



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.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Monique Gabriella Ângelo da Silva.

MACEIÓ – AL

2019

Dedico este trabalho ao meu pai, Dagoberto  
*(in memorian)*, 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 suporte 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 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, 3<sup>a</sup> 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
---	----

## SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
PRODUTO EDUCACIONAL.....	16
– PRODUÇÃO DO MODELO ATÔMICO DIDÁTICO.....	16
– Materiais.....	16
– Etapas da produção do Modelo Atômico Didático (MAD).....	17
– Medição dos hemisférios.....	18
– Modelagem dos hemisférios em argila.....	18
– Técnica de modelagem em papel.....	20
– Base de fixação, estrutura do núcleo/elétron e montagem.....	23
– Montagem do Modelo Atômico Didático (MAD).....	24
– SUGESTÕES DE UTILIZAÇÃO DO MAD.....	25
– Trabalhando o raio atômico.....	25
– Trabalhando a energia de ionização.....	26
– Trabalhando a eletronegatividade.....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	30
APÊNDICES.....	41

## 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, consequentemente, lecionar. Isto sempre fez toda a diferença no meu processo de aprendizagem e, consequentemente, 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 desvincilar 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, consequentemente, 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/96 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 desvincilhando de propostas ultrapassadas que ainda persistem no senário 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 delinearmos 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 estudantesativamente, 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 escola 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.

## 1 - 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.

### 1.1 – PRODUÇÃO DO MODELO ATÔMICO DIDÁTICO

#### 1.1.1 – 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	Imã de neodímio esférico	(N35) de 3 mm
1	Imã de neodímio esférico	(N35) de 8 mm
1	Imã de neodímio esférico	(N35) de 12,7mm
1 tubo	Supercola	Pequena
1 tubo 250g	Tinta branca Spray com verniz	Secagem rápida/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta verde escuro	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta laranja	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta roxa	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta amarela	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta rosa	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta azul	Fosco/PVA/artsanato
1 tubo/37 mL	Tinta verde claro	Fosco/PVA/artsanato
1	Pincel chato	Escolar/nº16
1	Tesoura	Escolar

Fonte: o autor (2019).

### 1.1.2 – 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.

### 1.1.2.1 – 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 imãs 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 imã de 3 mm com a supercola (representação do elétron) e, em uma base de papelão, foi fixado com cola branca o imã 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 (7º) 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**



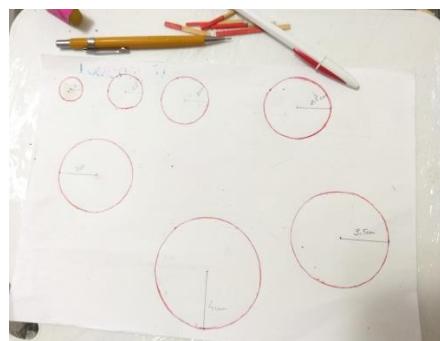
Fonte: o autor (2019)

### 1.1.2.2 – 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 umidecidas 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 160ºC, intercalando por mais 15min com o forno desligado, até estarem completamente secos.

#### 1.1.2.3 - 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 umidecer 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)

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

Para a base de fixação foi utilizada uma barra de sabão embrulhanda com papel 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 neodímeo 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)

#### 1.1.3 – 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 importate 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).

## 1.2 – 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.

### 1.2.1 – 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.

### 1.2.2 – 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.

### 1.2.3 – 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, Problematizar 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 desses 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 quanto 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. Análise de conteúdo. SP: Edições 70, 2011.
- \_\_\_\_\_. (2006). *Análise de conteúdo* (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). 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](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](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 09/07/2019.

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.

CHASSOT, A. I. . 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, Bruxelas: 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. Colinvaux (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](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](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](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 Ciéncia 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](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.I.]: 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.

PORTE, 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 Giraldes; 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 INDICIOS DOS IAC	Nº de incidência
ARTICULAR IDEIAS	1. O LD apresenta para o estudante elementos ( <i>exemplos, questões, textos, imagens, etc.</i> ) que possa estabelecer relações ( <i>oral e/ou escrita</i> ) entre o conhecimento teórico, a realidade vivida e o meio ambiente?	
INVESTIGAR	2. No LD há alguma atividade ( <i>problemas, desafios, respostas, questionamentos, etc.</i> ) 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 ( <i>exemplos, questões, textos, imagens, etc.</i> ) 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 ( <i>textos, questões, gráficos, esquemas, etc.</i> ), para o reconhecimento típico do gênero científico (dentro ou fora da escola)?	
ESCREVER EM CIÊNCIAS	5. O LD apresenta situações para a produção textual ( <i>gráficos, tabelas, relatórios, etc.</i> ), possibilitando um posicionamento crítico ou científico, articulando e argumentando seus conhecimentos?	

<b>PROBLEMATIZAR</b>	<b>6.</b> 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?	
<b>CRIAR</b>	<b>7.</b> O LD oferta possibilidades para que os estudantes apresentem novas ideias, argumentos, posturas e soluções na ciência e no fazer científico?	
<b>ATUAR</b>	<b>8.</b> O LD possibilita a imersão dos estudantes em situações que os permitam compreender seu papel de agente de mudanças (um multiplicador)?	