamos que ao levarmos uma proposta metodológica de ensino embasada na experiência, ou seja, um processo ativo de ensino-aprendizagem, os estudantes são convidados na modelagem a projetar e construir o “fazer ciência”, estimulando ao levantamento de hipóteses, testar soluções, errar, repensar em novas possibilidades e novos testes. Nesse sentido, pensamos do mesmo modo que Ferreira (2013), onde essa postura pedagógica ativa de construção do conhecimento passa a ter mais sentido, além de possibilitar o desenvolvimento de um olhar crítico-reflexivo dos envolvidos de forma omnilateral.

2.3 – MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Historicamente, a ciência usa de forma satisfatória os modelos para esclarecer diversos fenômenos, principalmente no estudo da Química. Além disso,

segundo Lima e Nuñez (2004), pesquisas posteriores mostraram que esses esclarecimentos tinham caráter provisório, até que sua validação fosse consolidada, após refutações de ideias anteriores, podendo ocorrer modificações nos mesmos, possibilitando avanços nos modelos e teorias.

Além disso, outro ponto importante é a necessidade em articular as ideias entre o mundo micro e macro diante das dificuldades na compreensão dos estudantes. Nesse sentido, abordagens dos níveis representacionais no estudo de química são citadas por vários pesquisadores como Mortimer (2000), Bruner (1966), Johnstone (1982), Gilbert e Treagust (2009), Cardellini (2012), assim, os modelos didáticos construídos auxiliam na compreensão dos fenômenos químicos (no nosso caso), recorrendo a interpretações através do uso desses modelos explicativos.

Dessa forma, aprender ciências se faz necessário levar os estudantes a uma reflexão inicial sobre os conceitos abordados, construindo e reconstruindo ideias apresentadas pelos próprios estudantes, usando experimentos como ferramenta norteadora (LIMA, 2004).

Por outro lado, segundo Cavalcante e Silva (2008), os estudantes conseguem relacionar teoria (leis, princípios, etc) e a prática (trabalhos experimentais) através da experimentação de modelos didáticos, possibilitando atividades que os condicionem para a compreensão dos conceitos, corroborando para o desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, agregando reflexões acerca do mundo a sua volta.

Ainda mais, os modelos didáticos, segundo Lima (2007), fazem parte de um processo de negociação e construção de significados, utilizados como ferramentas mediadoras entre os modelos elaborados pelos estudantes e os modelos científicos. Assim, Francisco Júnior (2010, p. 146) destaca a relação entre os modelos didáticos e a promoção à educação, integrada a esse conjunto de procedimentos.

Ademais, os modelos estão intimamente ligados à construção do conhecimento científico, haja vista sua relação norteadora no processo de ensino e aprendizagem em Ciências na Educação Básica serem temas em destaque no cenário das pesquisas nacionais (CHASSOT, 2003; NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005; LIMA; NÚÑEZ; SOARES, 2005; JUSTI, 2006) e internacionalmente (GROSSLIGHT; JAY; SMITH, 1991; GILBERT, S., 1991; TREAGUST, 1996, 2000a; ISLAS; PESA, 2001; JUSTI; GILBERT, 2001, 2002) nos últimos tempos.

Além disso, algumas orientações básicas sobre uso de modelos no ensino de Química é uma questão sugerida nos PCNs para o ensino médio, sobretudo, no estudo de química, visando uma compreensão do mundo macroscópico, servindo como ponto de partida para a construção de modelos do mundo microscópico, (BRASIL, 1999b). Dessa forma, o documento propõe uma apresentação menos rebuscada a fim de promover um entendimento dos fenômenos macro e microscópicos, colaborando prever e explicar novos fatos, possibilitando o desenvolvimento de novas habilidades.

Nesse sentido, os modelos explicativos são ressaltados pelos PCN+, servindo como orientações aos Parâmetros Curriculares Nacionais, sugerindo que “ [...] a Química deve ser apresentada sobre o tripé; transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos” (BRASIL, 2002, p. 87) . No entanto, apesar das importantes pesquisas desenvolvidas acerca do assunto (modelos), além das orientações nos documentos oficiais, anteriormente citados, sobre a relevância do uso de modelos no ensino de Ciências, nesse caso, o ensino de Química, constata-se poucos livros didáticos, no cenário nacional, abordando o estudo de química por esta perspectiva (LIMA, 2004).

Ademais, Harrison e Treagust (2000) entendem que os modelos fazem parte do pensamento científico e sua utilização no ensino de Ciências, sobretudo, no ensino de química. Inclusive, esses autores entendem que a ciência e os modelos exploratórios são indissociáveis no processo de ensino-aprendizagem, pois os modelos são os produtos da ciência e dos métodos. Dessa forma, Harrison e Treagust (2000) consideram que os modelos sejam apresentados como uma construção humana, com potencialidades e limitações, mesmo que a maioria dos professores e dos livros didáticos ainda persista em não contemplá-las.

Inclusive, Hodson (1992), Justi e Gilbert (2002) validam também a importância dos trabalhos com modelos nas aulas de Ciências. Eles compreendem que para aprender Ciências é necessária a compreensão dos principais modelos científicos correlacionados aos conteúdos abordados em aula, possibilitando a reflexão sobre a sua abrangência, bem como suas limitações, promovendo ao estudante a criação dos seus próprios modelos, expressão e validação dos mesmos.

Assim sendo, Barab et al. 2000, reforça que o ensino através da construção de modelos enriquece o aprendizado com contextos diversos, além disso, encoraja a participação dos estudantes de maneira colaborativa, promovendo uma

aprendizagem participativa na construção de significados, conceitos e representações. Ademais, Clement (2000), defende o uso de modelos didáticos na colaboração e promoção de um ensino significativo para os estudantes, mas não somente dando “explicações satisfatórias”, mas também desenvolvendo, flexibilizando e transferindo o conhecimento em diferentes contextos.

Desse modo, Justi (2006) defende que a construção (modelagem) e a utilização do modelo são dois momentos no processo de aprendizagem por modelos. No primeiro momento, a construção, cria-se uma estrutura representativa, assim, desenvolve-se uma forma científica de pensar. Já no segundo momento, ao utilizar o modelo, torna-se mensurável a situação representada por este. Como resultado, a atividade desse processo permite ao estudante perceber a complexidade e as limitações associadas no desenvolvimento do conhecimento, colocando-os em contato com dúvidas e incertezas, oposto do que normalmente é apresentado nas escolas (FERREIRA, 2008).

Portanto, sobre modelos didáticos, concebemos também as considerações propostas por Islas e Pesa (2003), onde os modelos didáticos (pedagógicos) são utilizados com o intuito de colaborar para construção de modelos mentais adequados, produzidos pela própria comunidade escolar, facilitando a compreensão dos modelos científicos e conseqüentemente promovendo uma visão de mundo mais ampla.

CAPITULO 3 – CAMINHO METODOLÓGICO

Levando-se em conta a relevância e a necessidade para uma investigação científica clara, nos propomos a abordar a metodologia proposta por Bardin (2011), correspondendo ao caminho a ser trilhado nas etapas de investigação. Desse modo, o nosso trabalho segue as três fases: 1 – a pré-análise; 2 – a exploração do material e 3 – tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

3.1 – ESCOLHA DO LIVRO DIDÁTICO

Por se tratar de uma temática abordada de forma homogênea em todos os LDQ disponíveis no PNLD 2018, optou-se por analisar apenas o LD Química – Ensino Médio de Eduardo Fleury Mortimer e Andréia Horta Machado, 3ª edição, São Paulo, 2017, da Editora Scipione, utilizado na Estadual Princesa Isabel, Maceió – AL, ambiente de trabalho do pesquisador.

3.2 – EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

Este estudo se trata de uma pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo que teve como objetivo identificar se a abordagem do conteúdo de PPEQ no LDQ mencionado favorece aos estudantes possibilidades para a promoção de AC mediante a identificação elementos IAC proposto por Pizarro (2014).

O LDQ analisado é dividido em nove capítulos, organizados em conteúdos, projetos, questões preliminares, boxes (Além da Química; Um Pouco de História e Cálculos), exercícios, seções extras (Reflexão; Investigação e Na Internet) e questões de exames. Além disso, o LD apresenta 288 páginas, sendo o Capítulo 6, onde se encontra o tópico a ser analisado, com 65 páginas, dessas, apenas 15 páginas (entre conteúdos e exercícios) são referentes ao tema PPEQ.

Nosso objeto de estudo é o livro didático de química, mais precisamente descrito acima, constituindo o nosso *corpus* de análise. Segundo Bardin (2011, p. 126) o *corpus* é “o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”. Dessa forma, para atingirmos os objetivos do nosso trabalho, anteriormente apresentado na parte introdutória da nossa pesquisa, utilizamos como método a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das 61 mensagens, indicadores (qualitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (p. 42)

As etapas propostas por Bardin (2011) são organizadas dividindo-se em três fases: **1** – pré-análise; **2** – exploração do material e **3** – tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Nessa primeira fase, segundo a autora, a pré-análise, serve para organizar o material a ser investigado de forma sistemática as ideias iniciais, estabelecer indicadores para a interpretação das informações coletadas, compreendendo: a leitura flutuante; a escolha dos documentos (*corpus* de análise); formulação das hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores.

Além disso, Bardin (2011) ressalta a importância na escolha dos dados a serem analisados, sugerindo quatro regras: **1** – exaustividade; **2** – representatividade; **3** – homogeneidade e **4** – pertinência.

Em se tratando da exaustividade, Bardin (2011) estabelece que essa regra, independentemente de qualquer razão, não se deve excluir da pesquisa nenhum dos elementos, posto o significado do ato de exaurir.

Nesse sentido, pela regra da exaustividade, segundo Bardin (2011), devemos coletar todos os elementos necessários para a construção do nosso *corpus*, porém, em nosso trabalho, por se tratar de um tópico específico, as PPEQ, similarmente recorrente nos demais LDQ disponíveis no PNLD vigente, nos direcionou a análise do livro didático de química volume 1 (Química – Ensino Médio de Eduardo Fleury Mortimer e Andréia Horta Machado), 3ª edição, da Editora Scipione, utilizado pela instituição de trabalho do pesquisador.

Dessa maneira, com um único livro a ser analisado, no tocante a temática PPEQ, somos direcionados a segunda regra definida por Bardin (2011), a regra da representatividade, onde

a análise pode efetuar-se numa amostra desde que o material a isso se preste. A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Neste caso, os resultados obtidos para a amostra serão generalizados ao todo. (BARDIN, 2011, p. 127)

Ademais, como o nosso trabalho visa à análise de um tópico específico do LDQ supracitado, as PPEQ, considerado como uma amostra significativa, tendo em vista que todos os elementos necessários para a constituição do *corpus* estão sendo considerados, não sendo deixado de fora da pesquisa.

Como o nosso material em questão foi aprovado no PNLD 2018, se adequando assim a regra da homogeneidade, a terceira regra proposta por Bardin (2011, p. 128). Nesse sentido, a autora sugere nessa regra que “os documentos retidos devem ser homogêneos, isto é, deve obedecer a critérios preciosos de escolha, não apresentar demasiada singularidade fora desses critérios”. Além disso, referente à regra da pertinência, a autora estabelece que “os documentos retidos devem ser adequados enquanto fonte de informação, de modo a corresponder ao objetivo que suscita a análise” (BARDIN, 2011, p. 128).

Nesse sentido, já que nosso objetivo é identificar se a abordagem do conteúdo de PPEQ no LDQ analisado favorece aos estudantes possibilidades para a promoção de AC mediante a identificação elementos IAC proposto por Pizarro (2014). Dessa forma, o nosso material de análise se enquadra dentro das características das regras determinadas pela autora.

A partir dos Indicadores de Alfabetização Científica e suas respectivas descrições feitas por Pizarro (2014), definimos o procedimento de análise a ser realizado no tópico PPEQ. Dessa forma, baseando-se nos IAC descritos pela autora, o objetivo passou a ser a possibilidade de identificação e análise desses indicadores no tópico referido.

Depois desse primeiro contato com o material, sentimos a necessidade de elaborarmos um formulário visando instrumentalizar a nossa análise, codificando o material em categorias, como proposto por Bardin (2011), caracterizando assim a exploração do material. Esse formulário foi elaborado a partir do quadro dos IAC proposto por Pizarro (2014), onde a autora os descreve. Dessa forma, a intenção da adequação dos IAC no formulário é que consigamos identificar mais facilmente a

presença, ou não, desses IAC no LDQ. Assim, a partir dessa ótica, foi elaborado o formulário apresentado no apêndice A.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS

Os IAC propostos por Pizarro (2014) nos oferecem a oportunidade de visualizarmos os avanços dos estudantes, evidenciando algumas habilidades e competências inerentes ao “fazer científico”, bem como nos oferecem pistas para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas para promoção da AC. Porém, o nosso objetivo é diferente do proposto por Pizarro (2014), pois focamos na análise do LDQ e por isso elaboramos um formulário seguindo algumas adaptações necessárias para atingirmos o objetivo da nossa pesquisa.

Com o auxílio do formulário elaborado, foram analisadas, individualmente, a frequência de possíveis elementos IAC (textos, gráficos, tabelas, exemplos, questões, imagens, esquemas, etc.) nas páginas referentes ao tópico de PPEQ (quinze no total). Para tornar a identificação mais prática desses elementos IAC, previamente foram utilizadas etiquetas de marcação para identificação e levantamento dos dados a partir do formulário.

Delineada a análise no tópico em PPEQ, tivemos a nossa primeira impressão ao realizarmos a leitura para análise do material. Assim, esse primeiro contato com o LD, como proposto por Bardin (2011), pode ser caracterizado como uma leitura flutuante do material em questão, onde foram, inicialmente, estabelecidos contatos como os documentos a fim de analisá-los e conhecê-los, permitindo o contato com as impressões e orientações, tornando a leitura mais precisa.

Depois do primeiro contato com o LD, por meio da leitura flutuante proposta por Bardin (2011) e auxiliado pelo formulário dos IAC (codificação do material), identificou-se a presença de elementos significativos no tópico de PPEQ. Entretanto, mesmo com a presença de tais IAC, não podemos garantir sua promoção, pois a proposta pedagógica adotada pelo professor, assim como a postura dos estudantes ao utilizarem o LD será essencialmente relevante para o seu desenvolvimento.

Dessa forma, foi analisado no tópico de PPEQ se o LDQ disponibilizava elementos (textos, gráficos, tabelas, exemplos, questões, imagens, esquemas, etc.) que pudessem estabelecer relações (oral e/ou escrita) entre o conhecimento teórico, a realidade vivida e o meio ambiente, para a caracterização do IAC ARTICULAR IDEIAS.

Além disso, foi verificado também se o LDQ disponibilizava alguma atividade (problemas, desafios, respostas, questionamentos, etc.) que promovessem o envolvimento dos estudantes, permitindo-lhes solucionar suas próprias questões (apoando-se nos conhecimentos científicos adquiridos) e divulgando-as em sala de aula para identificação do IAC INVESTIGAR.

Depois, foi investigado se o LDQ apresentava elementos em que os estudantes pudessem compreender e defender seus argumentos (intrínsecos e/ou adquiridos) em debates e que valorizasse a diversidade de ideias para constatação do IAC ARGUMENTAR.

Ademais, foi analisado também se o LDQ possibilitava a realização de leituras de elementos para o reconhecimento típico do gênero científico (dentro ou fora da escola) para evidenciarmos o IAC LER EM CIÊNCIAS.

Também, foi examinado se o LDQ apresentava situações para a produção textual (gráficos, tabelas, relatórios, etc), facultando um posicionamento crítico ou científico, articulando e argumentando seus conhecimentos a fim de identificarmos o IAC ESCREVER EM CIÊNCIAS.

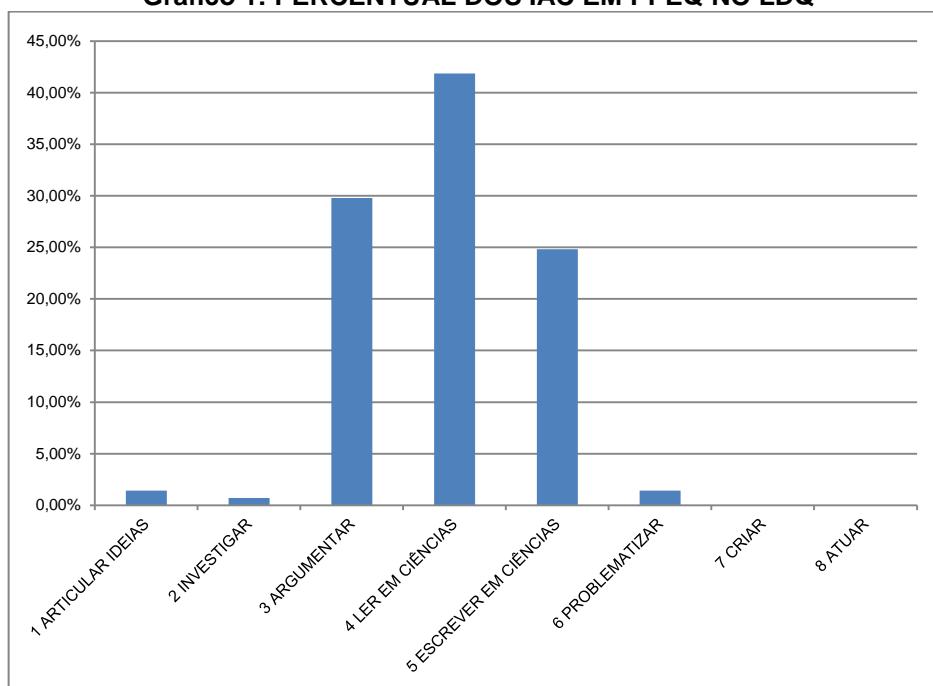
E, para denotarmos o IAC PROBLEMATIZAR, foi verificado se o LDQ oferecia ao estudante elementos que oportunizassem o levantamento de questões e a busca por informações em fontes diversificadas acerca do uso e impactos da ciência na sociedade e no meio ambiente.

Ainda mais, foi apurado se o LDQ ofertava possibilidades para que os estudantes apresentassem novas ideias, argumentos, posturas e soluções na ciência e no fazer científico para identificarmos o IAC CRIAR.

Ademais, verificamos se o LDQ predispunha a imersão dos estudantes em situações que os permitissem compreender seu papel de agente de mudanças (multiplicador) para a constatação do IAC ATUAR.

Após a análise da incidência desses IAC no conteúdo de PPEQ do LDQ, os dados foram quantificados e organizados em forma de gráfico usando o Excel® como programa de plotagem.

Após essas análises obtivemos as seguintes constatações:

Gráfico 1: PERCENTUAL DOS IAC EM PPEQ NO LDQ

Fonte: O autor (2019)

Dessa forma, como podemos perceber, dos oito IAC propostos por Pizarro (2014), apenas três deles (menos de 40% do total), foram abordados no tópico das PPEQ de forma significativa. Entre eles, os IAC argumentar, ler em ciências, e escrever em ciências foi os que se destacaram. No entanto, os outros IAC, como articular ideias, investigar e problematizar se apresentaram raramente se comparado aos três primeiros. Além disso, identificamos dois IAC que não foi abordado em nenhuma situação no LD sequer, os IAC criar e atuar.

A partir dessa identificação (codificação), damos origem à categorização mencionada por Bardin (2006), consistindo na:

classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias, são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (p. 117).

Nesse sentido, como mencionada anteriormente, os IAC CRIAR e ATUAR se enquadram na categoria NÃO ABORDADO no tópico PPEQ do LD. Enquanto os IAC ARTICULAR IDEIAS, INVESTIGAR E PROBLEMATIZAR ficam na categoria RARAMENTE, seguidos de ARGUMENTAR, LER EM CIÊNCIAS, E ESCREVER EM CIÊNCIAS como DESTAQUE.

Assim, é compreensível que o IAC LER EM CIÊNCIAS tenha apresentado o maior percentual entre todos (acima de 40%), pois se trata de um LDQ com características inerentes ao mesmo, expressando os conteúdos, conceitos e leis através de textos, imagens, gráficos, esquemas etc. De certo, não estamos desconsiderando a importância dessa abordagem, mas também, por outro lado, visando uma formação mais ampla, como previsto pela BNCC, almejando garantir uma educação de qualidade, emancipatória; sentimos a necessidade em elaborarmos um produto educacional almejando a promoção de um maior número possível de IAC.

Além disso, entendemos que abordagem adotada pelos LDQ, em sua totalidade, no tocante PPEQ, apresentam muitas limitações para uma promoção mais ampla dos IAC proposto por Pizarro (2014). Com isso, pensamos num modelo atômico didático 3D interativo como proposta de ferramenta educacional no ensino das PPEQ. Descreveremos o nosso produto detalhadamente no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL

O nosso produto educacional é inspirado no modelo atômico de Niels Bohr, por contemplar satisfatoriamente o estudo de PPEQ, mesmo diante de suas limitações. Desse modo, pensamos num produto educacional de baixo custo, de fácil reprodução e utilização, almejando a promoção do protagonismo dos nossos estudantes, ampliando suas percepções e possibilidades acerca do conteúdo para além das competências e habilidades que o LDQ lhes oferece, como por exemplo, a oferta de possíveis situações envolvendo os IAC proposto por Pizarro (2014).

O nosso produto, o MAD (Modelo Atômico Didático), se caracteriza como uma proposta educacional, podendo ser utilizada como ferramenta tridimensional, interativa e didática para o ensino das PPEQ e assuntos correlatos, onde os estudantes (protagonistas) e professor (orientador) podem se envolver de forma ativa no processo de ensino-aprendizagem, se desvincilhando da proposta mecânica tradicional que o conteúdo normalmente é abordado nos LDQ.

5.1 – PRODUÇÃO DO MODELO ATÔMICO DIDÁTICO

5.1.1 – Materiais

Como mencionado anteriormente, o MAD é um modelo didático de baixo custo e fácil produção e aplicação, na sua maior parte, utilizando materiais facilmente encontrados no comércio e/ou em compras on-line. Assim, para sua confecção foram utilizados os seguintes materiais listados na tabela abaixo:

Tabela 1: MATERIAIS PARA A PRODUÇÃO DO MAD.

QUANTIDADE	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO
1 Kg	Barra de argila	Artesanato
10	Palitos para churrasco	Madeira/cilíndrico
1	Compasso	Escolar
1	Lápis	Escolar
1	Régua	Escolar

1	Papel	A4
1	Estilete	Escolar
1 pacote	Guardanapo	Macio
1 tubo médio	Cola	Branca
1	Copo	Tipo americano
100 mL	Água	Potável
7	Haste flexível de plástico com algodões em suas pontas	---
1	Forma metálica	24 cm x 30 cm
1	Papel filme	EVA
1 m	Linha para costura	Algodão/Poliéster
1	Barra de sabão comum	10x5x4 (c/l/h)
1	Papel alumínio	20 x 20 cm
1	Ímã de neodímio esférico	(N35) de 3 mm
1	Ímã de neodímio esférico	(N35) de 8 mm
1	Ímã de neodímio esférico	(N35) de 12,7mm
1 tubo	Supercola	Pequena
1 tubo 250g	Tinta branca Spray com verniz	Secagem rápida/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta verde escuro	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta laranja	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta roxa	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta amarela	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta rosa	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta azul	Fosco/PVA/artesanato
1 tubo/37 mL	Tinta verde claro	Fosco/PVA/artesanato
1	Pincel chato	Escolar/nº16
1	Tesoura	Escolar

Fonte: o autor (2019).

5.1.2 – Etapas da produção do Modelo Atômico Didático (MAD)

O MAD foi confeccionado em cinco etapas: 1 – medição dos hemisférios; 2 – modelagem dos hemisférios em argila; 3 – Modelagem dos hemisférios em papel; 4 – Acabamento e pintura dos hemisférios; e 5 – Base de fixação, estrutura do núcleo/elétron.

5.1.2.1 – Medição dos hemisférios

O modelo atômico didático (MAD) é constituído por sete níveis energéticos definidos. Para a determinação desses níveis energéticos foi levado em consideração a maior distância possível entre o núcleo e o elétron, representados respectivamente pelos ímãs esféricos de neodímio 8 e 3 mm de diâmetro. Essa maior distância entre núcleo e elétron deve apresentar interações eficientes entre seus campos eletromagnéticos, ou seja, deve haver atração efetiva entre as partes, determinando a maior distância atrativa entre eles.

Para tal determinação, foi preciso prototipar o MAD (figura 2). Foi necessário fixar um pedaço de linha de costura (20 cm) no ímã de 3 mm com a supercola (representação do elétron) e, em uma base de papelão, foi fixado com cola branca o ímã de 8 mm (representando o núcleo do modelo). Assim, ao testar, a maior distância apresentada com atração magnética efetiva (núcleo/elétron) foi de 4 cm, determinando o raio do último nível energético (7^o) do MAD. Assim, a determinação dos demais níveis, foi reduzido 0,5 cm em cada um dos outros seis níveis, chegando a 1 cm de raio no primeiro nível (4 cm/3,5 cm/3 cm/2,5 cm/2 cm/1,5 cm/ 1cm).

Figura 2: Protótipo do MAD



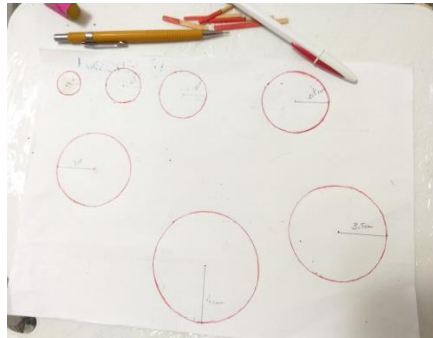
Fonte: o autor (2019)

5.1.2.2 – Modelagem dos hemisférios em argila

Nessa fase, já é conhecido os raios para cada nível energético do MAD (4 cm/3,5 cm/3 cm/2,5 cm/2 cm/1,5 cm/ 1cm), inicialmente, em uma folha de papel A4,

foram desenhadas as sete bases esféricas desses níveis para auxiliar a produção dos moldes dos hemisférios em argila, como podemos ver na figura 3.

Figura 3: bases esféricas do MAD



Fonte: o autor (2019)

Para a modelagem desses hemisférios em argila, foi necessário um “palito guia” com a mesma medida do raio da base esférica. Esse “palito guia” é uma alternativa para nos auxiliar na modelagem, possibilitando uma visão mais próxima do caráter tridimensional do produto (figura 4).

Figura 4: modelagem em argila



Fonte: o autor (2019)

Os hemisférios são moldados manualmente utilizando uma quantidade de argila suficiente para completar toda circunferência demarcada no plano, bem como seu preenchimento tridimensional (altura) auxiliado pelo “palito guia” fixado ao centro de cada base. Ao modelar a argila é necessário manipulá-la com as mãos levemente umedecidas para facilitar o acabamento, tornando a peça mais hemisférica possível (figura 5) sem ultrapassar os limites da base e da altura.

Figura 5: acabamento dos hemisférios



Fonte: o autor (2019)

Depois de concluída a modelagem dos níveis energéticos (hemisférios), colocar em uma forma metálica e esperar secar em local arejado e seco por 48h, ou por duas a três sessões 20 min em forno pré-aquecido a 160°C, intercalando por mais 15min com o forno desligado, até estarem completamente secos.

5.1.2.3 - Técnica de modelagem em papel

Nesse momento, já com os moldes em argila devidamente secos, foi utilizado o papel filme para embalar todos os moldes para evitar a aderência do papel na argila e facilitar o desenformar das peças.

Para esta parte do processo, foi utilizado uma mistura de 1:1 (cola branca e água), guardanapos cortados em tiras e hastes flexíveis com algodão nas pontas para umedecer a superfície do molde e em todo o processo de colagem.

Esse processo se inicia espalhando a mistura de cola e água na superfície do molde (já envolvido com o papel filme) (figura 6), aplicando em seguida as tiras de guardanapos até completar toda superfície do molde (figura 7). Ao finalizar cada camada, se faz necessário recobrir a superfície novamente com a mistura de cola e água para aplicação de mais uma nova camada (figura 8), intercalando durante todo o processo de colagem, totalizando cinco camadas de colagem.

Figura 6: distribuição de cola na superfície do molde



Fonte: o autor (2019)

Figura 7: colagem das tiras



Fonte: o autor (2019)

Figura 8: colagem de camadas



Fonte: o autor (2019)

Concluída a colagem das camadas em todos os hemisférios, secar em ambiente arejado e seco por 48h, ou ainda, utilizar aquecimento em forno pré-aquecido a 160°C em 4 a 5 sessões de 5 min cada, intercalando por 15 min com o forno desligado. Após a secagem das peças, com um auxílio de uma tesoura, corrigir as imperfeições das bordas, como mostra a figura 9.

Figura 9: acabamento dos hemisférios



Fonte: o autor (2019)

Agora, para que os hemisférios possam se encaixar e compor as esferas, representando os níveis energéticos do modelo, é necessário que um dos hemisférios tenha uma espécie de cinturão. Trata-se de uma tira de papel suficientemente grande para envolver toda a circunferência de cada hemisfério duas vezes (para promover uma rigidez). Essa tira de papel também deve colar na superfície do hemisfério e sobrar cerca de $\frac{1}{2}$ cm, o suficiente para encaixar a outra metade, formando assim o nível energético (esfera), como podemos observar logo abaixo nas figuras 10 e 11.

Figura 10: encaixe



Fonte: o autor (2019)

Figura 11: esfera



Fonte: o autor (2019)

Depois de concluída essa etapa, foi feita a pintura interna e externa do modelo com tinta spray branca com verniz, a fim de impermeabilizar as peças (figura 12). Além disso, após a impermeabilização, cada nível energético foi pintado com uma cor distinta e apenas um dos hemisférios de cada nível foi perfurado, servindo como encaixe de fixação, como pode observar na figura 13. As cores, para além dos diferentes tamanhos dos níveis energéticos, auxiliam os estudantes em suas análises.

Figura 12: impermeabilização

Fonte: o autor (2019)

Figura 13: perfuração e pintura

Fonte: o autor (2019)

5.1.2.4 - Base de fixação, estrutura do núcleo/elétron e montagem.

Para a base de fixação foi utilizada uma barra de sabão embrulhada com papael alumínio, como podemos observar logo abaixo na figura 14. O sabão foi utilizado por ser macio o suficiente para fixar o MAD.

Figura 14: base de fixação

Fonte: o autor (2019)

Para a estrutura que representa o elétron, foi utilizado o ímã de neodímio de 3 mm, um pedaço de linha (20cm) e supercola. Então, em uma das extremidades da linha foi feito um pequeno laço (um pouco menor que a esfera), o suficiente para tocar a superfície do ímã. Em seguida, utilizando como base de proteção uma folha de A4, colocou-se o ímã de neodímio em cima da base e aplicou uma gota da

supercola na face da esfera, fazendo o contato do laço na área com a cola, esperou 1 min para secar, como podemos observar logo abaixo (figura 15).

Para o suporte de sustentação do núcleo do MAD, foram utilizados dois palitos de churrasco, cortando-os com 7 cm de comprimento, medidos a partir da ponta, um para cada núcleo. Feitos os cortes nos palitos, colou-se os núcleos (ímãs esféricos de 8 e 12,7 mm) com a supercola, cada um em seu suporte (fotografia 14).

Figura 15: suporte de sustentação do núcleo e elétron



Fonte: o autor (2019)

5.1.3 – Montagem do Modelo Atômico Didático (MAD)

Para montar o MAD basta escolher um dos suportes de sustentação do núcleo (8 ou 12,7 mm) e em seguida encaixar os hemisférios com orifícios, do menor para o maior nível (figura 16), no suporte de sustentação até alinhar com a parte inferior do núcleo do MAD e, depois, fixá-lo na base de sustentação (figura 17).

Figura 16: montagem



Fonte: o autor (2019)

Figura 17: fixação na base



Fonte: o autor (2019)

É importante salientarmos que o MAD é uma proposta de metodologia ativa e, como tal, ainda está em processo de desenvolvimento de suas potencialidades. A seguir, lançaremos algumas propostas de atividades com o MAD almejando a promoção dos IAC proposto por Pizarro (2014).

5.2 – SUGESTÕES DE UTILIZAÇÃO DO MAD

A seguir, sugeriremos algumas aplicabilidades do MAD em sala de aula, visando contemplar as lacunas identificadas no nosso estudo referentes aos IAC proposto por Pizarro (2014). Obviamente, o nosso intuito, aqui, é oferecer ao professor(a), inicialmente, situações que contemplem a imersão dos estudantes em um processo ativo, vislumbrando uma postura protagonista da sua própria aprendizagem.

Assim, após a abordagem do conteúdo, indicamos uma atividade investigativa (aprendizagem baseada em problema), uma metodologia muito eficiente para o estudo de ciências. O(a) professor(a) pode organizar a sala em pequenos grupos, disponibilizando um roteiro investigativo com problemas a serem resolvidos pelas equipes. Nesse momento, o papel orientador crítico-reflexivo do professor é fundamental para guiá-los.

5.2.1 – Trabalhando o raio atômico

Uma sugestão para trabalharmos o Raio Atômico (RA) com o MAD seria o(a) professor(a) organizar pequenos grupos, disponibilizando um roteiro investigativo (questões) envolvendo a variação do tamanho do átomo nas famílias (colunas) e períodos (linhas). Assim, seriam selecionados sete elementos de diferentes famílias e diferentes períodos, como se fosse um jogo de “batalha naval”, interligando esses sete elementos aos níveis do MAD.

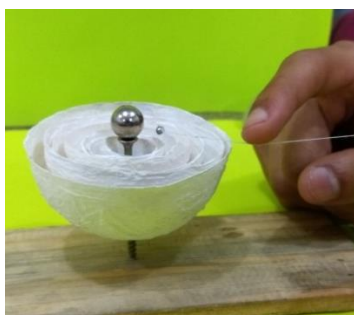
Outra opção, mais simples, porém eficiente, seria o processo de montar e desmontar o MAD, facultando a associação dessa variação de tamanho ao aumento/diminuição de seus períodos.

5.2.2 – Trabalhando a energia de ionização

Seguindo a mesma linha descrita anteriormente, sugerimos que o(a) professor(a) organize a sala em pequenos grupos, disponibilizando um roteiro investigativo. Nesse momento, se pede que eles montem o MAD em sua base de sustentação para que eles possam interagir com o modelo.

Durante a aula, é importante que o(a) professor(a) oriente os grupos acerca dos princípios que serão observados e associados para constatação da EI nessa atividade investigativa. Nesse sentido, é importante sugerir que eles observem a intensidade da força de atração “núcleo-elétron”, promovida quando se desloca o “elétron” sob os níveis energéticos do MAD (aproximando e afastando o “elétron” em relação ao “núcleo”), ou seja, a variação de tensão na linha de sustentação do “elétron” (figura 18 e 19).

Figura 18: aproximação



Fonte: o autor (2019)

Figura 19: afastamento



Fonte: o autor (2019)

Portanto, é fundamental levantar alguns questionamentos no roteiro da atividade, como por exemplo: “Comparando o deslocamento do “elétron” do 1º nível ao último, onde ele é atraído mais fortemente?”, nesse momento, podemos associar essas observações a E.I.; ou ainda “quem é mais atraente, um átomo pequeno ou um grande?”. Como mencionamos anteriormente, achamos necessário a abordagem do conceito previamente a aula.

5.2.3 – Trabalhando a eletronegatividade

A prática investigativa é sempre uma ótima opção para aulas de ciências, sobretudo, as aulas de química. Nesse sentido, sugerimos uma investigação utilizando o MAD como ferramenta interativa.

Antes de iniciarmos a atividade, é necessário abordarmos os princípios norteadores para essa investigação as equipes, nesse caso, é interessante questioná-los “quando o átomo é mais ou menos atraente?” como visto anteriormente em E.I.

Assim, direcionamos o entendimento da relação da atratividade núcleo-elétron versus o raio atômico. Além disso, nessa situação, as equipes utilizarão dois núcleos distintos (mais e menos atrativo) para os testes, idealizando qual dos núcleos será mais atrativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou o trabalho de pesquisa, observou-se que do tema Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos (PPEQ) apresentava uma proposta metodológica puramente tradicional (mecanicista), pautada numa postura passiva dos estudantes, sem nenhuma contribuição para um ensino emancipatório e por isso a necessidade em desenvolvermos um estudo envolvendo as metodologias ativas de ensino-aprendizagem visando a promoção da Alfabetização Científica (AC) a partir dos Indicadores de Alfabetização Científica proposto por Pizarro (2014).

Então, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo, utilizando a abordagem metodológica proposta por Bardin (2011) para análise do conteúdo, onde se identificou, com o auxílio de um formulário adaptado a partir dos IAC propostos por Pizarro (2014), a incidência desses indicadores no tema PPEQ.

Posto as observações a partir das análises do tópico referente as PPEQ, no LDQ em questão, visando a identificação desses elementos para a promoção da AC a partir dos IAC propostos por Pizarro (2014), indentificou-se uma enorme lacuna desses IAC, onde menos da metade deles foram ofertados de forma eficiente, apenas três: Ler em Ciências, Argumentar e Escrever em Ciências.

Por outro lado, dos cinco outros IAC, três deles, Articular Ideias, Problematicar e Investigar aparece muito discretamente, não apresentando relevância considerável para sua promoção. Além disso, constatou-se a ausência dos outros dois IAC Criar e Atuar.

Nessa perspectiva, disponibilizamo-nos a elaborar um modelo atômico didático 3D, interativo e de baixo custo, como proposta de ferramenta auxiliar para a promoção de atividades que possam despertar a autonomia dos estudantes e, consequentemente, revelar indícios dsses IAC no estudo das PPEQ. Nesse sentido, propomo-nos a aplicação de metodologias ativas na sua elaboração e utilização, ofertando um ambiente favorável para o protagonismo dos estudantes.

Nesse caso, a pesquisa partiu da hipótese de que o tópico de PPEQ não ofertava situações favoráveis para uma aprendizagem significativa (ativa). Imaginou-se que um produto educacional interativo poderia contribuir para a promoção da AC orientadas pelos IAC propostos por Pizarro (2014), a partir de possíveis experiências na atividade com o produto educacional, o MAD.

O problema em questão é saber o quão efetivo o MAD, Modelo Atômico Didático, será em promover situações colaboradoras para o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, revelando esses IAC no processo. Tendo em vista algumas limitações no desenvolvimento da pesquisa, pois a mesma não progrediu para etapas de testes, ficando, neste momento, apenas como proposta metodológica ativa para o ensino das PPEQ, posteriormente, visando sua continuação e ampliação.

Portanto, é importante ressaltar que a pesquisa em questão pode subsidiar outros trabalhos visando à análise e a elaboração de novas estratégias metodológicas para a promoção da AC visando os IAC em outros conteúdos do currículo de química, como por exemplo, ligações químicas e forças intermoleculares.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. A didática da ciência. Campinas: Papirus, 1995.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, jun. 2001.
- BARAB, S.A., Hay, K.E., Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719–756.
- BARDIN, L. *Ânálise de conteúdo*. SP: Edições 70, 2011.
- _____. (2006). *Análise de conteúdo* (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trans.). Lisboa: Edições 70. (Obra original publicada em 1977)
- BEIER, Alifer Andrei Veber et al. Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. In: Seminário Internacional de Educação, II., 2017, Cruz Alta / RS. Anais Seminário Internacional de Educação... Cruz Alta / RS: UERGS, 2017. p. 349-350.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. Active learning: creating excitement in the classroom. Washington, DC: Eric Digests, 1991. Publication Identifier ED340272. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED340272.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- BLIKSTEIN, Paulo. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. Disponível em: <<http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein>> Acesso em: 10 jun. 2019.
- BINGLE, W.H. E GASKELL, P.J. (1994). Scientific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Science Knowledge, *Science Education*, v.78, n.2, 185-201.
- BORGES, A. T. (1999). Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio*, 1, 85-125.
- BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC/SESu, 1999.
- BRASIL, Elementos conceituais e metodológicos para definição dos direitos de aprendizagem e desenvolvimento do ciclo de alfabetização (1º, 2º e 3º anos) do

ensino fundamental. Ministério da Educação Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Currículos e Educação Integral – DICEI Coordenação Geral do Ensino Fundamental – COEF. Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 26 fev. 2018.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. Caderno de Educação em Direitos Humanos. Educação em Direitos Humanos: Diretrizes Nacionais. Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32131-educacao-dh-diretrizesnacionaispdf&Itemid=30192>. Acesso em: 23 mar. 2019.

BRUNER J. Toward a theory of instruction. Cambridge: Belkapp Press; 1966.

BYBEE, R.W.E DEBOER, G.E. (1994). *Research on Goals for the Science Curriculum*, In: Gabel, D.L.(ed.), Handbook of Research in Science Teaching and Learning, New York, McMillan.

BYBEE, R.W. (1995). Achieving Scientific Literacy, *The Science Teacher*, v.62, n.7, 28-33.

CAJAS, F. (2001). Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico, *Enseñanza de las Ciencias*, v.19, n.2, 243-254.

CAPECCHI, M. C. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividades de Laboratório como Instrumentos para a Abordagem de Aspectos da Cultura Científica em Sala de Aula. *Revista Pro-Posições*. Campinas, v. 17, n.1, (49), 137-153, jan/abr. 2006.

CARDELLINI L. Chemistry: Why the subject is difficult?. *Educacion Quimica*. 2012;1-6.

CARNEIRO, A. Elementos da História da Química do Século XVIII. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, v. 102, p.25- 31, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Contexto & Educação*. Ijuí, v. 22, n. 77, 25-49, jan/jun. 2007.

CASTRO, E. A. El empleo de modelos en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 73-79, 1992.

CAVALCANTE, D. D. & SILVA, A. de F. A. de. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR, Julho de 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf> Acessado em 09/07/201.

CÉSAR, E.T.; REIS, R.C.; ALIANE, C.S.M. Tabela Periódica Interativa. Química Nova, v.37, n.3, p. 180-186, 2015.

CHASSOT, Á. I. A educação no ensino da química. Ijuí: Ed. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 1990.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, São Paulo, v. 23, n.22, p. 89-100, 2003.

_____. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

_____. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. Episteme, v. 1, n. 2, p. 129-146, 1996.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. International Journal of Science Education, 22, 1041-1053, 2000.

DELLA JUSTINA L.A.; RIPPEL J.L.; BARRADAS C.M.; FERLA M.R. Modelos didáticos no ensino de Genética In: Seminário de extensão da Unioeste, 3., Cascavel. Anais do Seminário de extensão da Unioeste. Cascavel; 2003. p.135-40.

DELORS, J. (et al.). Educação: Um Tesouro a Descobrir: Relatório para UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Brasília: MEC, UNESCO, 1998.

DEMO P. Professor do futuro e reconstrução do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 2004.

DEWEY, J. Vida e Educação. São Paulo: Nacional. 1959a.

DÍAZ, JOSÉ A. A.; ALONSO, ÁNGEL V.; MAS, MARIA ANTONIA M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 2, 2003.

DIESEL, A.; MARCHESAN, M. R.; MARTINS, S. N. . Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio. *Signos*, v. 37, p. 153-169, 2016.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of a Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*. V. 84, n. 3, 287–312, abr. 2000.

EICHLER, M.; DEL PINO, J.C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, v. 23, n. 6, p. 835-840, 2000.

FERREIRA, P. F. M. e JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciências”. *Química Nova na Escola*, 28, maio 2008.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 36. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1986 (2003).

FOUREZ, G. (2000). *L'enseignement des Sciences en Crise*, Le Ligneur.

_____. (1994). *Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelles: DeBoeck-Wesmael.

GILBERT, J.K. e BOULTER, C.J. *Stretching models too far*. Annual Meeting of the American Educational Research Association. *Anais...* San Francisco, 1995.

GILES, T. R. *História da Educação*. São Paulo: EPU, 2003.

GIL-PÉREZ, D. E VILCHES-PEÑA, A. (2001). *Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación*, *Investigación en la Escuela*, v.43, n.1, 27-37.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As origens do saber*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOMES, T., FERRACIOLI, L. *A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, p. 453-461, (2006).

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. *Learning about atoms, molecules and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 Chemistry*. *Science Education*, Pennsylvania, v. 84, p. 352-381, 2000.

HURD, P.D. (1998). *Scientific Literacy: New Minds for a Changing World*, *Science Education*, v. 82, n. 3, 407-416.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. *A Argumentação Sobre Questões Sócio-Científicas: Processos de Construção e Justificação do Conhecimento na Sala de Aula*. *Educação em Revista*. Belo Horizonte, v. 43, 13-33, jun. 2006.

JOHNSTONE, A. *Macro- and micro-chemistry*. *School Science Review*. 1982; 64:377-379.

J. GILBERT & C. BOULTER, in, *Modelos e Educação em Ciências*, editado por D. Colinviaux (Ravil, Rio de Janeiro, 1998). Artigo traduzido do original que integra a coletânea *The Handbook of Science Education*, organizada por B. Frazer e K. Tobin.

J. GILBERT, *Models in Science and Science Education, Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education – Contribution From the MISTRE Group* (The College of Estate Management, Reading, 1997).

JUSTI, R. *La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

_____. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 31-48, novembro de 2015.

KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. 1997. *Revista Investigação no Ensino de Ciências*. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID33/v2_n3_a1997.pdf. Acessado em 9/07/2019.

KEMP, Andrew C. Science Educator's Views on the Goal of Scientific Literacy for All: An Interpretive Review of the Literature. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. New Orleans, LA. Abril, 2000. ERIC Document Reproduction Service No. ED 454099. Disponível em: http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_storage_01/0000000b/80/26/16/de.pdf Visualizado em: 16 junho 2019.

_____. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, p. 1202-1229. Pensacola, FL (ERIC Document Reproduction Service No. ED 438191): AETS. Disponível em: http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3_kemp.rtf Visualizado em: 16 junho 2019.

LAUGKSCH, R.C. (2000). *Scientific Literacy: A Conceptual Overview*, *Science Education*, v.84, n.1, 71-94.

LEMKE, JAY L. Teaching all the languages of science: words, symbols, images and actions. Brooklyn College, City University of New York. 1998. Disponível em <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/> (acesso em 06-XI-2014).

LIMA, A. A.; NUÑEZ, I. B. (2004) *Aprendizagem por modelos: utilizando modelos e analogias*. In: *Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática*. Porto Alegre: Sulina.

LIMA, V. A. de. Atividades Experimentais no ensino médio: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo. 2004.

LIMA, A. A. O uso de modelos no ensino de química: uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN. 2007. 264 f. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Educação). Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Natal, 2007.

LOPES, A. R. C. A disciplina Química: currículo, epistemologia e história. *Episteme*, v. 3, n. 5, p. 119-142, 1998.

LORENZ, K. M. Os livros didáticos e o ensino de ciências na escola secundária brasileira no século XIX. *Ciência e Cultura*, v. 38, n. 3, mar. 1986.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, jun. 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LURIA, A. (1987). "Alter word to the Russian Edition". *The Collected Works of L. S. Vygotsky*. Nova York, Plenum Press.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. Disciplinas e integração curricular: história e políticas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 73-94.

MAIA, P. F. Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem. 2009. 239p. Tese do Doutorado em Educação - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.

MALDANER, O. A.; SCHNETZLER, R. P. A necessária conjugação da pesquisa e do ensino na formação de professores e professoras. In: CHASSOT, A. I.; OLIVEIRA, R. J. Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. p. 191-214.

MÁRCIO, J. Os quatro pilares da educação: sobre alunos, professores, escolas e textos. São Paulo: Textonovo, 2011.

MATTHEWS, Michael R. Science Teaching – The role of history and philosophy of science. London, Routledge, 1994.

MEMBIELA, P., (2007). Sobre La Deseable Relación entre Comprensión Pública de La Ciencia y Alfabetización Científica, Tecné, Episteme y Didaxis, n.22, 107-111.

MENDONÇA, P. C. C. Influência de atividades de modelagem da qualidade dos argumentos de estudantes de química no ensino médio. 2011. 282p. Tese do Doutorado em Educação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MEYERS, Chet; JONES, Thomas. **Promoting active learning**. San Francisco: Jossey Bass, 1993.

MILAGRES, V. e JUSTI, R. Modelos de ensino de equilíbrio químico. Química Nova na Escola, n. 13, p. 41-46, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#!/site/conhecaDisciplina?disciplina=AC_CIN&tipoEnsino=TE_EM>. Acesso em: 19 jan. 2020.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas. 2007.

MITRE, S. M. Aprendizagem baseada em problemas. *Ciênc. Saúde Colet.* 2008, 13, 2133.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. [S.l.]: UEPG, 2015. p. 15-33. v. II.

MORAN, J. M. ; MORAN COSTAS, José Manuel . Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: Lilian Bacich, José Moran. (Org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora. 1ed.: , 2018, v. 1, p. 1-25.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLE, L. I., A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. *Quím. Nova* 2000, 23 (2).

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos.

MORTIMER. E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. Em Aberto, v. 7, n. 40, p. 25-41, 1988.

NORRIS, S.P. E PHILLIPS, L.M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy, *Science Education*, v.87, n.2, 224-240.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

PILAR, F.L., 1968. Introductory Quantum Chemistry. (Wiley: New York).

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. In: Cadernos de Pesquisa, n.114, p.179-195, nov./2001.

PIZARRO, M.V. Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala. 2014. Tese (Doutorado em Educação Para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.

PIZARRO, M. V. ; LOPES JUNIOR, J. . Indicadores de Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, p. 208-238, 2015.

PORTO, E. A. B; Breve histórico do ensino de química no Brasil, 33º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, Ijuí – RS, 2013.

RIBEIRO, M. L. História da Educação Brasileira: organização escolar. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

RIKERS, R. M. L. P.; BRUIM, A. B. H.; Problem-Based Learning. PBL. *Adv. Health Sci. Educ.* 2006, 11, 315.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Médio de Química: Algumas Reflexões. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, SC, Brasil, de 25 a 28 de julho de 2016.

ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da Química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 253-263, 2005.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 32, p. 474-492, set./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*. Bauru, v. 17, n. 1, 97-114, 2011.

_____. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigação em ensino de ciências*, Porto Alegre, v 16(1), pp 59-77, 2011.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 11a ed. Campinas: Autores Associados; 2013.

SILBERMAN, M. *Active learning: 101 strategies do teach any subject*. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

SOARES, M. *Letramento: um tema em três gêneros*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

_____. *Alfabetização e letramento*. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2008.

SOUZA, Cacilda da Silva; IGLESIAS, Alessandro Giralde; PAZIN-FILHO, Antonio. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais. *Medicina*, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

UNESCO. *Reaching the marginalized*. Paris: Unesco; Oxford: Oxford University Press, 2010. Disponível em: <<http://www.unesco.org/en/efareport/reports/2010-marginalization/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VOSNIADOU, S. Mental Models in Conceptual Development. In MAGNANI, L; NERSESSIAN, N. J; THAGARD, P. (Eds.), *Model-based Reasoning in Scientific Discovery*. New York: Kluwer and Plenum Publishers, 2002. p. 353-368.

ZABALA, Àntoni. *A prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICE A - Formulário adaptado para análise do LDQ visando à identificação dos IAC proposto por Pizarro (2014).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
 INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA - IQB
 PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
 EM REDE NACIONAL - PROFQUI

Formulário adaptado para análise do LDQ visando à identificação dos IAC proposto por Pizarro (2014).

IAC	INDAGAÇÕES PARA POSSÍVEIS INDÍCIOS DOS IAC	Nº de incidência
ARTICULAR IDEIAS	1. O LD apresenta para o estudante elementos (exemplos, questões, textos, imagens, etc.) que possa estabelecer relações (oral e/ou escrita) entre o conhecimento teórico, a realidade vivida e o meio ambiente?	
INVESTIGAR	2. No LD há alguma atividade (problemas, desafios, respostas, questionamentos, etc.) que possibilite o envolvimento dos estudantes, permitindo-lhes solucionar suas próprias questões (apoiando-se nos conhecimentos científicos adquiridos) e divulgação em sala de aula?	
ARGUMENTAR	3. O LD apresenta elementos (exemplos, questões, textos, imagens, etc.) em que o estudante possa compreender e defender seus argumentos (intrínsecos e/ou adquiridos) em debates e que valorize a diversidade de ideias?	
LER EM CIÊNCIAS	4. O LD possibilita a realização de leituras (textos, questões, gráficos, esquemas, etc.), para o reconhecimento típico do gênero científico (dentro ou fora da escola)?	
ESCREVER EM CIÊNCIAS	5. O LD apresenta situações para a produção textual (gráficos, tabelas, relatórios, etc.), possibilitando um posicionamento crítico ou científico, articulando e argumentando seus conhecimentos?	

PROBLEMATIZAR	6. O LD oferece ao estudante elementos (<i>exemplos, questões, textos, imagens, etc.</i>) que oportunizem o levantamento de questões e a busca de informações em fontes diversificadas acerca do uso e impactos da ciência na sociedade e no meio ambiente?	
CRIAR	7. O LD oferta possibilidades para que os estudantes apresentem novas ideias, argumentos, posturas e soluções na ciência e no fazer científico?	
ATUAR	8. O LD possibilita a imersão dos estudantes em situações que os permitam compreender seu papel de agente de mudanças (um multiplicador)?	