

QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
FERRAMENTAS TEÓRICAS E PRÁTICAS



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

Reitor Sérgio Carlos de Carvalho

Vice-Reitor Décio Sabbatini Barbosa



Editora da Universidade Estadual de Londrina

Diretor Luiz Carlos Migliozi Ferreira de Mello

Conselho Editorial Abdallah Achour Junior
Daniela Braga Paiano
Edison Archela
Efraim Rodrigues
Ester Massae Okamoto Dalla Costa
José Marcelo Domingues Torezan
Luiz Carlos Migliozi Ferreira de Mello (Presidente)
Maria Luiza Fava Grassiotto
Otávio Goes de Andrade
Rosane Fonseca de Freitas Martins

A Edue! é afiliada à



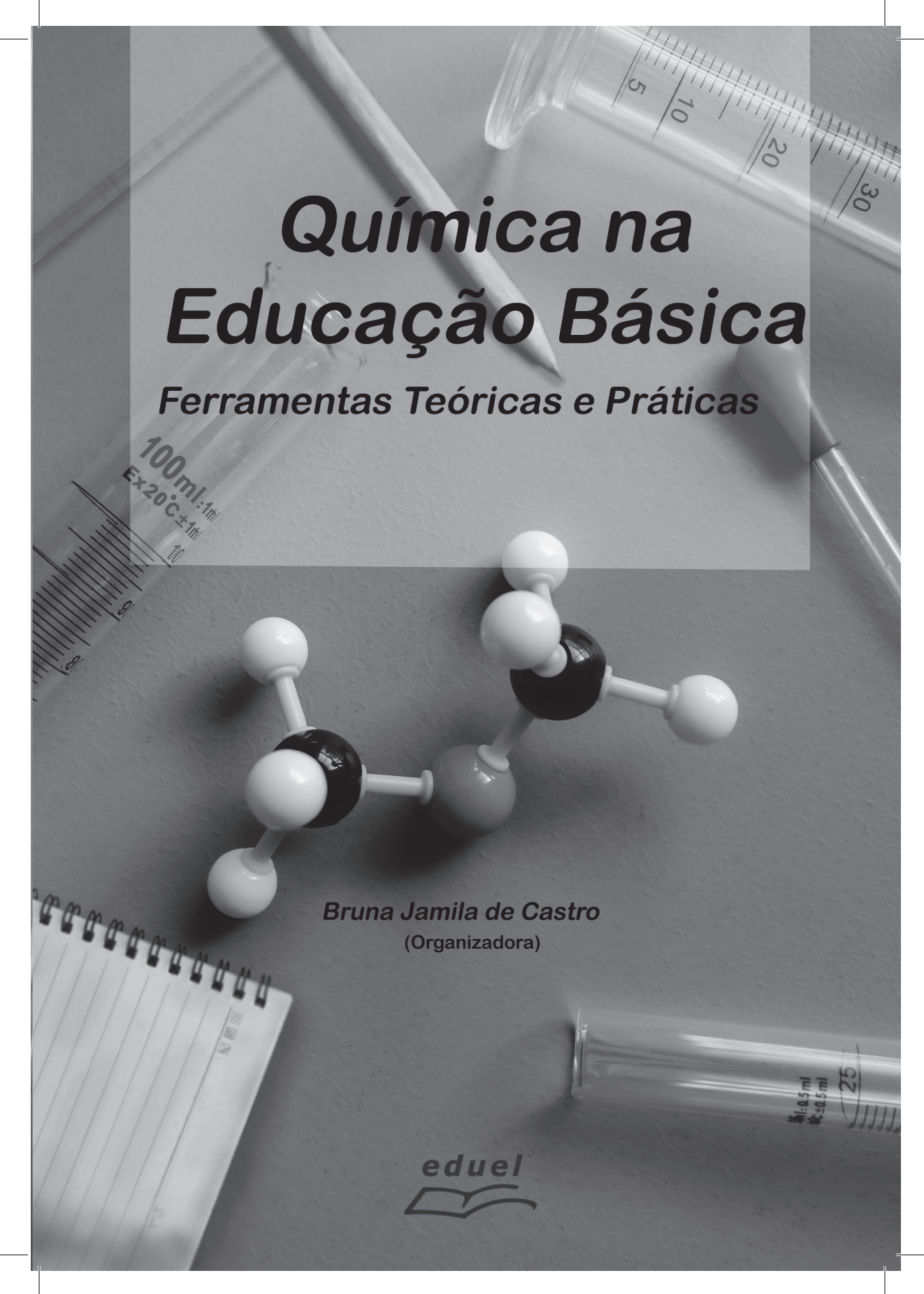
Associação Brasileira
das Editoras Universitárias



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIREITOS REPROGRÁFICOS
CÓPIA NÃO AUTORIZADA É CRIME



Câmara
Brasileira
do Livro



Química na Educação Básica

Ferramentas Teóricas e Práticas

Bruna Jamila de Castro
(Organizadora)

eduel


Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Bibliotecária: Solange Gara Portello – CRB-9/1520

Q6 Química na educação básica : ferramentas teóricas e práticas
/ Bruna Jamila de Castro (organizadora). – Londrina :
Eduel, 2021.
196p. : il.

Vários autores.
Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-89814-19-1

1. Química – Estudo e ensino. 2. Educação básica. 3.
Tecnologia educacional. I. Castro, Bruna Jamila de.

CDU 54:37.02

	Enviado em:	Recebido em:
Parecer 1	19/06/2019	05/02/2020
Parecer 2	25/09/2019	28/01/2020
Aprovação pelo Conselho Editorial em:		24/08/2020

Direitos da tradução em Língua Portuguesa reservados à
Editora da Universidade Estadual de Londrina
Campus Universitário
Caixa Postal 10.011
86057-970 Londrina – PR
Fone/Fax: 43 3371 4673
e-mail: eduel@uel.br
www.eduel.com.br

Impresso no Brasil / Printed in Brazil
Depósito Legal na Biblioteca Nacional

2021

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
INTRODUÇÃO.....	9
<i>Bruna Jamila de Castro</i>	

PARTE 1 A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE QUÍMICA: ALGUMAS ABORDAGENS POSSÍVEIS	15
<i>Natany Dayani de Souza Assai</i> <i>Beatriz Haas Delamuta</i>	
GALLERY WALK: UMA METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINAR- APRENDER QUÍMICA.....	39
<i>Marlon Pegoraro de Moraes</i> <i>Cristiane Rezzadori</i>	
OS DIFERENTES PAPÉIS DESEMPENHADOS PELAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: MUITO ALÉM DE UM SHOW DE CORES.....	61
<i>Walter Anibal Rammazzina Filho</i>	
MODOS DE (RE)PENSAR OS ENSINOS E AS EXPERIMENTAÇÕES: A PERSPECTIVA TRADICIONAL, CRÍTICA E PÓS-CRÍTICA COMO CHAVES DE LEITURA	85
<i>Alexandre Luiz Polizel</i> <i>Moises Alves de Oliveira</i>	

PARTE 2 AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

AS NOVAS TECNOLOGIAS E A EDUCAÇÃO QUÍMICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA A PRÁTICA DOCENTE.....	107
<i>Bruna Jamila de Castro</i>	

FERRAMENTAS DIGITAIS PARA O DESENHO DE MOLÉCULAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	129
<i>Carla Cristina Perez</i>	
<i>Marcelle de Lima Ferreira Bispo</i>	
A CONSTRUÇÃO DE UM APLICATIVO PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA.....	153
<i>Fabiana Gomes</i>	
<i>Alécia Maria Gonçalves</i>	
<i>Loys Laynne Rodrigues Sousa</i>	
MÍDIA, MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NO ENSINO DE QUÍMICA	173
<i>Angelita Aparecida Ribeiro da Silva</i>	
SOBRE OS AUTORES.....	191

APRESENTAÇÃO

É com imenso prazer e alegria que apresentamos mais esta obra do selo EDUEL/EAD, resultado do esforço coletivo de uma equipe coesa, responsável pela primeira oferta do Curso de Especialização Química para a Educação Básica, modalidade a distância (EAD) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), em conjunto com a Universidade Aberta do Brasil (UAB) e com fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esta publicação representa um marco para a Educação em Química e contribui de forma relevante para a formação de professores nessa área tão importante. Esperamos que todos os profissionais envolvidos com a Educação em Química possam beneficiar-se dos vários temas e aspectos expostos nesta obra. Boa leitura!

Prof. Dr. Pedro Paulo da Silva Ayrosa
Coordenador da Universidade Aberta do Brasil/UEL



INTRODUÇÃO

Química na Educação Básica: Ferramentas Teóricas e Práticas é uma produção do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, na modalidade Ead, pertencente ao Núcleo de Educação a Distância da Universidade Estadual de Londrina (Nead), em parceria com o Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). A obra conta com artigos de professores do curso e de professores convidados de diversas instituições de Ensino Superior atuantes na área da Educação em Química.

O livro se destina a professores e professoras de Química que atuam na Educação Básica, bem como a pesquisadores e pesquisadoras e a estudantes de graduação e de pós-graduação com interesse nessa temática. O objetivo é fornecer ferramentas teóricas e práticas que subsidiem estratégias docentes frente às emergentes gerações de alunos cada vez mais articulados com a cibercultura: uma nova forma sociocultural, que surgiu e desenvolveu-se junto às novas tecnologias de informação e de comunicação (em especial os computadores e a internet) e que alterou profundamente os modos de existência, as práticas, as atitudes e os valores, transformando definitivamente nossa relação com os conhecimentos.

A cibercultura confere às percepções humanas, sobretudo aos mais jovens, um tipo de necessidade por velocidade, por estímulos e por interação, elementos que não observamos com frequência nas salas de aula de Ensino Fundamental e Médio, mas que os alunos estão habituados a ter fora da escola, ao acessar as redes sociais e os jogos e/ou navegar na internet por meio de seus *smartphones*. Podemos dizer que, recentemente, com a adoção do ensino remoto, por conta do período de pandemia de

Covid-19, o processo de ensino-aprendizagem de Química na Educação Básica incorporou algumas necessidades da cibercultura, mas ainda se baseia na abordagem tradicional, de origem positivista, tendo como centro a aula expositiva e a memorização de conteúdos por parte dos alunos, o que tem estreita relação com o insucesso de aprendizado e a desmotivação dos alunos, assim como as reclamações corriqueiras de que a Química tem conteúdos muito difíceis e abstratos.

Segundo os principais documentos que norteiam a Educação Brasileira – Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e Base Nacional Curricular Comum (BNCC), um processo de ensino-aprendizagem significativo supõe que o conhecimento escolar ocorra em uma inter-relação com os conceitos cotidianos e científicos, de saberes teóricos e práticos, em uma articulação capaz de ajudar o aluno no entendimento da realidade, para que possa participar e intervir na sociedade. Todavia, avaliações nacionais, como o Exame Nacional do Ensino Médio, têm revelado que não temos conseguido realizar o letramento científico, ou seja, possibilitar ao aluno compreender e interpretar o mundo com base em conhecimentos científicos.

Foi pensando nesse panorama que o curso de especialização surgiu, assim como esta obra. Tornou-se demasiadamente necessário reencontrar uma dialogização da educação científica com os valores e as expectativas culturais mais amplos da sociedade, bem como encurtar a distância entre as necessidades de formação e os currículos e as metodologias adotados. Precisamos que as práticas pedagógicas sejam mais condizentes com nosso espaço-tempo, o que não envolve necessariamente uma transformação tecnológica da sala de aula, mas, sim, uma mudança de paradigma, rumo a um processo de ensino-aprendizagem com base em metodologias ativas, mais compatíveis com o protagonismo que nossos alunos desempenham no seu dia a dia nas redes.

Portanto, esta obra reúne artigos que buscam apresentar, indicar ou exemplificar para o leitor ou leitora abordagens que assegurem aos alunos as aprendizagens necessárias para o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade. Os textos assumem um caráter didático e dialógico e, nesse sentido, trazem alguns diferenciais em relação aos artigos acadêmico-científicos tradicionais, como convites à reflexão, proposição de atividades e recomendação de leituras complementares.

O livro está organizado em duas partes. A primeira, denominada “A construção de conhecimentos científicos e o ensino de Química na Educação Básica”, apresenta quatro artigos acerca da construção dos conhecimentos científicos sob diferentes perspectivas, com exposição de exemplos e de

problematizações importantes para professores que objetivam ampliar as possibilidades das práticas pedagógicas.

Os artigos se dedicam a abordagens do processo de ensino-aprendizagem, tais como os Três Momentos pedagógicos, Situação de Estudo, *Gallery Walk* e atividades experimentais. Cada um dos textos traz argumentos e demonstra a necessidade da investigação, da crítica, da imaginação e da criatividade para a construção dos conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a autonomia pessoal, profissional, intelectual e política do cidadão. Eles também ressaltam o papel do professor na estruturação de uma aula, a partir de pressupostos e de fundamentos teóricos sólidos, mas para além de um “roteiro” ou de uma “receita”, instigando uma tomada de consciência sobre o ensino de Química na educação básica, fazendo-nos (re)pensar os conteúdos, as estratégias de ensino e as problemáticas práticas do contexto escolar.

A segunda parte, intitulada “As novas tecnologias e o ensino de Química na Educação Básica”, reúne outros quatro artigos que versam a respeito da incorporação de ferramentas tecnológicas no contexto da Educação em Química. Partindo da premissa de que as novas tecnologias de informação e de comunicação têm potencial para tornar a aprendizagem mais rica, inovadora e atraente para os alunos, os textos mostram diversas possibilidades para a prática docente. Destacam-se, aqui, as ferramentas digitais para o desenho de moléculas, a construção de um aplicativo para contextualizar o ensino da tabela periódica e as hipermídias voltadas para vários conteúdos do currículo escolar, além de outras dicas de *softwares* e de *links* de sites que podem ser utilizados por quem procura novas formas de ensinar e de aprender Química.

Os pesquisadores ainda apontam algumas ressalvas e cuidados quanto à utilização dessas ferramentas e alertam que, apesar das inúmeras vantagens, incorporá-las como um mero objeto técnico pode apenas (re)produzir as velhas práticas com uma nova roupagem. Logo, repensar as metodologias de ensino, as perspectivas tradicionais de Ensino de Ciências, assim como refletir acerca das possibilidades práticas da tecnologia para a finalidade pretendida, é essencial para o sucesso da iniciativa. Assim,

os artigos da segunda parte não visam somente nos inspirar a utilizar tecnologias em nossas aulas, mas também nos provocar a ponderar que não podemos ficar alheios ao turbilhão de mudanças que as tecnologias incutiram em nossas vidas e que podemos e devemos aproveitar-nos dessas mudanças para redirecionar a educação escolarizada.

Esperamos que as ferramentas teóricas e práticas exibidas no livro sejam um convite para repensar as atuais práticas pedagógicas e considerar diferentes metodologias ativas de ensino-aprendizagem para promover inovações significativas para a Educação em Química. Em outras palavras, que o conjunto de conhecimentos sobre diferentes abordagens de ensino, tal como de recursos tecnológicos específicos, trazidos em cada capítulo, possa ser posteriormente utilizado como instrumento de aperfeiçoamento do trabalho docente.

Bruna Jamila de Castro
(Organizadora)

PARTE 1

A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE QUÍMICA: ALGUMAS ABORDAGENS POSSÍVEIS

Natany Dayani de Souza Assai

Beatriz Haas Delamuta

Este capítulo tem como objetivo apresentar alguns temas pertinentes às novas tendências didáticas no ensino-aprendizagem de Química: inicialmente, buscamos esclarecer alguns questionamentos relativos ao processo de ensino-aprendizagem, a fim de subsidiar o argumento acerca da importância do papel da problematização e da contextualização no ensino de Química. Em seguida, apresentamos os pressupostos teórico-metodológicos de duas abordagens possíveis de ser utilizadas pelo professor em sala de aula: Três Momentos pedagógicos e a Situação de Estudo, buscando estabelecer aproximações e paralelos ambas. Quais as implicações dessas abordagens problematizadoras para o ensino de Química? Como podemos estruturar uma aula pautada nesse tipo de metodologia e desenvolvê-las em nossa prática docente? Tentaremos elucidar essas e outras questões a partir de alguns tópicos fundamentais no processo de ensino-aprendizagem: O que é ensinar? O que é aprender? Qual o papel do professor nesse processo? Qual o papel do aluno? Como aprender significativamente?

Aprendizagem Significativa

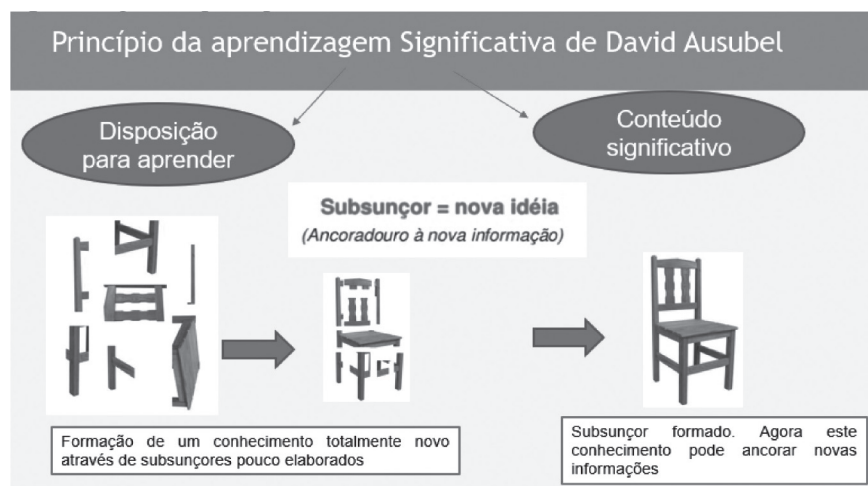
Ao entrarmos em uma sala de aula, podemos dizer que o professor de fato está a ensinar? É possível falar sobre ensinar sem pensar em quem vai aprender? O que exatamente tem que acontecer para que haja ensino?

O conceito de ensino é totalmente ininteligível sem alusão ao conceito de aprendizagem. Não existe ensino sem a intenção de produzir aprendizagem e, assim sendo, não se pode caracterizar o ensino sem

caracterizar a aprendizagem. Portanto, sem saber o que é aprender, é impossível saber o que é ensinar. Logo, é imprescindível pensar na ideia de processo ao referir-se ao ato educativo, utilizando o termo “ensino-aprendizagem”.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.8), é possível reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio: “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”. Ausubel (2003) argumenta que, para que o indivíduo aprenda significativamente, são necessários dois fatores: disposição para aprender e conteúdo significativo, ou seja, o conhecimento prévio é variável, crucial para a aprendizagem ocorrer significativamente. A Figura 1 apresenta uma síntese dos princípios norteadores elencados pelo autor.

Figura 1: Aprendizagem significativa de Ausubel



Fonte: Elaborada pelas autoras

Nesse sentido, a analogia ilustrada na figura demonstra que a existência de informações preexistentes na estrutura cognitiva, quando relacionados e incorporados novos elementos, podem originar um conhecimento novo

e mais elaborado. Para Ausubel (2003, p.3) “a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva”.

A teoria de Ausubel (2003) focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva, ou, em outras palavras, segundo Moreira (2011b, p.160) “a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva”.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária¹ e substantiva²(não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum *aspecto relevante existente* na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.35, grifo nosso).

Assim, os “subsunçores são conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos” (MOREIRA, 2011a, p.28).

Em vista disso, entende-se que a nova informação, assimilada e relacionada aos conceitos já presentes no subsunçor existente na estrutura cognitiva do educando, gera uma ampliação do conceito. Nesse sentido, Ausubel (2003, p.43) destaca que “[...] os novos significados são o produto de uma interação ativa e integradora entre os novos materiais de instrução e ideias relevantes da estrutura de conhecimentos existente do aprendiz”.

A partir disso, ensinar deixa de ser o ato de transmitir informação e passa a ser o de criar ambientes de aprendizagem para que o aluno possa interagir com uma variedade de situações e de problemas, com o professor o auxiliando em sua interpretação para que ele consiga construir novos conhecimentos.

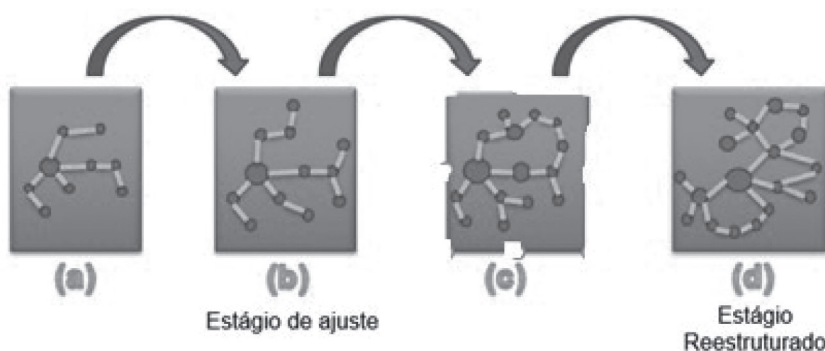
Dessa maneira, o modelo sistêmico de evolução conceitual proposto por Luffiego et al.(1994) descreve o conhecimento como fruto de uma

¹ Não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas, sim, com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprender.

² Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra (MOREIRA, 2011a).

construção contínua, em que os conceitos significativos se ancoram nos subsunçores, ampliando a rede na estrutura cognitiva do sujeito, o que permite que ele teça relações cada vez mais complexas.

Figura 2: Modelo Sistêmico de Evolução Conceitual



Fonte: Luffiego et al. (1994)

O estágio de ajuste corresponde justamente à definição de relações na busca pela construção de significados. Quando o sujeito consegue incorporar tais conhecimentos em sua estrutura cognitiva, terá atingido o estágio reestruturado. A passagem de um nível de compreensão para o seguinte é caracterizada pela formação de novas estruturas, que não existiam anteriormente no indivíduo.

Machado (2000) explica, então, que compreender é apreender o significado, o que significa conseguir estabelecer relações desse conceito a ser apreendido com outros objetos ou acontecimentos, que o autor denomina “feixes de relações”. Tais relações se articulam em teias, ou redes, construídas social e individualmente e em permanente estado de atualização.

Agora que tal refletir sobre as questões abordadas resolvendo uma atividade?

ATIVIDADE 1

1) Descreva o que você entende por:

- Ensinar
- Aprender
- Conhecimento
- Papel do professor no processo de ensino-aprendizagem

2) Leia o diálogo a seguir:

Pai: Filho, eu e sua mãe vimos seu boletim e achamos que suas notas podem melhorar.

Pedro: Mas eu não gosto da escola.

Pai: Mas por quê? Você gosta de ler e aprender que eu sei. Você já leu tudo que é livro sobre dinossauros e aprendeu muito, não é? Ler e aprender não é divertido?

Pedro: É...

Pai: Então por que você não gosta da escola?

Pedro: Porque lá a gente não lê sobre dinossauros.

Refleta sobre o diálogo acima e disserte sobre ele à luz das discussões desenvolvidas no texto sobre aprendizagem significativa.

Tal como Ausubel (2003), Pozo e Crespo (2009) também descrevem a importância das ideias prévias trazidas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Para aprender Ciências, é preciso transformar o conhecimento cotidiano em conhecimento científico, exigindo uma modificação na estrutura cognitiva do sujeito.

Dessa forma, no capítulo 5 do livro *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências*, Pozo e Crespo (2009) discutem a ocorrência do processo de aprendizagem apresentando algumas hipóteses sobre a relação que os alunos criam entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico para adquirir conhecimento, isto é, aprender significativamente.

Inicialmente, os autores elencam três hipóteses possíveis pelas quais os alunos conseguem se relacionar com os conhecimentos prévios. A primeira seria a hipótese da compatibilidade, ou acúmulo de saberes, na qual se consideram os processos, os produtos e a veiculação dos conhecimentos cotidiano e científico como compartilhados, ou seja, pertencentes a uma mesma natureza, cogitando que pessoas comuns e

cientistas pensam igualmente quando enfrentam um problema. Obviamente isso não acontece, uma vez que, ao defendermos a ideia de que cada novo conhecimento adquirido se articula a uma rede de informações em nossa estrutura cognitiva cada vez mais complexas, é impossível conceber que um sujeito que estude ciência observe o fenômeno de modo igual a outro indivíduo.

A hipótese da incompatibilidade, ou mudança conceitual, entende que o estudante precisa abandonar seu conhecimento cotidiano, que se torna insuficiente para explicar os fenômenos em estudo, sendo “substituído pelo conhecimento científico. Entretanto, essa mudança conceitual se mostrou difícil de alcançar, haja vista que os alunos não rompem definitivamente com as ideias prévias que apresentam no decorrer de seu cotidiano.

Já a hipótese da independência, ou do uso do conhecimento segundo o contexto, sustenta que o aluno precisa, sim, ser instigado a fazer uma interpretação e uma argumentação científica dos fenômenos observados, ainda que não abandone seu conhecimento cotidiano. A chave, conforme essa hipótese, é deixar claro para os alunos que o tipo de conhecimento (cotidiano ou científico) utilizado para explicar a situação em questão estará articulado à conjuntura vigente (escola, emprego, vida social, em família etc.), posto que cada cenário exige uma habilidade/argumentação distinta. Cabe ao aprendiz conseguir identificar qual conhecimento é necessário em cada situação.

Ao final, os autores reconhecem a posição de uma quarta hipótese, que seria uma integração hierárquica entre os conhecimentos cotidiano e científico, na qual estes podem ser independentes contextualmente, quer dizer, os alunos utilizam o conceito conforme o meio a ele exigido, mas devem integrar-se conceitualmente no que diz respeito à relação existente entre eles.

Para avaliar suas interpretações sobre as percepções e as hipóteses debatidas pelos autores no que concerne à aprendizagem dos conhecimentos científicos, responda às questões propostas na Atividade 2.

ATIVIDADE 2

1) Os trechos a seguir, extraídos do capítulo em questão, apresentam discussões acerca da relação entre o conhecimento cotidiano e científico nas aulas de Ciências.

- a) Os alunos estão cognitivamente preparados para assumir as categorias e as estratégias do pensamento científico e precisam apenas preencher essas categorias em suas mentes. Aprender ciência seria sobretudo um processo de acumulação de saberes e experiências. [...] A falta de aprendizagem pode se dever à falta de interesse, de capacidade intelectual, de atenção ou, inclusive, à escassa eficácia do processo de ensino, mas não a que os alunos precisem modificar substancialmente suas mentes.
- b) O conhecimento que os alunos trariam para a sala de aula, sua ciência intuitiva, resulta insustentável quando posto ao lado do conhecimento científico. [...] É preciso mudar, mediante o ensino, os conhecimentos prévios que o aluno traz consigo e aproximá-los do conhecimento científico.
- c) Todos os sujeitos contrariam, realmente, com representações alternativas para um mesmo fato, que eles ativariam, de modo mais ou menos discriminativo, em função do contexto, razão pelo qual o objetivo da educação não deveria ser, em nenhum caso, erradicar ou extinguir as concepções alternativas dos estudantes, senão que, se trataria de separar ambas as formas de conhecimento, que os sujeitos aprendessem a utilizá-las em contextos diferentes.
- d) A nova teoria somente poderá ser compreendida como tal na medida em que se diferencie conceitualmente do modelo anterior. Para isso, será necessário que o aluno construa novas estruturas conceituais nesse domínio, que redescreva suas interpretações dentro de estruturas mais complexas. Se essa reestruturação não ocorre, os conceitos da nova teoria serão incorporados à velha “árvore de conhecimentos”, dando lugar a uma confusão ou mistura entre ambas as teorias alternativas que, em vez de coexistirem em contextos diferentes, formariam um sistema conceitual híbrido e indiferenciado.

De acordo com o texto, como o professor pode, a partir do conhecimento do cotidiano, (re)significar conceitos?

2) Vamos supor que você é professor da Educação Básica e está trabalhando com seus alunos o conteúdo de ácidos e bases (funções inorgânicas). Na busca de levantar as ideias prévias dos alunos, o professor pergunta o que eles sabem sobre ácidos e bases. Um dos alunos responde: “Ácidos corroem as coisas”.

- O que fazer com essa concepção alternativa?
- Como conduzir a aula a partir dessa ideia?
- Quais das hipóteses ilustradas pelo texto você utilizaria?
- Que estratégias você utilizaria?

Como proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa em sua sala de aula? É o que veremos na próxima seção!

Problematizando o Ensino

Esta unidade tem como objetivo diferenciar os termos: cotidiano, contextualização e problematização. Apresentaremos também a metodologia de problematização proposta por Berbel (1995) para a elaboração de problemas, como uma possibilidade de favorecer a aprendizagem significativa para os alunos em suas aulas de química.

Os vocábulos **cotidiano** e **contextualização** são muito marcantes na área de ensino de Química, sendo muito utilizados por professores dessa área, por autores de livros didáticos, por elaboradores de currículos e por pesquisadores da área.

A palavra “cotidiano” é amplamente difundida e conhecida por professores do ensino médio, como uma abordagem fácil de ser posta em prática. Contudo, alguns trabalhos de pesquisa apontam que esse axioma não existe. Wartha, Silva e Bejarano (2013) apresentam alguns autores, como Chassot (2001), que argumentam que o termo “cotidiano” virou uma espécie de modismo, com o simples propósito de ensinar somente os conceitos científicos, sem possibilitar uma problematização ou discussões a respeito desses fenômenos/situações do dia a dia. Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do cotidiano para ensinar conteúdos científicos pode caracterizá-lo com um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos.

Conforme alguns autores, o termo cotidiano pode ser entendido como um recurso que tem como objetivo relacionar situações do dia a dia das pessoas com os conhecimentos científicos. Em outras palavras, o ensino de conceitos atinentes aos acontecimentos da vida diária de um indivíduo, com o escopo de gerar uma aprendizagem efetiva (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; SANTOS; MORTIMER, 1999).

Vale comentar que relações superficiais entre contextos e conhecimentos científicos não podem ser definidas como o uso do cotidiano

no ensino, mas é necessário realizar problematizações mais profundas dos temas sociais, além do diálogo com outras áreas do conhecimento (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Nesse mesmo quadro, Lutfi (1988, 1992) afirma que a abordagem do cotidiano visa uma compreensão do contexto de estudo que vá além do conceitual, quer dizer, também estudar possíveis implicações sociais, ambientais e políticas.

Já o termo “contextualização” passou a ser utilizado após os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM - 1999) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ - 2002). De acordo com os PCNEM, a contextualização é apresentada como um recurso pedagógico por meio do qual se busca dar um novo significado escolar, viabilizando ao aluno uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 1999).

Contextualizar o ensino é aproximar o conteúdo formal (científico) do conhecimento trazido pelo aluno (não formal), para que o conteúdo escolar se torne interessante e significativo para ele. Nesse sentido, a contextualização evocaria áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, mobilizando competências cognitivas já adquiridas (KATO; KAWASAKI, 2011).

Salientamos que contextualização e cotidiano são utilizados, muitas vezes, como sinônimos, o que implica certo reducionismo para os termos. Nenhum dos dois pode ser entendido e aplicado às simples exemplificações do conhecimento químico nos fatos cotidianos (SANTOS; MORTIMER, 1999). Logo, contextualizar não é sinônimo de ilustrar, assim como apenas citar situações cotidianas também não significa contextualizar conceitos.

Por exemplo, ao trabalhar o conteúdo de hidrocarbonetos em sala de aula, o professor fornece o seguinte exemplo: “O 2,2,4-trimetilpentano, ou isoctano, é encontrado na gasolina para medir a qualidade do combustível”. Tal informação não passa de uma exemplificação/ilustração por parte do professor de onde o aluno pode encontrar tal conceito. Não há qualquer situação-problema ou discussão a ser questionada ou solucionada que possa agregar no contexto social desse aluno. Se não houver uma discussão

pautada em uma problemática em situações de vida real, não podemos dizer que houve contextualização. A esse mesmo exemplo poderiam estender-se reflexões referentes ao impacto daquele tipo de combustível ao ambiente; ao significado da qualidade/rendimento de um combustível; à questão dos combustíveis renováveis e não renováveis; às questões políticas e econômicas concernentes à produção e/ou extração de combustíveis.

O ponto de partida para a **contextualização** é a **crítica ao senso comum**, a fim de proporcionar um distanciamento crítico deste pelo aluno e oferecer-lhe alternativas que o levem a **sentir a necessidade de procurar novos conhecimentos**. Em vista disso, para Santos (2007), os objetivos da contextualização são: a) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; b) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos alusivos à natureza da ciência; c) encorajar os alunos a associar suas experiências escolares em ciências a problemas do cotidiano.

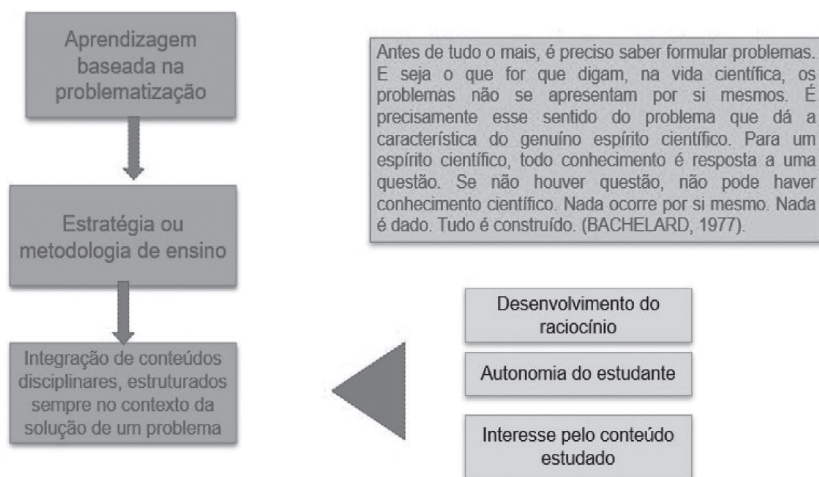
PARA PENSAR...

Após assistir o vídeo “Questão Pedagógica”, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=JgA45PAzQc8&t=2s>, reflita acerca das questões a seguir:

- Que ponto chamou mais sua atenção no vídeo?
- A estratégia utilizada pela professora em questão mostrou-se satisfatória? Por quê?
- Qual a importância da contextualização para o ensino-aprendizagem dos conceitos químicos?
- Qual o papel do professor ao utilizar uma abordagem contextualizada para a aprendizagem?

Neste sentido, o que a contextualização propõe é problematizar o ensino, ou seja, partir de situações problemáticas/problemas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las. Portanto, por definição, toda abordagem contextualizada é problematizadora. Na Figura 3 exibimos os pressupostos de Berbel (2011) para uma aprendizagem pautada na problematização.

Figura 3: Aprendizagem baseada na problematização



Fonte: Elaborada pelas autoras

Berbel (2011) defende que metodologias ativas de ensino são potências para auxiliar o estudante a aprender de forma autônoma, ademais, a autora preconiza a metodologia da problematização como um tipo de metodologia ativa, constituída por cinco etapas, a saber: observação da realidade e definição de um problema de estudo; definição dos pontos-chaves; teorização; hipóteses de solução; e aplicação à realidade (BERBEL, 1995).

Dentre essas etapas, a autora considera como mais desafiadora a primeira etapa, pela insegurança de saber quando se está diante de um problema ou não. **Como podemos, então, identificar um problema relevante?**

Segundo Berbel (1995), um problema, no âmbito desta metodologia, é uma questão para a qual não se encontra resposta pronta, sendo diferente, por exemplo, de quando formulamos uma pergunta para a qual encontra-se a resolução em livros ou materiais didáticos. De acordo com a autora, nesse caso, qualifica-se como uma questão de informação, e não um problema.

O dilema, no geral, surge de algo que precise ser superado, de modo que, para uma resposta, é imprescindível reunir uma série de elementos,

pois o problema é algo abstrato, extraído da realidade observada, para o qual dificilmente se encontra uma resposta pronta.

A aprendizagem baseada na problematização integra os conteúdos das disciplinas estruturados sempre no contexto da solução de um problema. Nesse seguimento, é fundamental saber como estruturar a aula, considerando as variadas dinâmicas de ensino disponíveis e a partir do objetivo de cada professor, com o conteúdo em pauta.

Dessa forma, estudaremos os pressupostos teóricos e metodológicos de duas dinâmicas de ensino problematizadas: Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009) e Situação de Estudo (MALDANER; ZANON, 2004), descrevendo e diferenciando cada uma dessas abordagens.

Três Momentos Pedagógicos (3MP)

Essa abordagem utiliza os pressupostos da educação problematizadora de Paulo Freire e, como o próprio nome sugere, é composta por três etapas: problematização inicial (PI), organização do conhecimento (OC) e aplicação do conhecimento (AC).

Aqui, o problema assume papel essencial na organização curricular, e a aprendizagem constitui um ato participativo na produção de um conhecimento crítico por meio de uma relação horizontal entre o professor e o aluno na aprendizagem dos conceitos.

Nesse tocante, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) asseveram que a PI é caracterizada por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam, na qual são expostas questões e/ou cenários para discussão com os alunos. Sua função, mais do que mera motivação para se iniciar um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com circunstâncias reais que os alunos conhecem e presenciam.

[...] a finalidade da problematização inicial é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para a discussão e fazer com que ele reconheça a necessidade de se obterem novos conhecimentos, com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p.619).

Já a OC consiste no estudo sistemático do conteúdo para a solução dos problemas levantados na problematização inicial. Em contrapartida, na etapa da AC utilizam-se os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para analisar, interpretar e apresentar respostas para o problema discutido na problematização inicial. Nesse momento, outras situações diferentes da problematização inicial podem ser suscitadas, de maneira a serem compreendidas com base nos mesmos conceitos.

A escolha do problema, que passa a organizar todo o processo didático-pedagógico, segue a investigação temática, em que a problematização consiste em abordar determinados problemas que são manifestados de contradições locais (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Nessa perspectiva metodológica o professor assume o papel de diagnosticar o que os estudantes sabem e pensam sobre uma determinada situação (articulada à situação-problema) e de organizar a discussão, não para fornecer explicações prontas, mas para buscar o questionamento das interpretações assumidas pelos alunos (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Assim, abaixo trazemos um exemplo de utilização dessa dinâmica de ensino, extraído do artigo “A Química do amor como ponto de partida no ensino de funções orgânicas no Ensino Médio” (REIS et al., 2012), explicitando os procedimentos metodológicos do desenvolvimento de uma sequência didática³pautada nos 3MP.

³ Para saber mais sobre sequência didática, ler o trabalho de Zaballa (1998).

EXEMPLO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Como questão inicial, propôs-se “A química pode explicar porque amamos?” para que, desta forma, o aluno pudesse refletir se a química possuía alguma relação com tema. Outras perguntas acerca dos sentimentos dos apaixonados foram feitas para que futuramente pudessem ser estabelecidas relações desses sintomas com os compostos químicos responsáveis por tais reações. Ainda verificou-se o interesse dos alunos perguntando “Você gostaria de estudar sobre o amor na aula de química? Por quê?”.

A questão introdutória da aula foi voltada para os sintomas de um apaixonado e por meio do diálogo estabeleceu-se a relação desses sintomas com a química, utilizando, por exemplo, a expressão “rolou uma química”.

Por meio de uma música e um texto ilustrando como os apaixonados se sentem levantou-se a seguinte questão: “Qual conteúdo da Química poderia estudar sobre o amor?”. Ao perguntar se os alunos conhecem química orgânica foram utilizadas algumas imagens de estruturas orgânicas para que os mesmos observassem semelhanças e diferenças entre estas, para identificar as características dos compostos tratados no decorrer das atividades.

Por meio de outro texto, intitulado “A Química da vida” a química orgânica foi efetivamente apresentada ao aluno, destacando que “os compostos do carbono estão presentes em nosso corpo, nas substâncias que liberamos, nos corantes dos produtos, nos fármacos, tintas, plásticos, gasolina, produtos alimentícios, vestuário... em um universo de lugares, então por que não no amor?”, conforme trecho do texto. Ainda abordou os compostos orgânicos presentes em fragrâncias e perfumes e a diferença de uma essência natural e sintética.

Neste contexto, os alunos foram questionados a respeito de qual dos sentidos pode ser considerado importante quando acontece a “paixão”. Para investigar um dos sentidos, o olfato, os alunos foram organizados em duplas para realizarem uma atividade experimental envolvendo o cheiro de várias substâncias. O experimento consistia em, de olhos vendados, cheirar algumas amostras (essência de rosa, canela em pó, sabão em pó, orégano, protetor solar, sabão de coco, dentre outras) e responder: “esse cheiro te traz alguma lembrança? Qual a primeira coisa que vem a sua cabeça ao senti-lo?” e “Que cheiro é este?”. As respostas foram anotadas em uma tabela, em seguida analisadas para levantar as diversas lembranças provocadas nos indivíduos para um mesmo cheiro; e ainda se todos os alunos identificaram o mesmo cheiro. Em seguida, debateu-se se é possível o mesmo acontecer quando se trata do amor: cada um tem um cheiro particular; será que este cheiro é capaz de despertar diferentes sensações em cada indivíduo?

Para organizar os conceitos discutidos por meio do experimento, trechos de um documentário foram exibidos para que os alunos refletissem e compreendessem a ligação do cheiro ao amor à primeira vista. O vídeo apresentava uma situação não meramente isolada, mas sim, uma situação do dia-a-dia. Trazendo um romance entre dois jovens, a história é desenvolvida mostrando que o cheiro está vinculado ao que guardamos na memória e ao sentir o perfume da pessoa amada lembra-se da sensação ao encontrá-la, além dos sintomas desencadeados devido amor à primeira vista, bem como o papel dos neurotransmissores tratados como “moléculas invisíveis e poderosas que alteram nosso comportamento emocional”.

Feita essa ligação, há o conhecimento reformulado e sistematizado para adentrar no mundo das funções orgânicas, tema em foco da proposta. Questionou-se o que os alunos conhecem de funções orgânicas, se já ouviram falar, porque elas existem ou então, o que elas podem nos indicar. Um novo texto foi trabalhado para ampliar a compreensão dos alunos, no qual foram apresentadas as estruturas de alguns neurotransmissores (dopamina, adrenalina, noradrenalina e serotonina) para que os alunos observassem o grupo de átomos comum a todas elas, no caso o grupo amina.

Por meio de debates e questionário final, foram analisadas e interpretadas tanto as situações iniciais como outras situações que não estavam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que podem ser explicadas pelo mesmo conhecimento, como por exemplo a ação da cafeína de drogas no cérebro.

Fonte: Reis et al. (2012)

ATIVIDADE 3

Identifique no texto do exemplo acima a presença dos 3 momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e colaboradores (2009).

Qual é o tema dessa aula?

Qual a situação-problema a ser resolvida ao longo dessa sequência didática?

Quais atividades compõem cada etapa (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento)? Por quê?

Situação de Estudo (SE)

A Situação de Estudo (SE) está assentada nos pressupostos epistemológicos de Bachelard e Vygotsky. Em consonância com a teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky (2000), ao se elaborar uma SE, são considerados elementos da vivência dos alunos, para além da necessidade

de mediação de conceitos científicos. Desse modo, o conhecimento não é construído espontaneamente, mas em processos intersubjetivos vinculados ao enfrentamento de problemas comuns, o que remete à necessidade de o professor introduzir conhecimentos científicos (SANGIOGO; HALMENSCHLAGER; HUNSCHE; MALDANER, 2013).

A dinâmica de ensino da SE também possui três etapas, as quais são denominadas: problematização; primeira elaboração; e, função da elaboração e compreensão conceitual. Tanto a SE como os três momentos pedagógicos constituem abordagens problematizadoras.

Isso posto, para Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012, p.3), “a estruturação da abordagem temática freiriana contempla a investigação temática, pode apresentar sintonia com alguns elementos da Situação de Estudo balizada pelas ideias vygotskianas”, porém é importante também reconhecer as particularidades de cada uma. Por exemplo, na problematização da SE não está explícita a utilização de temas, enquanto na abordagem temática freiriana há a necessidade de obtenção de temas geradores para serem desenvolvidos.

Na SE, assim como nos 3MP, os estudantes são igualmente desafiados acerca de entendimentos sobre algum aspecto relacionado ao tema que faça parte de sua vivência. Entretanto, o foco nos 3MP está em apenas diagnosticar o que os estudantes sabem e pensam sobre uma determinada situação, ao passo que na SE o professor traz para a discussão alguns termos e noções científicas centrais que mostram outras possibilidades de compreender a situação problemática, iniciando um processo de significação conceitual. Ocorre, portanto, a problematização dos conhecimentos prévios dos estudantes, com a introdução de conceitos científicos.

Já a segunda etapa da SE, chamada primeira elaboração, engloba atividades que envolvem textos de aprofundamento sobre as circunstâncias que foram trabalhadas na problematização. Os estudantes terão o primeiro contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito, mediante a orientação do professor em diversas atividades. Ocorre, assim, um segundo nível da abordagem do conteúdo, em que os estudantes se deparam com situações que trazem

conceitos científicos em um nível mais elevado do que na abordagem dos 3MP, uma vez que na organização do conhecimento os estudantes ainda vão ter a noção inicial da terminologia e vão estabelecer relações com princípios científicos somente nessa etapa. Logo, torna-se um processo em nível mais introdutório.

A última etapa dos 3MP, como anteriormente descrito, visa a retomada da problemática inserida no primeiro momento, no qual o aluno é convidado a resolver o problema proposto utilizando os pressupostos teóricos discutidos na etapa anterior. Porém, na terceira etapa da SE, com a função de elaboração e de compreensão conceitual, almeja-se a generalização, uma vez que seu propósito principal consiste na significação do conceito. Nesse momento, sucede também a retomada dos questionamentos apresentados na problematização, assim como nos 3MP, mas de uma forma mais sistematizada, com os conhecimentos estruturados, o que permite inferir uma semelhança mais próxima de sua organização do que de sua aplicação.

Além disso, nos 3 MP a ideia é incorporar ao terceiro momento a exploração de situações-problema diferentes daquelas manifestadas no primeiro momento, problemas estes que, para serem solucionados, requerem os mesmos conceitos científicos trabalhados na etapa anterior, o que não se mostra fundamental para a SE.

Agora que já versamos sobre os aportes teóricos para a dinâmica de ensino SE, dissonando das características dos 3MP, mostramos o exemplo de uma sequência didática realizada com estudantes de Química para o ensino de equilíbrio químico, pautada em tal abordagem.

EXEMPLO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA SITUAÇÃO DE ESTUDO

Inicialmente, a turma foi dividida em cinco grupos, e para cada grupo foram entregues situações-problema e imagens com os seguintes temas: lentes fotocromáticas; galinho do tempo; e estalagmites e estalactites.

Galinho do tempo



Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/2019/11/como-funciona-o-galinho-do-tempo.html>

Ana foi passar as férias de verão no interior com a avó. Ao chegar, em um dia de sol, logo na entrada da casa, Ana repara em um galinho azul enfeitando a porta. Após alguns dias na casa da avó, como é comum nos dias de verão, começa um período de chuvas. Em um desses dias, Ana e sua avó saem para fazer compras e ao voltarem Ana percebe que o galinho que enfeita a porta havia mudado de cor, de azul para rosa, e pergunta para a avó o porquê dessa mudança.

Tente ajudar a avó de Ana a explicar essa mudança.

- O que você acha que ocorre na situação analisada para que as mudanças relatadas aconteçam?
- Proponha uma explicação para o que acontece na situação em questão.

Cada grupo teve alguns minutos para interagir e discutir acerca de possíveis explicações para as situações-problema propostas. Logo após este período, os alunos realizaram a leitura de um texto de aprofundamento, que permitia evidenciar o tema em foco em outro contexto, agora, com uma linguagem científica.

Posteriormente, desenvolveu-se a explicação e a discussão dos conceitos científicos envolvidos: Princípio de Lê Chatelier: influência da concentração, temperatura e pressão no estabelecimento do equilíbrio em uma reação química. Também foi utilizado o *software* EQUIL para que demonstrar aos alunos esses fatores. Para ilustrar cientificamente essas ideias, propôs-se a leitura e o debate do texto “Contexto histórico da fabricação da amônia a partir de um breve relato do processo de Harber-Bosh”. E para finalizar, foi conduzido o experimento demonstrativo “Garrafa azul”, com elaboração e discussão de cartazes sobre o que ocorreu no experimento.

Fonte: Elaborado pelas autoras

ATIVIDADE 5

Você consegue identificar nesse texto cada etapa da Situação de Estudo (problematização, primeira elaboração, função da elaboração e compreenção conceitual)?

É possível estabelecer paralelos entre as sequências didáticas que utilizamos de exemplo, isto é, entre a pautada nos Três Momentos Pedagógicos e esta última, baseada nos pressupostos da Situação de Estudo? Explique.

Considerações Finais

No decorrer deste capítulo discutimos sobre a relevância de utilizar uma abordagem contextualizada para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, apresentando algumas possibilidades de dinâmicas de estudo sob tal viés.

Vale ressaltar que a aprendizagem significativa focaliza principalmente a aprendizagem cognitiva, ou seja, apresenta a ideia de que, para que ocorra uma aprendizagem efetiva, é substancial uma interação entre o novo material a ser apresentado e as ideias já existentes na estrutura cognitiva, neste caso, do aluno. Além disso, pontuamos que trabalhar de maneira contextualizada permite ao aluno que essa interação entre os novos conceitos favoreça uma participação intelectualmente ativa no seu processo de aprendizagem.

Deixamos claro que contextualizar é aproximar o conteúdo formal (científico) do conhecimento trazido pelo aluno (não formal), para que o conteúdo escolar se torne interessante e relevante para ele de forma problematizada. Aqui, a problematização, quer dizer, a articulação dos conteúdos das disciplinas organizados sempre no contexto da solução de um problema, torna-se o cerne de dinâmicas de ensino contextualizadas. Partindo da premissa da importância de saber como planejar/construir a aula, considerando as variadas dinâmicas de ensino disponíveis, a partir do objetivo de cada professor e do conteúdo em questão, apresentamos os pressupostos teóricos de duas abordagens (Três Momentos Pedagógicos e Situação de Estudo), buscando estabelecer paralelos e comparações

entre elas. Em outras palavras, se quando usadas de forma adequada, essas performances podem transformar o ensino-aprendizagem de química, tornando-o mais interessante para o aluno. Não obstante, independentemente de qual dinâmica de ensino o professor optar por utilizar em suas aulas, é indispensável conhecer os pressupostos e os fundamentos de cada uma e visualizar ambas como possíveis no campo pedagógico e passíveis de complementarem-se no planejamento e na execução das aulas dos professores de Ciências e/ou de Química.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Nova Iorque: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, G. *A epistemologia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

BERBEL, N. A. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BERBEL, N. A. N. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 16, n. 2. ed. esp., p.9-19, out. 1995.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília: MEC SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Vol. 2. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001. (Coleção Educação em Química).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LUFFIEGO, M. et al. Epistemologia, caos y enseñanza de las ciencias. *Ensenanza de las Ciencias*, Barcelona, v.12, n.1, p.89-96, 1994.

LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau*. Ijuí: Editora Unijuí, 1988.

LUTFI, M. *Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí, Editora Unijuí: 1992.

MACHADO, N. J. *Epistemologia e didática: As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 43-64.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 2011b.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. In: FREITAS, N.; CRESPO, M. A. G.; POZO, J. I. *A aprendizagem e o ensino de ciências*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 118-135.

REIS, J. M. C. et al. A química do amor como ponto de partida no ensino de funções orgânicas no ensino médio. In: ENCONTRO DO PIBID/UEM, 1., 2012, Maringá. *Anais...Maringá: UEM*, 2012.

SANGIOGO, F. A.; HALMENSCHLAGER, K. R.; HUNSCHE, S.; MALDANER, O. A. Pressupostos epistemológicos que balizam a Situação de Estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente. *Ciência & Educação*, Bauru, v.19, n.1, p.35-54, 2013.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, Piracicaba, v.1, n. especial, p.1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22., 1999, Poços de Caldas. *Anais...Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química*, 1999.

SILVA, M. G. L.; NÚÑEZ, I. B. *Concepções alternativas dos estudantes*. Natal: Editora da UFRN, 2007.

SOUZA, M. C. C.; BROIETTI, F. C. D.; PASSOS, M. M. Percepções de estudantes de química acerca do ensinar e do aprender. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 18, n. 1, p. 145-165, 2016.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZABALA, A. *A Prática Educativa: Como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

GALLERY WALK: UMA METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINAR-APRENDER QUÍMICA

Marlon Pegoraro de Moraes

Cristiane Beatriz Dal Bosco Rezzadori

Bem-Vindos à *Gallery Walk*

A sociedade atual exige cada vez mais indivíduos pensantes, capazes de sentir, agir e reagir de forma ampla, profunda e rápida. Para isso, é necessário engajamento e autonomia para lidar com suas próprias experiências e aplicá-las quando se fizer necessário em seu entorno, ou além dele, levando-se em conta o processo de interação e de interlocução, no qual seu ideário se manifesta (GUARALDO; BRITO, 2017, p. 16).

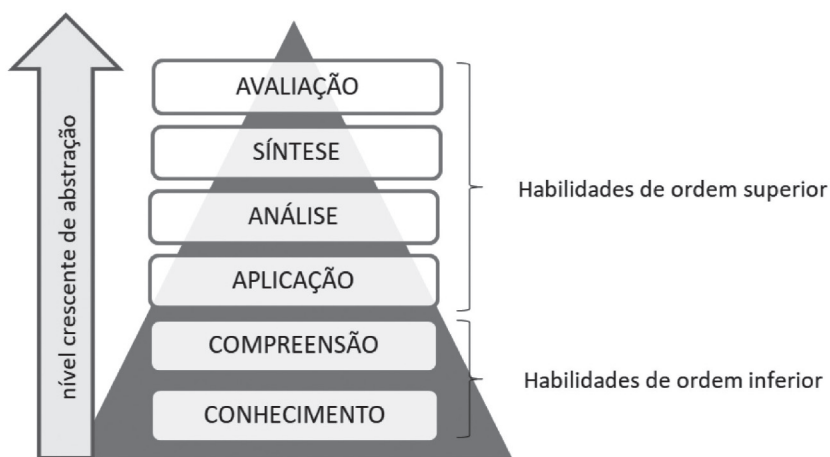
Ao levarmos em consideração o raciocínio dos autores apresentados acima, podemos inferir que, em face da realidade da grande maioria das escolas, o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Química necessita de profundas mudanças para que o aluno possa ter uma formação crítica, pensar com autonomia e construir seu espírito científico (BACHELARD, 1996) de maneira ativa. Pensando nisso, neste capítulo buscamos apresentar uma estratégia de ensino e aprendizagem em Química que foge dos moldes tradicionais.

Nossa experiência em sala de aula tem nos permitido observar que a mera transmissão e absorção passiva dos conteúdos promove uma aprendizagem fragmentada, linear e descontextualizada (BONWELL; EISON, 1991), sendo bastante útil apenas para cobrir um extenso volume de conteúdos listados no currículo.

Além disso, conforme defende Krasilchik (2000), a proposição de materiais e de metodologias para o ensinar-aprender Química ainda são pouco problematizados em nosso país, e, quando são, sua operacionalização e sua avaliação não possuem a verticalização (em nível de profundidade e de abstração) necessária para garantir uma mudança no fazer pedagógico da sala de aula.

A verticalização à qual a autora se refere pode ser entendida a partir dos níveis taxonômicos dos objetivos educacionais cognitivos propostos por Bloom (1956), que podem ser utilizados por professores no momento do planejamento de suas aulas, a fim de definir objetivos, metodologias e sistemas de avaliação. Esses níveis aludem a um quadro normativo (Figura 1) para a classificação de declarações acerca do que é esperado que o educando aprenda como resultado de uma instrução (KRATHWOHL, 2002).

Figura 1: Taxonomia dos objetivos cognitivos propostos por Bloom



Fonte: Elaborada pelos autores

Esses níveis são ordenados em graus crescentes de abstração, que progressivamente exigem do educando um olhar mais alargado da realidade. Em outras palavras, para que o aluno conquiste uma nova

habilidade pertencente ao próximo nível, ele deve ter adquirido e dominado a habilidade do nível antecedente.

Uma aula expositiva, por exemplo, é capaz de fomentar habilidades da ordem do conhecer e, sendo um tanto otimista, do compreender. No entanto, habilidades superiores, como aplicação, análise, síntese e avaliação, requerem níveis progressivamente maiores de abstração. Sendo assim, em nosso planejamento, devemos considerar estratégias que promovam habilidades de ordens superiores, assim que dermos conta dos níveis mais baixos, se quisermos estimular a interação do sujeito com o material de estudo por intermédio da partilha de conhecimentos e da negociação de significados. Somente assim incitaremos posturas de aplicação, de análise, de síntese e de avaliação de um dado conhecimento.

SAIBA MAIS

Para ampliar os seus conhecimentos a respeito da Taxionomia de Bloom, indicamos a seguinte leitura complementar:

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2020.

Em face ao exposto, as tradicionais concepções e as técnicas de ensino precisam ser questionadas e repensadas, visando promover a escalada do estudante nos níveis taxonômicos propostos por Bloom. O estudante deve fazer mais do que escutar em sala de aula: ele deve ler, escrever, discutir e participar do processo de solução de problemas e de tomada de decisões, pois a aprendizagem provém do envolvimento ativo do aluno com a construção do seu conhecimento (BONWELL; EISON, 1991). Em outras palavras, o estudante deve fazer à medida que toma conhecimento do que faz.

Uma das alternativas seria a adoção de metodologias ativas de ensino e aprendizagem. Bonwell e Eison (1991), por acreditarem que a aprendizagem é um processo intrinsecamente social, apostam nesse

tipo de metodologia como componente articulador entre as pesquisas educacionais e as demandas formativas que progressivamente exigem do educando proatividade e reflexão, subvertendo os papéis tradicionalmente impostos a professores e a alunos.

As metodologias ativas, apesar de não serem recentes no campo educacional⁴, têm sido foco de discussões a respeito da (re)organização curricular nas mais distintas instituições de ensino ao redor do mundo, pois procuram problematizar o modelo de ensino tradicional ao partirem de situações reais problematizadas para gerar um deslocamento dos papéis do professor como instrutor e do aluno como ouvinte inerte. Suas estratégias de ensino, portanto,

baseiam-se em uma menor exposição oral feita pelo professor e maior discussão conjunta em grupo pelos alunos, estimulando o engajamento e a participação ativa nas situações de aprendizado. Buscam o distanciamento de metodologias tradicionais de ensino, conduzindo as atividades com atividades diferenciadas, inovando as estratégias pedagógicas (STROHER; GEWEHR; STROHSCHOEN, 2018, p. 735).

Embora não haja consistência entre as definições de o que vem a ser uma metodologia ativa, alguns exemplos práticos na literatura consideram a aprendizagem baseada em problemas, em estudos de caso, em portfólio reflexivo, em mapas conceituais, em equipes, em *peerinstruction*⁵, em sala de aula invertida, entre outros, como artifícios interessantes para permitir o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem e estimular que o professor assuma o papel de mediador no processo de construção do conhecimento desse aluno.

⁴ “Apesar de reconhecermos a guinada que a Internet deu na disseminação das metodologias ativas de aprendizagem, a prática de estudos baseados em problemas já ocorre em instituições renomadas, como a Universidade de Harvard, desde a década de 1920” (STROHER; GEWEHR; STROHSCHOEN, 2018, p. 735).

⁵ Estratégia que permite que estudantes tomem a direção dos processos de instrução e de correção de suas próprias atividades e de outros colegas de sala, criando oportunidades para discussão e reflexão acerca de seu desempenho. Algumas variações, como *studentteaching*, *peerand self-assessment*, podem ser encontradas em Brady e Scully (2005).

Pesquisas indicam que as metodologias ativas suscitam autonomia, cooperação, interligação entre teoria e prática e visão aumentada da realidade (PAVIA et al., 2016), tal como levam o indivíduo a “aprender a aprender, a saber pensar, a criar, a inovar, a construir conhecimentos e a participar ativamente de seu próprio crescimento” (STROHER; GEWEHR; STROHSCHOEN, 2018, p. 735).

SAIBA MAIS

Paiva e colaboradores, no artigo intitulado “Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa”, apresentam uma revisão de trabalhos na literatura que partem de propostas metodológicas ativas de aprendizagem em diferentes contextos de ensino. Lá você vai encontrar uma variedade de trabalhos inspiradores. Para saber mais, acesse o link:
<<https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/download/1049/595>>.

Note que as metodologias ativas descritas por Paiva *et. al* (2016) intentam, de certa forma, transgredir a organização da sala de aula, seja perturbando a configuração das fileiras de carteiras para criar uma roda de debates, seja desestabilizando a posição do estudante ao trazê-lo à frente da classe para ensinar algo aos colegas. As mesas redondas, as oficinas temáticas e as dramatizações remetem-nos a um lugar distante da sala de aula convencional: remetem-nos à praça pública, ao ambiente de trabalho e ao teatro.

PARA PENSAR...

Em uma galeria de arte (Figura 2), especialistas e entusiastas perambulam pelos corredores conversando dos mais variados modos com as obras em exposição. Além disso, refletem acerca das bases teóricas que motivam a escolha do artista por uma ou outra concepção de arte. É neste ambiente que o visitante pode dialogar com ideias diferentes da sua e buscar novas formas de articulação de um dado conceito. Lócus como este promovem reflexão, geram debates e constroem conhecimento. Logo, perguntamos: de que maneira poderíamos tornar nossas salas de aula um ambiente mais criativo, que permita o exercício do livre pensamento e da reflexão?

Figura 2: Passeio pela galeria



Fonte: Pixabay (2021)

Alicerçados nos pressupostos teóricos das metodologias ativas de aprendizagem, trazemos uma estratégia que convida os estudantes a deixarem o conforto de suas carteiras para caminharem pela sala em busca de informações: a *Gallery Walk*. Tal como em uma galeria de arte, a *Gallery Walk* cria um ambiente favorável para a partilha de ideias e de ricas discussões que possam auxiliar na construção de novos conhecimentos, na resolução de problemas e na tomadas de decisões (SCHENDEL et al., 2008).

Nesse sentido, defendemos que a *Gallery Walk* é especialmente produtiva nas aulas de Química, pois permite nutrir a proficiência dos educandos em atividades de pesquisa e promover a interação com materiais diversos, a coleta e a análise de dados e, em última instância, a comunicação dos resultados e das conclusões. Além da inegável importância de auxiliar os estudantes na escalada dos níveis taxonômicos dos objetivos educacionais, a *Gallery Walk* possui um elemento central de colaboração e de negociação de significados entre estudante-estudante e professor-estudante (SCHENDEL et al., 2008).

Todos Com Seus Ingressos em Mãos?

Antes de aventurarmo-nos pela galeria de arte, vamos contemplar esse ambiente tão peculiar, ao qual possivelmente cada um de nós atribui um significado distinto. Reviva em sua imaginação um passeio a um museu, a uma galeria ou mesmo a uma exposição de arte comercial em um shopping. Para esclarecer o que pretendemos com *Gallery Walk*, veja o relato de um estudante que nos chamou a atenção.

Me lembro de uma “galeria” que visitei que me causou certa estranheza, as esculturas eram dispostas em um extenso matagal cercado por estacas e arame farpado que inutilmente tentavam impedir que animais adentrassem o estabelecimento. Esta cerca, no entanto, não impedia ninguém de invadir a fazenda e levar para casa uma preciosa peça de arte. Essas peças eram esculturas que ao relento, interagiam livremente com o vento, com o sol e com as ervas daninhas que insistiam em fazer parte da obra.

Estávamos eu, minha irmã, minha mãe e meu pai. Minha irmã ria da ridicularidade das esculturas ao passo que reclamava das aflições da universidade. Minha mãe, com sua mania de limpeza, juntava os pedaços de uma escultura tão podre que se negava a ficar de pé, enquanto meu pai irritado com as intervenções de minha mãe nos conduzia apressadamente à saída. (Estudante 1)

Essa visita à galeria expressa bem nossa ideia de o que seja a *Gallery Walk* no contexto escolar. Quando pedimos para imaginar uma galeria, não estamos tão interessados na ideia de um lugar aparentemente organizado, com quadros milimetricamente dispostos em uma parede branca impecável. Estamos mais interessados em um lugar em que não impere o silêncio, mas uma cacofonia de vozes contrastantes que, de uma forma ou de outra, conversam com a arte.

As dissonantes vozes que escutamos durante o planejamento dos conteúdos curriculares ficam evidentes quando nos deparamos com temas polêmicos que envolvem questões além da objetividade da química. Esses assuntos recorrentes que vagueiam pelo currículo de maneira discreta ou explícita podem gerar um certo mal-estar, devido à sua complexidade quando confrontados com a nossa formação de professores de Química e com a ideia que temos acerca do nosso papel enquanto educadores. Quando tais temas adentram a sala de aula, seja pelo convite do professor ou não, são excelentes pontos de partida para o pensamento crítico e criativo.

Para exemplificar como essa metodologia pode ser desenvolvida em uma aula de Química, tomaremos como exemplo as temáticas de produção e de utilização de combustíveis fósseis e biocombustíveis. À primeira vista, conseguiríamos enumerar diversos conteúdos químicos que poderiam ser trabalhados, dentre eles o petróleo ou o etanol, porém não podemos deixar de mencionar também os fatores econômicos, políticos e sociais que estão firmemente enovelados aos átomos e às estruturas químicas que compõem essas substâncias.

Com essas inquietações em mente, apresentamos, a seguir, alguns passos que orientam um dos modos possíveis de utilizar a *Gallery Walk* para conduzir discussões como estas em sala de aula. De maneira alguma este “roteiro” deve ser entendido como a única alternativa de trabalho, mesmo porque este exercício é, em si, uma expressão de criatividade. Dito isso, podemos prosseguir...

Um Passeio Mais ou Menos Guiado

1. Conceba o tema que será trabalhado em sala de aula. Na medida do possível, preveja as controvérsias que possam ser levantadas e faça um apanhado de notícias, de propagandas, de quadrinhos ou de quaisquer outras fontes que sejam pertinentes.

2. A partir do tema gerador, escolha alguns tópicos ou mesmo perguntas que sejam passíveis de debate e que não possuam apenas uma resposta correta. O número de tópicos ou de questões varia conforme o tamanho da classe. Para uma turma de 30 estudantes, por exemplo, cinco tópicos/perguntas são suficientes, considerando que cada grupo será composto por 6 estudantes. Para turmas maiores ou menores, esse processo pode ser flexibilizado com o aumento do número de tópicos/perguntas ou com a repetição do mesmo conjunto de tópicos/perguntas para mais de um grupo. Veja alguns exemplos de perguntas ou tópicos de pesquisa acerca do tema central combustíveis.

EXEMPLOS DE TÓPICOS E PERGUNTAS (ETAPA 2)		
Tema central: Combustíveis		
Possíveis tópicos		Possíveis perguntas
Gasolina	Biodiesel	O que caracteriza um combustível renovável?
Carvão	Biogás	O que é um combustível fóssil?
Hidrogênio	Diesel	O petróleo um dia vai acabar?
Gás natural	Etanol	Se o petróleo acabar, de onde vamos conseguir energia para nossas cidades?
Metanol	Querosene	Existem desvantagens na utilização de combustível renováveis?

Fonte: Elaborado pelos autores

PARA PENSAR...

Os tópicos de pesquisa e as perguntas apresentadas no exemplo acima não são as únicas possibilidades de iniciar uma problematização acerca da temática combustíveis. Que outros possíveis tópicos e perguntas você conseguiria propor a respeito desse tema?

3. Faça a divisão dos grupos conforme julgar conveniente. Uma estratégia divertida, rápida e que evita a formação de panelinhas é a dinâmica denominada *Jigsaw Puzzle* (BRADY; SCULLY, 2005). Para realizá-la, escolha figuras que estejam relacionadas aos tópicos a serem pesquisados, imprima cada duas figuras em uma folha de papel e plastifique-as. Se você deseja formar grupos de cinco estudantes, por exemplo, corte cada imagem em cinco pedaços. Junte todos os pedaços em uma sacola e peça que cada estudante sorteie um pedaço. Os estudantes deverão procurar colegas que tenham os pedaços complementares de sua figura e assim montar o quebra-cabeça. Como exemplo, busque na internet a imagem de uma plataforma de petróleo, imprima e corte-a em cinco partes. Os estudantes que sortearem pedaços diferentes da mesma figura devem formar um grupo e pesquisar sobre o tópico petróleo. Em seguida, entregue um cartaz em branco e dos tópicos/perguntas para cada grupo.

4. Formados os grupos de estudo e de discussões, inicie a etapa de pesquisa, que será desenvolvida com base em um guia que apresenta indícios claros dos objetivos esperados para ela. É extremamente necessário que este processo seja mediado pelo professor e que conte com instruções formais, de preferência escritas, de como conduzir a pesquisa. Em uma folha, sugira *links* de vídeos, sites confiáveis e bibliografia disponível tanto na internet quanto na biblioteca da escola.

Abaixo, apresentamos exemplos de possíveis roteiros de pesquisa a respeito do debate intitulado “Biocombustíveis: aliados ou inimigos?”

EXEMPLOS DE ROTEIROS (ETAPA 4)	
Roteiro 1	Roteiro 2
1. Leia os textos “As vantagens da utilização dos biocombustíveis” e “Biocombustíveis: uma alternativa” disponíveis em Moraes (2017). Discuta com seu grupo os itens abaixo.	1. Leia os textos “As desvantagens da utilização de biocombustíveis” e “Biocombustíveis vs Alimentos: Reflexões acerca de Segurança Alimentar” disponíveis em Moraes (2017). Discuta com seu grupo os itens abaixo.
2. Nomeie as características dos biocombustíveis.	2. Liste as desvantagens da utilização de biocombustíveis.
3. Discuta os principais benefícios na utilização dos biocombustíveis	3. Descreva, com suas palavras, o que significa segurança alimentar
4. Demostre como os biocombustíveis são empregados no Brasil	4. Aplique o que você aprendeu sobre segurança alimentar ao processo de produção de biocombustíveis

Fonte: Elaborado pelos autores

Diferentemente do exemplo anterior, que aborda diversos combustíveis, neste exemplo, as discussões tomariam outro rumo, pois estariam atreladas a uma proposta específica. Neste caso, há dois roteiros distintos que conduzirão a respostas diferentes. Para uma turma de 30 estudantes, a divisão pode ser feita em grupos de seis. Assim, três grupos receberão o roteiro um e três grupos trabalharão com o roteiro dois. Apesar de optarmos por mais de um grupo ficar responsável pela mesma pesquisa, é interessante pensar que a partir de fontes idênticas os estudantes podem chegar a diferentes conclusões.

Perceba que este exemplo propõe o desenvolvimento de habilidades relacionadas aos níveis inferiores da taxonomia de Bloom (1956). Verbos como nomear, listar, descrever, discutir, demonstrar e aplicar estão associados aos níveis conhecimento, de compreensão e de aplicação. A escolha desses verbos foi proposital. Nesta pesquisa, os estudantes primeiro se ocupam das habilidades dos níveis inferiores, para que, na sequência, a análise, a síntese e a avaliação possam florescer. Uma alternativa muito válida é trabalhar os conhecimentos de forma expositiva e focalizar os objetivos da pesquisa nas habilidades de ordem superior.

5. Durante a pesquisa, acompanhe o trabalho dos grupos oferecendo ajuda quando necessário. Depois, oriente os estudantes a produzirem um cartaz (Figura 3) que sintetize as informações buscadas. Forneça um modelo a ser seguido ou peça para que usem a criatividade. Viabilize aos estudantes os materiais necessários para a produção desses cartazes, como canetas coloridas, lápis de cor ou tinta, entre outros.

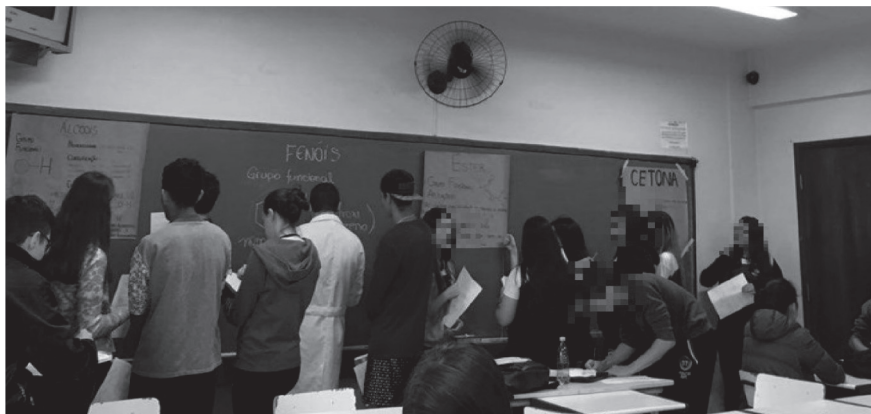
Figura 3: Atividade de pesquisa e confecção dos cartazes



Fonte: Elaborada pelos autores

6. Uma vez finalizados os cartazes, fixe-os nas paredes da sala de aula, no corredor, na quadra de esportes, onde for mais adequado ao tamanho da turma. Os cartazes devem ser dispostos no ambiente, a fim de criar estações, ou seja, nichos de apresentação e de debate de cada um dos temas. Um dos membros do grupo fica temporariamente responsável pela apresentação dos resultados de pesquisa, enquanto os outros estão livres para caminhar pela galeria de arte e interagir com a pesquisa de outros grupos (Figura 4).

Figura 4: *Gallery Walk*



Fonte: Elaborada pelos autores

Durante esse processo, guie os estudantes pela galeria, visando evitar aglomerações em determinadas estações. A organização do movimento dos estudantes pelas estações –se é que isso é possível – pode ser planejada conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Esquema de organização das estações da *Gallery Walk*



Fonte: Elaborada pelos autores

7. De tempos em tempos, sinalize a mudança de papéis entre os membros do grupo para que todos tenham a chance de apresentar sua obra de arte e apreciar o trabalho dos outros grupos. No intuito de esclarecer os objetivos do passeio pela galeria, é recomendável oferecer uma folha que contenha um roteiro com as informações que necessitam ser coletadas pelos visitantes ao visitar cada uma das obras dispostas nos halls de arte, segundo o exemplificado abaixo.

EXEMPLO DE ROTEIRO(ETAPA 7)

Com base no trabalho do seu grupo e nas informações coletadas durante o passeio pela galeria de arte:

1. Analise a forma como seu estilo de vida impacta sua pegada de carbono;
2. Sintetize as vantagens e as desvantagens do uso de biocombustíveis;
3. Avalie a utilização e a produção de biocombustíveis no Brasil, levando em consideração suas vantagens e suas desvantagens;
4. Com o seu grupo, crie estratégias que minimizem sua pegada de carbono.

Fonte: Elaborado pelos autores

Note que esse último exemplo propicia um guia para o passeio pela galeria a partir das orientações do roteiro. Esse direcionamento pretende promover o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, como análise, síntese e avaliação.

PARA PENSAR...

Que outras perguntas você conseguiria propor para que os participantes do *Gallery Walk* pudessem obter informações sobre as obras dispostas no *hall* de arte?

8. Após o passeio pela galeria, os estudantes podem voltar ao seu grupo e discutir os novos questionamentos, agora com informações adicionais produzidas pelos outros grupos. Além disso, a atividade por ser concluída com apresentações orais, avaliações escritas, resumo, quiz, ou qualquer uma das muitas possibilidades de instrumentos avaliativos. Os

processos de avaliação de aprendizagem são componentes fundamentais na prática pedagógica. No caso da *Gallery Walk*, a avaliação encoraja os estudantes a reconhecer a atividade como parte do processo formativo (FRANCEK, 2006).

Planejando Um Itinerário Incerto

Assim como em qualquer outra atividade docente, o planejamento é vital para o sucesso ou o fracasso da *Gallery Walk*. Quando optamos por utilizar essa metodologia ativa em sala de aula, devemos pautar-nos nas mesmas questões que levamos em consideração no planejamento de nossas aulas rotineiras, como o tempo e os recursos disponíveis, as exigências institucionais e as dificuldades e as diferenças presentes em sala de aula.

Trabalhos que empregam a *Gallery Walk* como componente de ensino e de aprendizagem ativos sugerem que os estudantes respondem melhor à técnica se bem instruídos dos passos a serem seguidos. Logo, direções escritas, como aquelas apresentadas no tópico anterior, são sempre bem-vindas (FRANCEK, 2006). Adicionalmente, ao escolhermos esse tipo de metodologia, precisamos prever e avaliar o espaço à disposição, o custo dos materiais, a movimentação dos estudantes ao deixarem o conforto de suas carteiras e o tempo de aula.

O espaço em que ocorrerá a atividade precisa ser pensado a fim de evitar transtornos e aglomerações desnecessárias. Em turmas com até 30 estudantes, é possível conduzir a *Gallery Walk* dentro da sala de aula, amontoando as carteiras em um canto. Para grupos mais numerosos, ambientes mais espaçosos são necessários. Neste caso, verifique a possibilidade de utilizar o pátio, o anfiteatro ou a quadra de esportes de sua escola.

Avaliar os custos de materiais, bem como as estratégias, também é imprescindível. Se a escola não dispõe de laboratório de informática, de internet ou de biblioteca com livros, a parte da pesquisa pode ser feita como trabalho em grupo extra-classe. Os materiais indicados para a confecção dos cartazes, por sua vez, são cartolinas, pincéis atômicos e fita adesiva. Se julgar necessário, substitua cartolinas por papel *craft* ou mesmo por

folha sulfite. A montagem dos painéis fica por conta da criatividade dos estudantes. Incentive-os a criar painéis convidativos, com tinta, *glitter*, decopagem. Enfim, o céu é o limite!

Vale lembrar que alguns estudantes podem resistir a realizar as atividades propostas ou até mesmo mostrar dificuldades para comunicar-se ou trabalhar em grupo. É pertinente destacar para a turma os objetivos de uma atividade como essa e que trabalho em grupo, discussões e apresentações são onipresentes no mercado de trabalho, na academia e no convívio social. Logo, esta é uma excelente oportunidade para que os alunos participem desse tipo de experiência e desenvolvam as habilidades relativas a ela. Todavia, é necessário sempre respeitar as características e os limites do grupo. Algumas turmas rejeitarão a *Gallery Walk*, e forçar que o estudante ocupe um papel central no processo de aprendizagem pode ser detrimental para o objetivo último da metodologia (CHIN; KHOR; THE, 2015).

O tempo de aula destinado ao desenvolvimento da *Gallery Walk* está intimamente ligado aos objetivos educacionais pretendidos. A dinâmica pode durar uma aula, uma semana, um mês, ou todo o tempo destinado a desenvolver um determinado componente curricular. Tenha sempre em mente a discussão apresentada atinente à progressão dos níveis taxonômicos de Bloom. Fomentar o desenvolvimento de habilidades superiores que demandam progressivamente níveis mais altos de abstração levará mais tempo.

No entanto, se o problema realmente for o tempo disponível para a realização da atividade, contamos com uma variação da metodologia, conhecida como *Gallery Run*. Essa variação é uma alternativa mais rápida, que pode ser desenvolvida no começo da aula, com o intento de ativar os conhecimentos prévios do estudante, ou no final de um tópico, como atividade de revisão ou de conclusão. Esse exercício tem duração média de 15 minutos⁶. Diferentemente da *Gallery Walk*, as obras de arte são elaboradas pelo professor e podem consistir em trechos de reportagens, imagens, vídeos, perguntas ou literalmente qualquer outra coisa.

⁶ O exemplo de *Gallery Run*, em Moraes (2017), retrata uma forma de ativar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da temática combustíveis. As obras continham reportagens de jornais, vídeos e imagens instigadoras que serviram como estopim para uma rica discussão que se deu na sequência.

Para um tempo curto, a *Gallery Run* pode ser usada para desenvolver, praticar ou verificar habilidades de ordens inferiores na taxonomia de Bloom. Logo, aposte em verbos como listar, nomear, categorizar, descrever, prever, entre outros.

Tanto a *Gallery Walk* como a *Gallery Run* são atividades interconversíveis, isto é, dado o tempo disponível e a intenção educativa do professor, com o mesmo material, pode-se decidir por objetivos educacionais de baixa ou de alta ordem, de acordo com os níveis taxonômicos de Bloom.

Para exemplificar essa informação, imagine que criamos algumas obras de arte e espalhamos pela sala de aula. Essas obras contêm imagens e textos referentes a alguns dos modelos atômicos que estudamos nas aulas de Química do ensino básico. O professor elabora algumas perguntas que servirão como guia para o passeio na galeria. Veja possíveis questionamentos, que variam conforme o nível de abstração necessário:

EXEMPLOS DE QUESTIONAMENTOS PARA A GALLERY RUN E GALLERY WALK	
<i>Gallery Run</i>	<i>Gallery Walk</i>
1. Identifique cada um dos modelos atômicos nas imagens de cada estação.	1. Por que os elétrons não colidem com o núcleo no modelo atômico de Bohr? Reflita sobre esse questionamento sintetizando o que você entende por pacotes de energia.
2. Liste as características do modelo atômico de Thomson.	2. Avalie as limitações que o modelo atômico de Thomson apresenta frente às descobertas de Rutherford.
3. Descreva o experimento de Rutherford que embasa sua teoria atômica.	3. Aplique as observações do experimento de Rutherford explicando a correlação que o cientista fez com os fenômenos observáveis e o modelo teórico que propôs.

Fonte: Elaborado pelos autores

A elaboração das perguntas contidas no exemplo acima consistiu em um exercício de reflexão acerca de um dado conteúdo químico e de identificação do crescente nível de complexidade com o qual podemos trabalhá-lo em nossas aulas. Seremos capazes de progredir nos níveis

taxonômicos dos objetivos educativos quando compreendermos duas questões de suma importância para o planejamento de ensino: 1) Qual é o nosso objetivo e para que queremos alcançá-lo? 2) O que desejamos atingir com uma determinada metodologia? Esse exercício de reflexão concernente às metas que o educar deseja alcançar, tal como dos melhores caminhos para o atingimento delas, auxilia-nos a executar o que propomos nos planos de aula e a enxergar a atividade docente como prática intencional e transformadora.

PARA PENSAR...

Observe a figura abaixo:

Figura 6: Tubos de ensaio



Fonte: Pixabay (2021)

Leve em consideração a importância da formulação de objetivos educacionais claros para que o professor possa executá-los intencionalmente. Com base na Figura 6, pense em um conteúdo químico que é trabalhado rotineiramente em sala de aula e, independentemente dos procedimentos metodológicos de escolha, seja a *Gallery Walk*, a *Gallery Run* ou qualquer outra, formule alguns objetivos educacionais, partindo dos níveis taxonômicos mais baixos aos níveis superiores.

Níveis taxonômicos inferiores
Níveis taxonômicos superiores

Nosso Tour Termina Por Aqui

A *Gallery Walk* é uma metodologia ativa de aprendizagem bastante flexível, que pode ser usada nos mais variados contextos educativos. Ao ser favorável à promoção de habilidades de ordens superiores, como aplicação, análise, síntese e avaliação de um dado conteúdo, estudos defendem que ela pode ser empregada nas mais variadas áreas do conhecimento, tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio e no Superior. Dentre os vários trabalhos presentes na literatura que utilizam essa metodologia, sublinhamos alguns que possam interessar ao leitor. É interessante notar que, em meio às investigações que serão descritas, apenas uma foi conduzida em aulas de Química no Brasil. Os demais são internacionais.

Francek (2006) faz uso tanto da *Gallery Walk* quanto da *Gallery Run* como atividades de conclusão e de revisão para o conteúdo de ciência do solo no Ensino Superior. O autor defende que a estratégia foi eficaz ao expor as concepções alternativas dos estudantes e oferecê-los a oportunidade de apropriar-se do jargão científico durante as apresentações orais. Ele também avaliou a participação dos estudantes pelas rubricas⁷.

Já Franklin (2008) desenvolveu uma *Gallery Walk* virtual, com o intuito de contornar a falta de recursos em laboratórios de ensino de ciências em uma escola de ensino fundamental na região rural do estado de Ohio, Estados Unidos. A estratégia objetivou fomentar habilidades laboratoriais na ausência de bicos de Bunsen, de equipamentos de proteção individual e de vidrarias básicas, em um ambiente virtual simulado pelo programa visualizador *Second Life*. A autora concluiu que a simulação causou entusiasmo e desenvolvimento de habilidades de ordem superior ao ser direcionada a uma população nativa digital.

Dentre outras propostas, Irvine (2017) utilizou a *Gallery Walk* na implementação de estratégias inovadoras para a educação matemática em uma escola primária no Canadá. Ademais, o autor promoveu a formação continuada dos professores e de dirigentes que atuam nessa escola. De maneira similar, Kerrigan (2018) fez uso das estratégias de aprendizagem

⁷ Para Stevens e Levi (2005), a avaliação por rubrica consiste, por meio de uma escala, na especificação de determinadas expectativas para a realização de uma dada tarefa.

ativa para estimular o debate sobre a organização curricular em um curso de graduação em Matemática.

Moraes e Rezzadori (2018) incorporaram a *Gallery Walk* no ensino de conceitos relativos à Química Orgânica de compostos oxigenados em um colégio público da cidade de Londrina-PR. De acordo com os autores, os estudantes responderam bem à novidade ao caracterizá-la como dinâmica, interessante e divertida. Os autores ainda argumentam que a metodologia foi capaz de auxiliar os estudantes na resolução de exercícios para a prova sem que houvesse uma instrução formal do conteúdo.

Karlsson (2020), por sua vez, utilizou a *Gallery Walk*, após um semestre de instrução em uma universidade sueca, acerca das ideologias que permeiam o contexto político contemporâneo mundial. Durante os quatro semestres em que trabalhou a metodologia, o autor verificou que as discussões acerca do tema suscitadas pelos grupos de debate e nos cartazes confeccionados pelos estudantes foram reelaboradas e apareceram de forma mais concisa nos exames finais da disciplina.

Com base nas muitas opções apresentadas neste texto, esperamos ter-lhe ajudado a refletir sobre a intencionalidade que os objetivos educativos estabelecem com nossa prática docente e com o modo de instrução adotado. Desejamos que, a partir da leitura deste material e das atividades que nele foram propostas, você também se sinta motivado a transformar sua sala de aula em um ambiente que impulse o pensamento livre e crítico.

Obrigado a todos pela visita. A saída é à sua esquerda, pela loja de lembranças da galeria. Voltem sempre!

Referências

BACHELARD, G. *O novo espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BLOOM, B. S. *Taxonomy of educational objectives. Book I: Cognitive domain*. New York: Longman/Green & Co., 1956.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. *Active learning: creating excitement in the classroom*. Washington, D.C.: Eric Publications, 1991.

BRADY, L.; SCULLY, A. *Engagement: inclusive classroom management*. Sydney: Person Prentice Hall, 2005.

CHIN, C. K.; KHOR, K. H.; THE, T. K. Is gallery walk an effective teaching and learning strategy for biology? In: ESTHER, D. G. S. (ed.). *Biology education and research in a changing planet*. Singapura: Springer, 2015. p.55-60.

FRANCEK, M. Promoting discussion in the science classroom using gallery walks. *Journal of College Science Teaching*, Arlington, v. 36, n. 1, p.27-31, set. 2006.

FRANKLIN, T. J. Teaching digital natives: 3-D virtual science lab in the middle school science classroom. *Journal of Educational Technology*, London, v. 4, n. 4, p.39-47, mar. 2008.

GUARALDO, T.; BRITO, S. A Transformação histórica das metodologias ativas: notas para um debate. In: SANTOS, C. M. R. G. dos; FERRARI, M. A. *Aprendizagem ativa: contextos e experiências em comunicação*. Bauru: FAAC/UNESP, 2017. p. 15-27.

IRVINE, J. A whole-school implementation of math-talk learning communities. *Journal of Math Studies*, Hong Kong, v. 4, p.25-39, abr. 2017.

KARLSSON, R. Gallery walk seminar: visualizing the future of political ideologies. *Journal of Political Science Education*, Abingdon, v. 16, n. 1, p. 91-100, 2020.

KERRIGAN, J. Active learning strategies for the mathematics classroom. *College Teaching*, v. 66, n. 1, p.35-36, jan. 2018.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v.14, n.1, p.85-93, jan./mar. 2000.

KRATHWOHL, D. R. A revision of bloom's taxonomy: an overview. *Theory into Practice*, Abingdon, v. 41, n. 4, p.212-218, nov. 2002.

MORAES, M. P. *Formação inicial docente: um estudo da viabilidade de uma oficina temática para o ensino de química*. 2017. 82 f. Trabalhos de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

MORAES, M. P.; REZZADORI, C. B. D. Gallery walk: uma proposta para o ensino de compostos orgânicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA, 3., 2018, Foz do Iguaçu. *Anais...Foz do Iguaçu*: UNILA/PTI, 2018.

PAIVA, M. R. F. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *Sanare, Sobral*, v. 12, n. 2, p.145-153, dez. 2016.

PIXABAY. *Monalisa*. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/da-vinci-museu-do-louvre-monalisa-863125/>. Acesso em: 04 mar. 2021.

PIXABAY. *Tubos de Ensaio*. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/photos/teste-tubo-laborat%C3%B3rio-m%C3%A9dica-214185/>>. Acesso em: 04 mar. 2021.

SCHENDEL, J. et al. Virtual gallery walk, an innovative outlet for sharing student research work in K-12 classrooms. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 38., 2008, Saratoga Springs. *Anais...New York: ASEE/IEEE*, 2008. p. 56-62.

STEVENS, D. D.; LEVI, A. J. *Introductions to rubrics: an assessment tool to save grading time, convey effective feedback and promote student learning*. Virginia: Stylus, 2005.

STROHER, J. N.; GEWEHR, D.; STROHSCHOEN, A. A. G. Estratégias Pedagógicas Inovadoras compreendidas como metodologias ativas. *Revista Thema*, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 734-747, 2018.

OS DIFERENTES PAPÉIS DESEMPENHADOS PELAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA: MUITO ALÉM DE UM SHOW DE CORES

Walter Anibal Rammazzina Filho

As atividades de laboratório constituem importante estratégia para o ensino de Ciências, uma vez que permitem trabalhar interdisciplinarmente diferentes conteúdos, relacionando-os a atividades do cotidiano. Dessa maneira, aproximam o estudante da atividade científica e possibilitam o contato direto com o ambiente e a melhor compreensão dos fenômenos. Em vista disso, o objetivo deste capítulo é o de promover reflexões para que a aula prática seja vista como um meio além do tradicional, como é trabalhada pelo professor. Nesse sentido, segundo Seré, Coelho e Nunes (2003, p. 31), “a maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno”.

Além ser um local de aprendizagem, o laboratório é um local de desenvolvimento do aluno como um todo. Para Capeletto (1992), existe uma fundamentação psicológica e pedagógica que sustenta a necessidade de proporcionar à criança e ao adolescente a oportunidade de, por um lado, exercitar habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de equipamentos, e, por outro, vivenciar o processo epistemológico empírico em suas diferentes etapas, entendendo como tal a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, a formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões.

Há mais de trinta anos, especialistas na área de ensino das Ciências propõem a substituição do verbalismo das aulas expositivas e de livros didáticos descontextualizados por atividades experimentais (FRACALANZA; AMARAL; GOUVEIA, 1986). Tal como indica Carraher (1986), nessa modalidade, o ensino e a aprendizagem são vistos como

“convites” à exploração e a inferências e o “aprender a pensar” assume maior importância que o simples “aprender informações”. Gonçalves e Marques (2006), por seu turno, ressaltam que a escola precisa preocupar-se não mais com transmissão de conteúdo sem aprendizagem significativa, mas, sim, em construir os vários sujeitos e os significados em um contexto em que as informações são as bases das relações humanas.

A escola necessita reinventar-se, pois não é um espaço apenas para circular ideias; e não somente a escola, mas também a sala de aula. Para isso, o sistema educacional precisa admitir que existe uma nova forma de compreensão e de processamento de mundo por parte dos nativos digitais, já que os estilos de aprendizagem estão se alterando. Isso posto, de acordo com Palfrey e Gasser (2011, p.269),

Aprender é muito diferente para os jovens de hoje do que eram 30 anos atrás. A Internet está mudando a maneira com que as crianças coletam e processam informações em todos os aspectos de suas vidas. Para os Nativos Digitais, “pesquisa”, muito provavelmente, significa uma busca no Google mais do que uma ida até uma biblioteca. É mais provável que eles chequem as coisas com a comunidade da Wikipédia ou recorra a um amigo online antes de pedir ajuda a um bibliotecário de referência. Eles raramente, se é que alguma vez, compram o jornal em papel; em vez disso, surfam por enormes quantidades de notícias e outras informações online.

Nesse “mar de informação”, é pertinente ter o foco na formação dos alunos, e não apenas na informação deles, e é crucial que os conceitos acompanhem a discussão de atitudes e de valores. Como são características dos nativos digitais a fluidez e a velocidade com que consomem e processam informações, há uma real preocupação sobre os alunos de fato estarem desenvolvendo-se cognitivamente em um determinado ambiente de aprendizagem. Há também uma preocupação com a quantidade de informação textual que absorvem.

Quando se utiliza uma aula de laboratório com os estudantes, dispõe-se de um recurso que os leva a fazer “as coisas”, que não se restringe ao mero uso do lápis e do papel. Alguns professores acreditam

que a aprendizagem no laboratório está associada ao desenvolvimento de conteúdos procedimentais, ou a aprendizagem de procedimentos. Daí emerge uma defesa mais entusiasmada do “*hands-on*”, ou aprender fazendo, mas fazendo algo prático, no sentido de algo que se produz principalmente com as mãos. Os que seguem tal argumentação se esquecem de que não se aprende procedimentos no vazio, mas no seu uso, em situações concretas carregadas de conteúdos factuais, procedimentais e atitudinais. Assim, o movimento que se contrapõe à defesa das aulas de laboratório como locus do “*hands-on*” é a sustentação das atividades práticas como locus por excelência para se exercitar o pensamento crítico: o pensar baseado em evidências e nas boas práticas do pensar científico (BORGES; BORGES; VAZ, 2002).

Um outro aspecto que deve ser levado em consideração é a maneira como as aulas experimentais de Química precisam ser preparadas e os recursos necessários para tanto. Uma situação comum é pouco problematizar a forma de realizar os experimentos, o que pode ser explicado, em parte, pela crença de alguns professores na promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação, sem a necessidade de contextualizá-la (SILVA; ZANON, 2000). Um dos fatores que incentivam demonstrações e valorizam o empirismo colorido e divertido como uma tentativa de “motivar” os alunos, sem uma reflexão aprimorada a respeito da Natureza da Ciência (NdC), são os “kits” experimentais. Esses kits foram desenvolvidos como uma proposta de ensino no período da Guerra Fria e empregados no Brasil até o final da década de 70. Com o passar do tempo e com a mudança de paradigmas no ensino, tais kits vêm se tornando entulho nas escolas públicas, pelos mais variados motivos (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES, 1998).

Oliveira et al. (2013) analisaram o kit “Os Cientistas”⁸ e inferiram que o material dialoga pouco com a problematização da ciência, com seus

⁸ Dentre os diferentes kits experimentais, foi criada a coleção de kits de experimentos *Os Cientistas*, projeto elaborado pela FUNBEC, sob direção de seu então diretor Antônio Barros de Ulhôa Cintra e coordenação da Professora Myriam Krasilchik, editado e fabricado pela Abril S.A. Cultural e Industrial. O material trazia em uma pequena caixa de isopor (tamanho A5) um breve histórico da grande descoberta científica de que tratava aquele kit (com uma breve biografia de seu descobridor), acompanhado de materiais e de roteiros para a preparação e a análise dos resultados observados em experimentos que alavancaram o conhecimento científico. O manual de instruções, também em tamanho A5 (aproximado), era constituído de capa, de contracapa e de corpo do roteiro, composto, em média, por 15 páginas cada.

processos, seus procedimentos e demais aspectos relativos à natureza da ciência. Os autores identificaram ainda a presença de ideias de ciência correspondentes à perspectiva positivista. Esses resultados, entretanto, são coerentes com os objetivos educacionais da época em que os kits foram produzidos. Contudo, nas abordagens cognitivistas, que se adequam aos objetivos atuais pensados para o ensino de Ciências, é indispensável desenvolver noções apropriadas ao processo de construção do conhecimento científico junto aos estudantes em uma aula experimental.

A realização de atividades experimentais, seja em laboratório ou não, tem o papel de contribuir, por exemplo, com a interação social entre os estudantes; por isso, recomenda-se que as práticas sejam desenvolvidas em pares ou em grupos, para que haja discussão acerca de como os fenômenos ocorrem e inferências a partir destes. Além disso, tais práticas permitem a abertura de diálogo entre professor e estudante, favorecendo a negociação de conceitos e, por conseguinte, o processo de ensino e aprendizagem (LEIRIA; MATARUCO, 2015). Atividades experimentais apresentam a possibilidade de funcionar como uma estratégia de aquisição de conhecimentos, mas é preciso, primeiramente, fundamentá-las de forma adequada com as perspectivas pedagógicas-epistemológicas, para que então possam proporcionar aos estudantes a percepção da relação existente entre os aspectos naturais e os artificiais do fenômeno que está sendo estudado.

Assim, conforme o anteriormente exposto, serão exibidos alguns elementos que podem potencializar a Aprendizagem Significativa(AS)⁹ de conceitos e de fenômenos em aulas experimentais, oportunizando uma atividade que contemple os três eixos estruturantes da alfabetização científica, de acordo com o proposto por Sasseron e Carvalho (2011): (i) compreensão básica de termos, de conhecimentos e de conceitos científicos fundamentais, (ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, e (iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

⁹ Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), Novak e Gowin (1984) e Moreira (2006), o processo da AS basicamente se baseia, entre outras, nas seguintes premissas: a) existência do conhecimento prévio; b) o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender (o professor não exerce controle direto quanto à motivação dos alunos para aprenderem); c) aprende-se de maneira significativa quando os conteúdos respondem a problemas de interesse próprio. Além disso, a avaliação é outra atividade que interfere no processo de AS, uma vez que avaliações objetivas e descontextualizadas privilegiam a aprendizagem mecânica em detrimento à AS.

A Atividade Experimental e a Intrínseca Relação Com a Natureza da Ciência

A Natureza da Ciência (NdC) é entendida como um conjunto de fatores que tratam da construção, do estabelecimento e da organização do conhecimento científico, o que pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014).

A compreensão da NdC é reconhecida como:

uma das características desejáveis de uma pessoa cientificamente alfabetizada, que, em geral, “deve desenvolver uma compreensão dos conceitos, princípios, teorias e processos da Ciência, e uma consciência das complexas relações entre Ciência, tecnologia e sociedade (e) mais importante ... uma compreensão da natureza da Ciência” (ABD-EL-KHALICK; BOUJAOUDE, 1997, p. 673).

Além do argumento a respeito da alfabetização científica, a compreensão da NdC é considerada um dos preceitos fundamentais para a formação de alunos e de professores mais críticos e integrados ao mundo e à realidade em que vivem.

A partir de uma análise de documentos científicos internacionais, McComas et al. (1998) resumiram a visão consensual da NdC, cujos aspectos consistem em: (1) o conhecimento científico é provisório; (2) o conhecimento científico depende muito, mas não de maneira integral, de observação, de evidências experimentais, de argumentos racionais e de ceticismo; (3) não há nenhum método científico universal a seguir passo-a-passo; (4) as leis e as teorias desempenham diferentes papéis na ciência; (5) as observações são carregadas de teoria; (6) os cientistas são profissionais criativos; (7) a ciência e a tecnologia têm influência mútua entre si; e (8) ideias científicas são afetadas por seu ambiente social e histórico.

PARA PENSAR...

Em quais desses oito itens propostos pela visão consensual da Natureza da ciência você baseava sua crença a respeito do conhecimento científico? Será que estamos reproduzindo ideias imprecisas acerca da ciência para nossos alunos?

Partindo de aspectos consensuais descritos por McComas et al.(1998), Pumfrey (1991), e Gil-Pérez et al.(2001), é possível reuni-los em cinco grandes grupos:

- *A ciência é dinâmica, reversível e mutável*, com o objetivo contínuo de explicar os fenômenos naturais. Os trabalhos desenvolvidos pelos autores supracitados colaboram para corroborar a ideia de que a ciência e o seu conhecimento não são produtos acabados e que as explicações não são atemporais, bem como não se caracterizam como um conjunto de verdades absolutas que não devem ser questionadas. Pelo contrário, o conhecimento científico não é dogmático e não deve ser acreditado de maneira cega, estando em contínuas mudanças, com reformas internas e revisão de fatos, de modelos, de teorias e de leis.

Essas mudanças são possíveis por meio de desenvolvimentos conceituais e tecnológicos, em que as evidências são reinterpretadas com base em ideias teóricas novas ou revistas. A dinâmica e a reversibilidade do conhecimento científico influenciam na forma como as pessoas veem os fenômenos da natureza.

Apesar de mutável, frequentemente as novas ideias científicas são recebidas com certo ceticismo, principalmente quando são contrárias a conceitos previamente fixados como explicação para um determinado fenômeno. No entanto, uma vez aceito pela comunidade científica, o novo conceito pode passar a ter bastante durabilidade. Diversas ideias científicas resistiram a desafios e mantiveram-se quase inalteradas por anos e décadas. Desse modo, crer no conhecimento científico, mesmo que este possa ser desenvolvido no futuro, é algo a se considerar (LEDERMAN et al., 2002; ABD-EL-KHALICK, 2012).

- *Não existe um método científico universal.* Por meio da História, podemos observar que a caracterização mais antiga da ciência moderna encontrava-se na articulação entre as proposições consideradas científicas e o método utilizado para se atingi-las. O conhecimento científico seria o conhecimento desenvolvido a partir de procedimentos metodológicos únicos e específicos, conjunto este que ficou conhecido como “método científico”, cuja sistematização inicial é atribuída a Francis Bacon, que viveu entre os séculos XVI e XVII (GALVÃO, 2007). O “método científico” era caracterizado pela observação (experimentação) do objeto a ser estudado e pela busca por generalizações indutivistas que explicassem e/ou descrevessem os fenômenos observados (HUME, 2012).

No início do século XX, muitos filósofos começaram a questionar e a contrariar a perspectiva positivista de ciência. Com base em mais de três séculos de História da Ciência, autores como Popper (1993), Kuhn (2007), Lakatos (1979) e Feyerabend (2011), entre outros, enfatizaram incompatibilidades entre a visão positivista da ciência e a construção histórica do conhecimento científico, tal como que o método indutivo, usado nas generalizações das proposições científicas, não caracterizava um procedimento confiável (POPPER, 1993). Salientaram, ainda, que o conhecimento científico não seria completamente objetivo, visto que os cientistas usariam muitas preferências idiossincráticas em suas escolhas e, portanto, a ciência também seria construída com base em muitos fundamentos metafísicos (LAKATOS, 1979). Ademais, historicamente, para eles, grandes desenvolvimentos na ciência aconteceram no momento em que cientistas abandonaram o “método científico” universal e adotaram uma metodologia nova ou algum procedimento diferente do padronizado e convencional (FEYERABEND, 2011).

Ao contrário das visões de senso comum, os pesquisadores da área de Epistemologia da Ciência são consensuais ao concordar que não existe um conjunto de regras universais e um método único para atingir proposições de pesquisa. As metodologias utilizadas podem ser diferentes, podendo ter resultados distintos e que permitam a discussão e a negociação de explicações ou de descrições de um determinado fenômeno. Em vista

disso, um mesmo fenômeno pode ser estudado e compreendido de maneiras distintas, sendo todas coerentes dentro dos limites de validade dos métodos e das concepções utilizados para estudá-lo (MOURA, 2014).

Nesse seguimento, Matthews (1995, p. 165) acredita que a História e a Filosofia da Ciência (HFC) pode melhorar a formação do professor, auxiliando o aperfeiçoamento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências e do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. Assim, HFC pode auxiliar na compreensão da NdC e das relações ciência, tecnologia e sociedade.

- *A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa.* A partir do senso comum, acredita-se que as teorias científicas sejam derivadas, de maneira rigorosa, da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e por experimento. Dessa forma, os experimentos seriam uma prova da teoria (MOURA, 2014; CHALMERS, 2007). Além disso, segundo o conhecimento de senso comum, a ciência se baseia no que o observador pode ver, ouvir e tocar; opiniões, preferências e suposições especulativas não têm espaço na ciência, e o conhecimento científico é confiável por ser provado objetivamente, pois a ciência é objetiva. Essa visão é bastante influenciada pela ideia de existência de um método universal na ciência, defendida por Francis Bacon. Essa noção de “método universal” é uma imprecisão bastante naturalizada nas aulas experimentais de Química, em que os protocolos e os roteiros experimentais são ensinados como via única para uma determinada reação. O roteiro que restringe a utilização de diferentes instrumentos e de vidrarias faz com que o estudante visualize a ciência Química como uma “receita de bolo”, limitando o seu caráter investigativo.

Todavia, diversos autores modernos refutam essa concepção de ciência, posto que a relação entre teoria e experimentação é mais complexa. O indutivismo ingênuo admite que a observação deve ser controlada, precisa e sem preconceitos e que os sentidos desse observador não preconceituoso são suficientes para justificar, de forma direta, como verdadeiras as afirmações a respeito do estado do mundo. Chalmers (2007),

por sua vez, argumenta que as observações não são isentas de expectativas, desmistificando o indutivismo ingênuo. A ciência desenvolve modelos, explicações, concepções tocantes ao mundo natural e tem seu alicerce em saberes, em metodologias, em pressupostos epistemológicos, sociológicos e filosóficos (MOURA, 2014).

- A ciência é influenciada pelo contexto social, cultural e político no qual ela é construída. A ciência é uma atividade humana e, por isso, provisória, política e não neutra. Isso posto, estudos sociológicos são importantes na construção e no desenvolvimento da Ciência. Kuhn foi um dos responsáveis por romper com a divisão de tarefas entre filosofia e sociologia da ciência (essa divisão caracterizava a filosofia como preocupada com critérios impessoais e universais de racionalidade e a sociologia como o campo que estuda a ciência como instituição). Kuhn também inter-relacionou, em sua teoria, a Sociologia, a História e a Filosofia. Emergiu, então, o Programa Forte em Sociologia (decorrente da obra de Kuhn), cujos principais nomes são David Bloor e Barry Barnes.

Segundo Neves e Pinto (2013), Bloor argumenta que a sociologia pode ser usada para entender tanto o erro como o conhecimento certificado. Para tanto, o autor admite quatro princípios básicos para a pesquisa sociológica do conhecimento científico, quais sejam:

- a) a causalidade, quer dizer, a sociologia se deve interessar pelas condições que ocasionam as crenças ou os estados de conhecimento; b) a imparcialidade quanto à verdade e o erro, racionalidade e irracionalidade, isto é, ambos os lados podem e devem ser explicados sociologicamente; c) a simetria, ou seja, tanto a verdade quanto o erro devem ser tratados segundo os mesmos tipos de causa; e d) a reflexividade, afinal, uma disciplina que propõe a explicação do conhecimento, através de suas variáveis sociais, deve entender que essas variáveis influenciam a produção sociológica; desse modo, a sociologia deve aplicar tais princípios a si mesma (NEVES; PINTO, 2013, p. 347).

Bloor (2010) defende que no processo de produção de conhecimento existe uma relação entre fatores sensoriais e sociais, logo, a crença resultante

depende diretamente de ambos. O conhecimento é relativo às concepções e, ainda, à experiência. Esses dois elementos são interdependentes, já que a experiência sensorial não constitui propriamente o conhecimento, e não basta crer para que a crença se transforme em conhecimento sancionado.

Em muitas ocasiões, o professor de laboratório omite os “erros” que a visão consensual da NdC mostrou que acontecem na Ciência e no ensino. Com isso, a aula experimental acaba privilegiando a história dos vencedores, ao invés de apresentar os aspectos sociais, culturais e políticos em que determinado empreendimento científico estava inserido. Isso pode ser trabalhado em práticas envolvendo Termodinâmica e Termoquímica, em que é possível trabalhar a controvérsia Joule-Mayer sobre o equivalente mecânico do calor como contexto para a quantificação do calor de reação. Nesse tocante, Martins (2005) explica que é preciso estudar não apenas os vencedores, mas, sim, a participação de todos os envolvidos, verificando quais os argumentos que se apresentavam contra as novas ideias, pois muitas vezes os argumentos eram excelentes.

A mediação do professor nesse tipo de abordagem é fundamental, já que sua intervenção na sala de aula determinará o nível de abertura da investigação da atividade. As narrativas históricas presentes nas atividades desempenham papéis diferentes de acordo com o momento utilizado, propiciando ao professor um leque de alternativas para conduzir sua aula da melhor forma. Além disso, a habilidade do professor para mediar os momentos de investigação interfere diretamente no interesse e no engajamento dos alunos. Se o professor não oferecer um ambiente de discussão, de reflexão e de diálogo, o processo investigativo é perdido e a aula pode transformar-se em uma aula tradicional, com caráter positivista (BATISTA; SILVA, 2018).

PARA PENSAR...

Lembre-se de alguns grandes nomes da ciência, inclusive àqueles a quem são atribuídas leis, teorias, equações etc. Agora, pense em outros nomes envolvidos na construção dessa entidade epistemológica. Acredito que a maioria dessas entidades somente conta a história dos vencedores, omitindo o processo de construção e as pessoas envolvidas nesse processo.

– *Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros, para fazer ciência.* Há uma noção de que o cientista está alienado e inerte à influência do mundo ao seu redor, realizando seu ofício de forma neutra, imparcial e isenta de crenças. Contudo, a partir da análise do desenvolvimento científico, o cientista se apresenta como um ser humano comum, passível de erro, de interpretações carregadas de teorias, de crenças e de expectativas para desenvolver e corroborar suas ideias, não havendo um perfil único e estereotipado do cientista. O cientista é contemporâneo à sua sociedade e, por isso, sofre influência do seu contexto.

Driver et al. (1996, p. 23) apontam que o entendimento concernente à NdC torna-se necessário conforme as perspectivas:

- Utilitarista: para a Ciência fazer sentido e para habilitar ao gerenciamento dos objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana.
- Democrática: para a tomada de decisões esclarecidas a respeito de questões sociocientíficas.
- Cultural: para apreciar o valor da Ciência como parte da cultura contemporânea
- Moral: para desenvolver uma compreensão das normas da comunidade científica que incorporam os compromissos morais que são de interesse geral e valor para a sociedade.
- Econômica: para qualificar os cientistas a fim de manterem e desenvolverem o processo industrial, do qual a prosperidade nacional depende.

SAIBA MAIS

O cinema é um importante recurso midiático para incentivar discussões, e filmes podem ser levados à sala de aula ou propostos como atividades em casa com o objetivo de discutir as imagens da ciência e do cientista que são veiculadas em filmes comerciais de ficção científica. Essas discussões levarão os alunos a formar uma opinião crítica sobre a mídia, e eles possivelmente começarão a ver os filmes de ficção científica e de ciência com um olhar bem mais criterioso.

Assim sendo, a contextualização histórica da ciência permitirá reconhecê-la como construto humano, suscetível às determinações que extrapolam o laboratório.

Cunha e Giordan (2009) propõem diferentes filmes que trazem relações da ciência e que podem ser utilizados como recurso, a saber: ciência e medicina, ciência como ameaça à humanidade, ciência e poder, ciência e as questões ambientais, ciência fantástica e divertida, ciência e a engenharia genética, ciência e a mulher. Especificamente para questões que percorrem aspectos do entendimento da NdC de acordo com Driver et al. (1996), o filme “Steamboy” (2004), do diretor Katsushiro Otomo, um longa-metragem de animação japonesa pertencente ao gênero *steampunk*, também conhecido como Tecnavapor (diminutivo de “Tecnologia a Vapor”), é um subgênero da ficção científica, ou ficção especulativa, que ganhou fama no final dos anos 1980 e início dos anos 1990. Trata-se de obras ambientadas no passado, no qual os paradigmas tecnológicos modernos ocorreram mais cedo do que na história real (ou em um universo com características similares), mas foram obtidos por meio da ciência já disponível naquela época – como computadores de madeira e aviões movidos a vapor. É um estilo normalmente associado ao futurista *cyberpunk*.

ATIVIDADE

Assista ao filme “Steamboy”, elenque os elementos da natureza da ciência discutidos no filme que se relacionam com os descritos neste capítulo e formule um questionário que possa ser utilizado como preparatório para uma aula experimental que discutirá um fenômeno

De acordo com Lederman et al. (2002), resultados de pesquisas atinentes às concepções de estudantes a respeito da NdC, no que se refere à variação na metodologia, demonstram que alunos geralmente apresentam noções inadequadas acerca dessa natureza (LEDERMAN; ABD-EL-KHALICK, 1998). Diante disso, Lederman et al. (2002) e Lederman (2007) buscaram identificar, por meio do instrumento de obtenção de dados

VNOS-C (*The Views of Nature of Science – Form C*), os aspectos de NdC interessantes a serem trabalhados no ensino. Os trabalhos definiram um programa de pesquisa sobre a NdC que foi bastante influente nas pesquisas relacionadas ao tema nos últimos anos. Para Lederman (2007), os aspectos da NdC a serem trabalhados no Ensino de Ciências e em aulas experimentais podem ser classificados conforme as descrições que se seguem no Quadro 1.

Quadro 1: Aspectos da NdC segundo a visão consensual e sua relação com o ensino de Ciências e aulas experimentais de Química (LEDERMAN, 2007)

Aspecto da NdC	Descrição
<i>Observação e inferência ou a natureza empírica da Ciência</i>	Os estudantes deveriam entender a distinção crucial entre observação e inferência. Observações são declarações descritivas a respeito de fenômenos que são “diretamente” acessíveis aos sentidos (ou extensões dos sentidos) e em relação às quais alguns observadores conseguem atingir certo consenso com dada facilidade. Inferências, por sua vez, vão além dos sentidos. Em um nível mais elevado, um cientista pode inferir modelos ou mecanismos que expliquem observações de um fenômeno complexo. É interessante, desde a educação básica, trabalhar a formulação de inferências a partir de fenômenos simples, pois estas contribuem na construção da argumentação e, conseqüentemente, do entendimento da dinâmica do processo científico por parte dos alunos.

<i>Relação entre leis e teorias científicas</i>	Existe uma distinção entre teorias e leis científicas. Geralmente, tem-se a visão simplista da relação hierárquica entre teorias e leis pelo fato de teorias poderem tornar-se leis, dependendo da disponibilidade de evidências que as suportem. Como consequência, segue-se a noção de que as leis científicas possuem uma posição superior em comparação às teorias científicas. Ambas as noções, entretanto, são inapropriadas, pois, dentre outras coisas, teorias e leis são entidades de conhecimento diferentes e uma se transforma ou se desenvolve em outra. Leis são declarações ou descrições de vínculos entre fenômenos observáveis. Teorias, por seu turno, são explicações inferidas para fenômenos observáveis. Modelos científicos são exemplos comuns de teoria e de inferência na ciência. Além disso, teorias são produtos tão legitimados da ciência como as leis. Cientistas não formulam teorias com a expectativa que um dia se transformem em leis.
<i>A construção do conhecimento científico envolve criatividade e imaginação</i>	Apesar de o conhecimento científico se basear em observações do mundo natural, este também envolve a imaginação e a criatividade humanas. A ciência, ao contrário da crença comum, não é uma atividade sem vida, racional e ordenada, mas envolve a invenção de explicações e requer grande dose de criatividade por parte de cientistas. Esse aspecto, aliado à sua natureza inferencial, implica que conceitos científicos, tais como átomos, buracos negros e espécie, sejam modelos teóricos funcionais, ao invés de cópias confiáveis da realidade.

<i>O conhecimento científico é subjetivo e carregado de teoria</i>	Compromissos teóricos, crenças, conhecimentos prévios, formação, experiências e expectativas dos cientistas influenciam o seu trabalho. Todas essas experiências resultam em uma mentalidade que afeta os problemas que cientistas investigam e a maneira como conduzem suas investigações, o que observam (e não observam) e como as observações fazem sentido, além da interpretação de suas observações. É essa individualidade (às vezes um pensamento coletivo compartilhado) que explica o papel da subjetividade na produção de conhecimento científico. É de salientar que, ao contrário da crença comum, a ciência raramente inicia com observações neutras. Observações (e investigações) são motivadas e guiadas por questionamentos e problemas que, por seu lado, são derivados de determinadas perspectivas teóricas. Muitas vezes, hipóteses ou modelos de teste servem como guia para investigações científicas. Esse elemento é de extrema importância quando se trabalha uma dada atividade experimental em laboratório. Esse entendimento reforça o argumento atinente à necessidade de os alunos dialogarem com os conhecimentos da ciência para poderem observar e interpretar os fenômenos em um experimento, isto é, a observação não é neutra (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Conforme explicita Wellington(1998), os estudantes precisam aprender que os processos da ciência – como a observação, a classificação, a previsão etc. – não se desvencilham de seu conteúdo teórico. Portanto, é preciso aprender a observar, e os experimentos em sala de aula podem ser planejados de modo a favorecer a explicitação dos conhecimentos de quem observa (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004), e não ser influenciados por uma herança positivista. Apreciar essa compreensão das atividades experimentais significa sinalizar para a superação da dicotomia entre teoria e prática/experimentação.
---	--

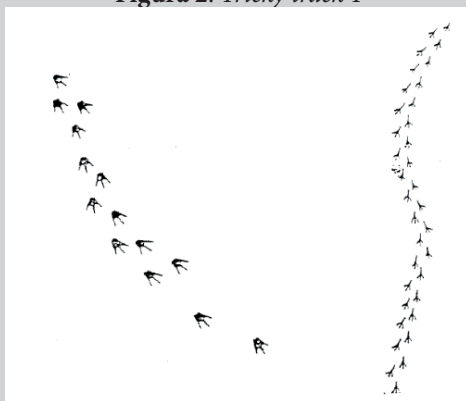
<i>A Ciência é um empreendimento humano e está inserido na cultura</i>	A ciência influencia e é influenciada por vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está inserida. Esses elementos incluem, dentre outros, estruturas sociais, estruturas de poder, política, fatores socioeconômicos, filosofia e religião. Gil-Pérez et al. (2001) afirmam que é necessária a compreensão do caráter social para a produção do conhecimento, no qual o trabalho científico precisa ser apresentado à sociedade como qualquer outra função exercida por homens e mulheres, inspirados por problemas e por interesses sociais. Esta seria uma das maneiras de romper com uma imagem do cientista como gênio solitário desvinculado do contexto social, desenvolvendo suas teorias de forma autônoma e distante dos aspectos históricos, sociais, culturais, econômicos e políticos. As atividades de laboratório podem ser um instrumento essencial para aproximar o estudante das atividades científicas, desmistificando a imagem de genialidade do cientista, geralmente um homem branco e com aspecto de “louco”, e para humanizar a ciência como um empreendimento feito por pessoas independentemente de seu gênero e de sua etnia. O estudante, ao experimentar um empreendimento científico simulado, que seja epistemologicamente planejado e desenvolvido, enxerga-se capaz de desenvolver a atividade e sente-se mais próximo das carreiras científicas.
<i>O conhecimento científico é provisório</i>	O conhecimento científico nunca é absoluto ou certo. Esse conhecimento, que inclui fatos, teorias e leis, é sujeito a mudanças. Afirmarções científicas mudam conforme novas evidências são confrontadas com teorias ou leis existentes ou quando antigas evidências são reinterpretadas à luz de novos desenvolvimentos teóricos ou de mudanças de direção de programas de pesquisa já estabelecidos. Esse elemento pode ser construído de maneira concomitante ao progresso da atividade empírica, explicando a evolução do arcabouço teórico e suas modificações até alcançar a explicação consensual aceita atualmente.
<i>Investigação científica e NdC são aspectos da Ciência distintos entre si</i>	Embora esses aspectos se sobreponham e interajam de diferentes modos, é relevante diferenciá-los. Processos científicos são atividades associadas à obtenção e à análise de dados e à elaboração de conclusões (por exemplo, observação e inferência são processos científicos). Mais complexa que processos individuais, a investigação científica engloba diversos processos científicos usados de maneira cíclica. Por outro lado, a NdC se refere a fundamentos epistemológicos de atividades científicas e a características do conhecimento produzido.

Fonte: Elaborado pelo autor

EXEMPLO DE ATIVIDADE PARA TRABALHAR OS ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA (NdC)

Uma atividade que pode ser empregada para discutir e distinguir conceitos como observação e inferência, o caráter provisório do conhecimento científico e o papel da criatividade na ciência é uma situação-problema intitulada *Tricky Tracks* (LEDERMAN; ABD-EL-KHALICK, 1998). A atividade possui três momentos, desenvolvidos a partir da observação e do questionamento de três imagens, que representam pegadas deixadas por animais em uma superfície. No primeiro momento, o professor apresenta aos estudantes a Figura 2 e, em seguida, indaga-os: “O que você observa?”.

Figura 2: *Tricky track 1*



Fonte: Lederman e Abd-el-Khalick (1998)

Os estudantes podem responder: “Pegadas de um pássaro (ou de outro animal)” ou “pegadas deixadas por pássaros (ou outros animais) até que eles se encontraram em um determinado local” etc.

É importante aceitar todas as respostas neste momento e evitar qualquer julgamento. Pode-se, inclusive, ir colocando as respostas no quadro. Para continuar com o cenário do pássaro, o professor pergunta: “Vocês conseguem ver os pássaros?” ou “Como vocês podem dizer que essas pegadas foram deixadas por pássaros?”. O fato de não podermos ver os pássaros faz com que a sentença “pegadas de pássaros” seja uma inferência, em vez de uma observação. Uma possível observação seria: “dois conjuntos de diferentes marcas e de diferentes formatos e tamanhos deixados em uma transparência ou slide”. É o caso em que, baseados na nossa observação e provavelmente na nossa familiaridade com o tipo de pegada que determinado animal deixa no solo, nós inferimos que pássaros deixaram as pegadas. As pegadas podem igualmente ter sido deixadas por dinossauros. Duas espécies diferentes de dinossauros ou da mãe (ou do pai) e de um filhote bebê de dinossauro da mesma espécie. As pegadas podem também

ter sido deixadas por duas espécies diferentes de pássaro ou por um pássaro maior e um menor da mesma espécie. Mesmo a afirmação de que pegadas maiores foram deixadas por animais maiores é uma inferência.

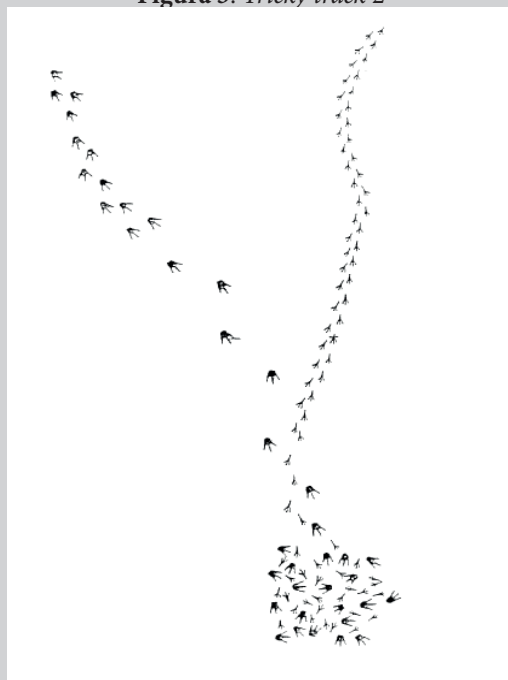
O aspecto crucial a enfatizar é que as afirmações similares às anteriores são inferências, em detrimento a observações. Posteriormente, o professor pode perguntar aos seus estudantes: “Por que os dois animais estão a caminho do mesmo local?”

Novamente, as respostas podem variar: buscando a mesma presa ou movendo-se em busca de uma fonte de água. Um animal pode estar atacando o outro ou os dois foram para o mesmo local devido à natureza do terreno etc.

É pertinente que o professor ressalte que todas essas afirmações são inferências e que são igualmente plausíveis. Pode-se enfatizar, ainda, que, baseado no mesmo conjunto de evidências ou de observações, se é capaz de propor algumas respostas (inferências) do mesmo modo plausíveis para a mesma questão: “o que aconteceu?”.

No segundo momento, o professor apresenta a Figura 3 aos estudantes e pergunta novamente: “O que você observa?”.

Figura 3: *Tricky track 2*



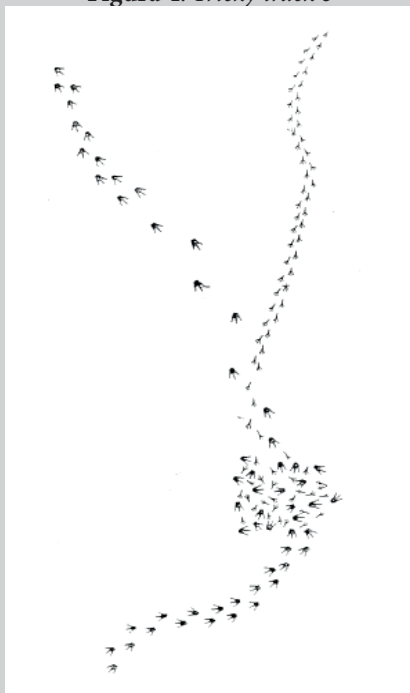
Fonte: Lederman e Abd-el-Khalick (1998)

Alguns estudantes podem responder: “Os dois conjuntos de marcas agora aparecem mais próximos e distribuídos aleatoriamente”, que é uma observação

possível. Outros podem dizer: “os dois pássaros estão brigando?”, que é uma inferência. O professor deve ressaltar aos estudantes a diferença entre os dois. Mais uma vez, várias inferências são possíveis: os dois animais estão brigando, ou em um ritual de acasalamento, ou brigando por uma presa que um deles capturou etc.

Já no terceiro e último momento, o professor apresenta a Figura 4 aos estudantes e repete a pergunta: “O que você observa?”.

Figura 4: *Tricky track 3*



Fonte: Lederman e Abd-el-Khalick (1998)

Uma das respostas pode ser: “o conjunto de marcas maiores está à esquerda na transparência. As marcas menores sumiram.” Questiona-se aos estudantes: “O que você pode inferir?”. Novamente, há várias possibilidades. Um animal pode ter comido o outro, pode ter agarrado o outro e saído andando, um animal voou enquanto o outro continuou andando. De novo, ressalte que as inferências são igualmente possíveis.

Para fechar a atividade, os alunos podem dividir-se em duplas e discutir o que propuseram para a atividade.

A conclusão pode ser realizada com uma síntese integradora do professor: a) há diferenças entre observação e inferência e b) baseado no mesmo conjunto de evidências, muitas inferências diferentes podem ser propostas.

PARA PENSAR...

De que forma podemos aplicar o exercício *Tricky Tracks* em uma atividade experimental que trate de uma reação química?

Considerações Finais

A atividade experimental não deve ter um fim somente na iluminação, na movimentação e no som que as tornem atraentes para os alunos, em detrimento da curiosidade da compreensão epistemológica, que permite que seja contemplada a aprendizagem de etapas como a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, a formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões. A compreensão imprecisa do processo epistemológico poderia levar a uma valorização da “experiência primeira”, isto é, a observação colorida que geralmente desfavorece a interpretação dos fenômenos.

Por meio de uma aula experimental bem planejada, podemos romper com estereótipos que afastam nossos alunos das carreiras científicas desde a educação básica: por exemplo, humanizar o trabalho do cientista, mostrar que o entendimento de fenômenos físicos e químicos é acessível a todos, contanto que de uma maneira bem construída, bem como pode trazer as meninas e as diferentes etnias (além da caucasiana) para empreender na ciência. A ciência é, logo, um trabalho coletivo, e assim também deve ser trabalhada na educação básica, sob a visão consensual da Natureza da Ciência.

Neste capítulo, conduzimos uma reflexão sobre como a Natureza da Ciência pode ser compreendida e ensinada para a educação básica, desfavorecendo um protocolo fechado ou a receita de bolo em uma aula experimental, podendo fazer com que nossos alunos sejam os futuros cientistas que construirão o conhecimento científico!

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S. An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, [S.l.], v. 34, n. 7, p.673-699, 1997.

ABD-EL-KHALICK, F. Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, Abingdon, v. 34, n. 3, p. 353-374, 2012.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, São Paulo, v.32, n.94, p.97-110, 2018.

BORGES, O.; BORGES, A. T.; VAZ, A. Quatro planejamentos da solução de um problema. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002, Águas de Lindóia. *Atas [...]*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2002. 1 CD-ROM.

CAPELETTO, A. *Biologia e educação ambiental: roteiros de trabalho*. São Paulo: Editora Ática, 1992.

CARRAHER, D. W. et al. Caminhos e descaminhos no ensino de ciências. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 37, n. 6, p.889-896, 1986.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 2007.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A imagem da ciência no cinema. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.31, n.1, p.9-17, 2009.

BLOOR, D. *Conhecimento e imaginário social*. Editora Unesp: São Paulo, 2010.

DRIVER, R. et al. *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press, 1996.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. São Paulo: Editoria Unesp, 2011.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. *O ensino de ciências no 1º grau*. São Paulo: Atual, 1986.

GALVÃO, R. C. S. Francis Bacon: teoria, método e contribuições para a educação. *InterThesis*, Florianópolis, v.4, p.32-41, 2007.

GIL-PÉREZ, D. E. A. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E.W.O; NEVES, M.C.D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. *Educar em revista*, Curitiba, n.14, p.39-57, 1998.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A Natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (orgs.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. 2.ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 237-252.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de Experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, p.219-238, 2006.

HUME, D. *Tratado da natureza humana*. São Paulo: Edunesp, 2012.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Editora Cultrix, 1979. p. 109-243.

LEDERMAN, N. et al. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, [S.l.], v.39, p.497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: part, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007. p.831-880.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F. Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In: MCCOMAS, W. F. (ed). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.83-126.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUC-PR, 2015. p. 32214-32227.

MARTINS, L. A. C. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, Bauru, v.11, n.2, p. 305-317, 2005.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. F. et al. The role and character of the nature of science in science education. In: MCCOMAS, W. F. *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.37-54.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NEVES, F. M.; PINTO, V. T. A carta de intenções de David Bloor. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.20, n.1, p.346-350, 2013.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press, 1984.

OLIVEIRA, T. C. C. et al. Os kits experimentais os cientistas e as proposições da alfabetização científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais...Águas de Lindóia*: ABRAPEC, 2013.

PALFREY, J.; GASSER, U. *Nascido na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

POPPER, K. R. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1993.

PUMFREY, S. History of science in the national science curriculum: a critical review of resources and their aims. *British Journal for the History of Science*, London, v.24, n.1, p.61-78, 1991.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. 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, p. 97-114, 2011.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: CAPES; UNIMEP, 2000. p.120-153.

STEAMBOY. Direção: Katsuhiko Ohtomo. Roteiro: Sadayuki Murai, Katsuhiko Ohtomo. Intérpretes: Anne Suzuki, Manami Konishi, Katsuo Nakamura, Masane Tsukayama. Japão: Triumph Films, 2004. 1 DVD(126 min).

WELLINGTON, J. Practical work in science: time for reappraisal. In: WELLINGTON, J. *Practical work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p.3-15.

MODOS DE (RE)PENSAR OS ENSINOS E AS EXPERIMENTAÇÕES: TRADICIONAL, CRÍTICO E PÓS-CRÍTICO COMO CHAVES DE LEITURA

Alexandre Luiz Polizel

Moises Alves de Oliveira

Notas Introdutórias¹⁰

“Dê-me um laboratório e moverei o mundo.”

Bruno Latour

Quando falamos em ensinos de ciências e/ou em ensinos de químicas, que imagens vêm à cabeça? Quais são as possibilidades que levam a pensar uma aula mais interessada e mais interessante? Em que espaços se dão essas efetuações? Nesse capítulo propomos uma reflexão acerca das tensões que mediam e produzem os espaços, focando, em particular, os espaços da experimentação.

Como pontua o sociólogo e filósofo das ciências Bruno Latour (1983), um laboratório é um modo de mover o mundo. O laboratório, dessa maneira, pode ser tomado em seu sentido de espaço específico em que atuam cientistas, vidrarias, equipamentos ou, como dissemos em outros momentos (OLIVEIRA, 2016): deslocado para um significado mais amplo e pensado como qualquer espaço passível de operar a prática.

A experiência é colocada como aquilo que nos leva a vivenciar determinadas técnicas, tecnologias e combinações instrumentais e a compor um conhecimento; uma marca que se registra em nossa memória acerca do vivido e de suas combinações. Se perguntarmos aos educadores sobre sua atividade de afetar os alunos e de colocar corpos em movimento por meio de sua atuação, esta convergiria ao promover situações de atividades experimentais.

¹⁰ Uma versão ampliada deste manuscrito foi enviada para o III Simpósio de Educação para a Ciência, organizado pela Universidade Estadual de Maringá nos anos de 2020/2021 e tem previsão de publicação na Revista Valore (FaSF).

São as qualidades dessas experiências promovidas nos espaços educativos – os múltiplos espaços sem a diferenciação entre ser um campo ou não de formalidade – que garantem o caráter qualitativo da promoção de aprendizados. Temos das escolas sofistas a Paulo Freire que os fios condutores das práticas educativas se encontram nas articulações e na habilidade do professorado em desenvolver bons substratos para as experiências aflorarem.

Assim, o caráter experiencial é um possível catalisador para pensar a criação do processo educativo. Como desafiados por Latour (1983), criaremos laboratórios e com eles moveremos o mundo. É dessa percepção que este capítulo objetiva levantar questionamentos acerca das práticas de experimentação nos ensinos de ciências. O texto se encontra organizado em três eixos: a) uma experiência tradicional, na qual levantamos indagações a respeito de uma perspectiva tradicionalista destas práticas nos ensinos de ciências e de químicas; b) críticas às experimentações e/ou experimentações críticas?, em que analisamos os potenciais éticos, políticos e conceituais atinentes a esta questão; e c) como experimentar após a crítica?, buscando levantar perspectivas contemporâneas referentes aos modos de experienciar.

Uma Experiência Tradicional

Ao discorrermos acerca das práticas experimentais mobilizadas nos ensinos de ciências, três perguntas emergem como guias de nossas reflexões: O que ensinar por experimentação? Como ensinar por meio desta abordagem? Como inferir os resultados do processo experimental?

Preocupações genuínas, das quais surge o campo do que poderíamos tratar como uma Pedagogia Tradicional (SILVA, 2002). São desses questionamentos a articulação de uma organização curricular preocupada com: Que conteúdos ensinar e que devem estar garantidos como disposições curriculares? Que modos de ensinar são possíveis? Que técnicas avaliativas são trazidas à tona para a análise da qualidade das experiências? Assim, o tripé conteúdo, métodos de ensino e avaliações é mantido como percurso

que guia as práticas experimentais, e, como todo tripé, só opera à medida que se encontra articulado.

Tais eixos são importantes para refletirmos sobre as dinâmicas educativas por meio da abordagem, visto que nos auxiliam na estruturação de nossa prática e na sistematização das formas de atuar de acordo com nossa identidade docente, com suas singularidades.

PARA PENSAR...

Pare, neste momento, e reflita a respeito suas práticas. Que conteúdos você acredita que conseguiria trabalhar por meio da experimentação? Seria possível abordar todos os conteúdos por meio deste tipo de abordagem do ensino? Se algum não seria possível, qual seria?

Apenas para fins didáticos, o tripé é desarticulado, a fim de instrumentalizar os docentes no planejamento de suas práticas experienciais/experimentais. O primeiro passo consiste na reflexão de, a partir de sua identidade docente, quais conteúdos se mostram sensíveis a esse *modus* de trabalhar. Este diz respeito ao desenvolvimento de uma triagem dos conteúdos, via um olhar a si mesmo, ao outro e aos saberes curricularizados.

Após essa triagem, chega-se a um olhar: de que maneira essa experimentação pode ser guiada?

PARA PENSAR...

A experimentação é um método? Uma perspectiva teórica? Existe uma forma única de trabalhar as experimentações? Para realizar uma experimentação, é necessário um laboratório?

Levantada a triagem dos conteúdos, é iniciada a elaboração dos procedimentos que guiarão essas práticas e do modo como serão concebidas em sua perspectiva pedagógica. Nesse sentido, demarcamos que a experimentação não consiste em uma metodologia única, tão pouco em

uma epistemologia única, mas é uma combinação de perspectivas teóricas e de suas efetuações. Ou seja, como se percebe a prática experimental e como esta é guiada.

Sob tal óptica, tentativas de situar-se teoricamente são delineadas, visando instrumentalizar o professorado em questões teóricas e práticas. A experimentação, portanto, tem uma relação de intencionalidade em sua sistematização, no estabelecimento de competências a serem desenvolvidas. Práticas podem ser instituídas com o intuito de: a) operacionalidade técnica, da interpretação e da realização de uma aula roteirizada; b) desenvolvimento de flexibilidade, direcionada a refletir acerca de algum tema gerado ou fenômeno; e c) resolução de problemas, almejando a criação de um problema comum e a busca de modos de solucioná-lo.

Araujo e Abib (2003) buscam, ao olhar as produções acadêmicas no campo dos ensinos de ciências, a classificação das práticas experimentais em modalidades, formulando: a) atividade demonstrativa, como práticas laboratoriais em que os docentes apresentam pouco recurso e utilizam a demonstração da experimentação, orientando a observação e as explanações que podem modalizar, de perguntas a resolutivas; b) atividade verificativa, valendo-se de estratégias experimentais para verificação de fenômenos e de leis dos diferentes campos científicos; e c) atividade investigativa, trazendo uma problemática em comum ao centro da prática experimental – que pode ser feita pelo professor ou trazida pelos próprios estudantes –, sendo que a montagem e o desenvolvimento de experimentos têm por escopo trazer explanações sobre o mesmo.

Destacamos que o desenvolvimento de atividades demonstrativas e verificativas podem ser deslocadas para dinâmicas educativas interessadas e que mobilizem os estudantes, de acordo com o modo como são planejadas.

PARA PENSAR...

Após uma aula guiada por experimentação, como você avaliaria o desenvolvimento da atividade? De que maneiras seria possível efetuar a análise avaliativa? Em que eixos separaria essa avaliação?

No curso do planejamento, da execução e da síntese da prática experimental, deparamo-nos com uma necessidade: elaborar técnicas para averiguar a qualidade do processo. Consiste em um trabalho avaliativo, o que permite verificar a construção de saberes, de habilidades e de competências formados ao longo da dinâmica educativa. Em consonância com o objetivo da aula, diferentes modos de avaliar são possíveis, e cada avaliação selecionará determinadas competências a serem consideradas em detrimento de outras. Destarte, deve-se pensar que os conteúdos a serem tratados e os procedimentos metodológicos estejam alinhados aos tipos de procedimentos avaliativos que serão empregados.

Em estudo desenvolvido por Dias et al. (2017), que tinha como objetivo o levantamento de estratégias avaliativas no ensino de ciências naturais na literatura, os autores se depararam com agrupamentos de técnicas avaliativas, tendo por fios condutores o seguinte: a) mapas conceituais, como um intuito de avaliar a capacidade de síntese e de conexão entre os saberes discutidos ao longo da experimentação; b) avaliação clássica, com enfoque na retenção de conceitos e de teorizações; c) argumentações, buscando analisar a linha constitutiva-argumentativa do saber propagado no decorrer das atividades; d) jogos, considerando-se um movimento lúdico de socialização das percepções; e e) heurística, visando criatividades e descobertas produzidas ao longo das práticas educativas.

Em suma, os processos de ensino por experimentação e as contribuições das pedagogias tradicionais para a organização destes, focam as articulações entre conteúdos, métodos de ensino e técnicas de avaliação, que ocorrem articulados e são separados teoricamente para fins didáticos e de instrumentalização para a sistematização da prática experimental.

ATIVIDADE

Procurando instigar a reflexão a respeito do uso das práticas experimentais nas aulas, recomendamos a leitura do artigo:

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.11, n.1, 2016, p. 138-154. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf. Acesso em: 15 mar. 2020.

O texto trata de apontamentos acerca da prática experimental no ensino de ciências e sua aplicação nos espaços escolares, trazendo bases e referências acadêmicos-científicas e

levantando questionamentos e usos das experimentações investigativas no espaço educacional.

Você concorda com as considerações movimentadas pelo artigo? Você realiza algumas dessas práticas em suas ações docentes? Quais as produtividades e/ou obstáculos de cada uma das formas de atividade experimentais trazidas no texto?

Em síntese, a experimentação por um olhar tradicional deve ser pensada em termos de: O que ensinar? Como ensinar? Como Avaliar? A exemplo, podemos refletir o ensino de estrutura celular, utilizando de microscópios e de observação de células da mucosa bucal e de cebola (*Allium cepa*), solicitando, ao final da aula, um relatório e desenhos para fins de avaliação das observações-registros do que foi visualizado.

Críticas às Experimentações e/ou Experimentações Críticas?

Ao voltarmos os olhos para as dinâmicas de experimentação organizadas nos eixos de conteúdo-método-avaliação, são lançadas críticas. Tais críticas emergem à medida que pedagogias tradicionais são analisadas e mobilizadas. Com esse movimento analítico, passa-se a indagar: A que serve esta educação? A quem serve? Nesse cenário, então, o olhar às práticas educativas é de desconfiança (SILVA, 2002).

Começamos a questionar sobre as organizações educacionais e suas práticas, tendo em mente os interesses que levam a tal articulação. No refletir a institucionalização da escola, como um espaço voltado à formação

disciplinar dos sujeitos, são realizadas críticas atinentes a um sistema de estruturação econômica que mobiliza esse espaço, às mobilizações de estruturas simbólicas e capital cultural e às políticas de dominação dadas nesse espaço (SILVA, 2002).

Os próprios movimentos de roteirização de aulas experimentais mostram-se historicamente pautados no receituário da educação, concentrando-se no seguir procedimentos à risca. Isso arrasta à cena um prisma tecnicista dos processos educativos, como modos de operação não reflexiva, fazendo com que o aprendizado seja mais de docilização e menos de reflexão.

A elaboração de conteúdo, por si só, seria um aspecto questionável, haja vista as análises acerca de: “*Para que setores e para quais atores sociais*” interessa que os estudantes aprendam “*este ou aquele conteúdo*”? Nesse seguimento, temos o que poderíamos chamar de um cenário crítico da experimentação.

PARA PENSAR...

Que críticas você moveria acerca dos usos dos processos experimentais na educação? À sua estruturação? Ao desenvolvimento de competências por esses métodos de ensino? À elaboração de conteúdos que você se identifica apto ou não de desenvolver nas experimentações?

As críticas vão para além da relação da intencionalidade dos conteúdos e das competências a serem desenvolvidas. Esbarra, também, na questão de espaço, de instrumentos e de capacitação, de maneira que são sedimentados no imaginário coletivo que um espaço específico, munido de ferramentas, é necessário para fazer acontecer a prática de experimentação: o laboratório e suas vidrarias. Quando estes existem, outra discussão é realizada, agora quanto à capacitação dos profissionais de educação para conduzir dinâmicas pedagógicas nesse espaço. Alguns vão além e pontuam que o ambiente laboratorial não seria necessário se professores se encontrassem pluri-instrumentalizados para o desenvolvimento de tais práticas em outros locais, criando, com isso, um possível laboratório

aberto (CARVALHO et al., 1999). Nessa acepção, os docentes são levados ao abismo da negatividade, que poderíamos tratar como uma negatividade de recursos: não foram investidos recursos em espaço-instrumentos ou em formação, por isso, as competências para trabalhar sob tal modalidade de ensino seriam dificultosas ou impossíveis. Dessa forma, o pensamento negativo pode levar a um fatalismo despotencializador, resultando na impossibilidade de tentar experimentar e criar com tal perspectiva.

PARA PENSAR...

Quais as dificuldades você tem, hoje, de trabalhar com atividades experimentais? O que acredita que “falta”? Que modos criativos podem ser acionados para suprir essas “faltas”? O que te move a utilizar as experimentações em sala de aula?

Tais analíticas acerca das experimentações e das educações deslocam os processos de conceber a pedagogia como um pensamento crítico e estes começam a ser tratados como Teorias Pedagógicas Críticas. Essas teorias passam a colocar em questão como as mobilizações educativas envolvem relações de poder, de dominação e de meios de governo que buscam sua conservação. Assim, o refletir por meio destas perspectivas consiste em colocar as educações a (re)conhecer quais estruturas de poder se encontram instaladas e como elas desembocam em relações de dominação.

Podemos citar como exemplo o educador Paulo Freire, com as contribuições de saberes que nos levam a refletir sobre as práticas pedagógicas que partem de um núcleo comum: os temas geradores, os quais surgiriam da identificação de situações limites, ou seja, de uma problemática comum, para a qual se procuram respostas.

A episteme Freiriana (FREIRE, 1996, 1987), assim, leva-nos a indagar acerca de práticas experimentais não institucionalizada, emergentes e que tem por objetivo colocar sob o olhar da crítica a formação dos sujeitos para serem cientistas para as indústrias, para a reprodução da técnica experimental ou para intensificar esteiras de produção. As bases Freirianas nos instigam outra formação, a formação na-para-com coletividade de determinada comunidade educacional – tratada por Freire como circuito

de cultura – levando em consideração seu contexto e suas demandas coletivas, fazendo surgir, por conseguinte, a Pedagogia do Oprimido. Veja, a Pedagogia do Oprimido surge destes e com estes, ao contrário daqueles que intencionam desenvolver e levar para os Oprimidos suas pedagogias.

PARA PENSAR...

Que estratégias podem ser utilizadas para chegar em núcleos comuns de interesse com os estudantes? Como a experimentação poderia auxiliar em problemáticas práticas, do contexto destes? Quais movimentos podem ser realizados para tal aproximação?

As inspirações Freirianas nos fornecem instrumentos que colocam em pauta ao menos três problemáticas – que guiam e conectam as Teorias Pedagógicas Críticas – sendo: a) acrítica a uma verdade una, a qual os estudantes são subjugados; b) a crítica a uma produção única de conhecimento; e c) a crítica em relação à necessidade de pautas comuns em dissonância com aquela determinada por estruturas de poder hegemônicas. Isto posto, a operação de pedagogias críticas tem por objetivo central a demanda por pautas em comum e a emancipação dos sujeitos em relação ao poder hegemônico, que se propõe como detentor da verdade e do guiar os modos de ser, de estar, de agir e de existir. Em última análise, o caminho inicial para adotá-las inicia-se com o reconhecimento das estruturas de dominação e da produção das pautas coletivas. Freire (1996, 1987), portanto, impulsiona-nos, ao convidar as articulações a buscar tais pautas (temas geradores¹¹) por meio de práticas dialógicas.

As dialogicidades partem do reconhecimento de que o outro tem algo a contribuir, almejando, assim, a criação de um circuito de cultura em que todos falam e ouvem-se sob uma responsabilidade ética da compreensão. Nos exercícios de fala e de escuta, da prática dialógica do reconhecimento do que o outro tem a dizer, surgem núcleos comuns e problemas coletivos que os sujeitos da educação encontram em seu cotidiano: os temas geradores.

¹¹ São temáticas mobilizadoras de aprendizado selecionadas a partir “de um processo de conscientização

A prática experimental, então, nesse contexto, deve ser construída a partir dos temas geradores e ter por desígnio a instrumentalização dos sujeitos da educação, os oprimidos, voltando-se à resolução desses problemas. A perspectiva pedagógica crítica, à vista disso, não tem por preocupação a linearidade do que ensinar, como ensinar, como avaliar, mas, sim, como produzir núcleos comuns de conhecimento, pautados em princípios éticos, e voltados a instrumentalização para a resolução de problemas coletivos. A experimentação, assim, nasceria dentro do próprio circuito de cultura, valorizando as técnicas daqueles sujeitos, seus saberes e um senso de coletividade, ao contrário de processos de colonização de pensamento, direcionados a interesses hegemônicos.

SAIBA MAIS

Para aprofundar a reflexão sobre os usos de práticas experimentais nas aulas, recomendamos a leitura de dois artigos:

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do status de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 355-383, 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/300/195>. Acesso em: 15 mar. 2020.

CIÊNCIA na comunidade. *As mulheres em Minas Gerais e o sabão de cinzas*. 2015. Disponível em: <http://www.campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/wp-content/uploads/2015/07/As-mulheres-de-Minas-Gerais-e-o-sabão-de-cinzas.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

Os textos mostram como a experimentação pode ser construída com os sujeitos de forma coletiva e com interesses compartilhados. Reflita sobre como constituir núcleos/pautas comuns (temas geradores) e o papel da experimentação nesses processos.

da realidade opressora vivida nas sociedades desiguais; são o ponto de partida para o processo de construção da descoberta, e, por emergir do saber popular, os temas geradores são extraídos da prática de vida dos educandos, substituindo os conteúdos tradicionais e buscados através da pesquisa do universo dos educandos” (TOZONI-REIS, 2006, p.93).

Como Experimentar Após a Crítica?

As teorizações pedagógicas tradicionais contribuíram significativamente ao colocar em pauta: O que ensinar? Como ensinar? Como avaliar? Seguidas pelas teorizações críticas que deslocam o olhar para as indagações atinentes às relações de poder, às idealizações, às ideologias e às reproduções socioculturais, por meio dos questionamentos como: A que(m) interessa esta ou aquela organização dos processos educativos?, Com isso, convida-nos a refletir pedagogias coletivizadas, de temas em comum e visando a emancipação, a libertação e a valorização dos conhecimentos e dos estilos de vida. Ambas, em suas contribuições, proporcionaram substrato discursivo para o emergir de um terceiro campo epistemológico para pensarmos as educações – e as experimentações pela perspectiva das teorias pedagógicas ditas pós-críticas (SILVA, 2002).

As teorias pós-críticas surgem em um ato socrático¹² de ironizar qualquer possível estruturação educacional (fixada), desafiando o conhecimento engessado: A que(m) interessa, mesmo, esta ou aquela organização dos processos educativos? Com isso, desafia-nos a movimentar o pensamento em torno de outras guias: as identidades, as diferenças, as alteridades, as subjetividades, a significação, os saberes-poderes, as representações, a raça, a classe, o gênero, a diversidade sexual, a regionalidade, o multiculturalismo, os discursos, apenas para citar alguns. Para fins didáticos, podemos dizer que a principal diferenciação dessa perspectiva teórica centra-se na ruptura com a própria noção de teoria.

Enquanto as perspectivas tradicionais e críticas enfocavam a teoria como algo que desvenda uma verdade, que está escondida em algum lugar no mundo e a desejamos, as teorias pós-críticas conclamam pela noção de discurso, sendo que a noção de discurso desloca a noção de uma verdade como pré-existente e a espera de ser descoberta; mas, sim, que, à medida que se enuncia essa verdade, ela é produzida.

¹² Compreendemos o ato socrático como um agir ético de colocar as próprias certezas-lógicas em problemática. A ironia é invocada nesse ato enquanto um modo de desestabilizar valores normatizados, ou habitados, no qual deixamos de mantê-los sob o olhar da crítica. Contudo, é um ato que coloca aquele que opera em risco, como Sócrates, que pergunta, indaga, procura dispor os saberes no campo do não-saber, podendo ser condenado pelo olhar dos que não desejam refletir sobre.

As perspectivas pós-críticas não propõem ignorar fatos históricos e os conhecimentos elaborados filosófica-cientificamente, mas que estes são constituídos ao passo que são trazidos à cena em um processo de arregimentação coletivo de instrumentais como: vidrarias, conceitos e técnicas experienciais dotadas de agência, ou seja, capazes de modificar os modos de existência; por isso mesmo, atores de plenos direitos e entrelaçados com agentes humanos de forma bem mais distribuída e variada. A teoria pós-crítica, nessa toada, visa colocar em cena esses diferentes atores sociais – humanos e não humanos – que participam da elaboração de fatos e do pensamento filosófico-científico.

Ao deslocar a centralidade das agências, as ações tomadas a partir da noção de discurso das teorizações pós-críticas, favorecem não somente olhar as práticas laboratoriais como um coletivo produzido e produtor de humanos e não-humanos; mas também possibilitam a agregação de produções e preocupações formativas para refletirmos as trajetórias educativas das epistemes negras, de produções de mulheres, de Lésbicas Gays Bissexuais e pessoas Trans (LGBTs), de populações indígenas, ribeirinhas, do campo, do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), enfim, de um grande coletivo cultural excluído devido às práticas legitimadas do pensamento científico disciplinar e acadêmico. Tais movimentos colocam as experimentações sob um outro olhar (pós)crítico, do perguntar-se: Como essas categorias identitárias, suas técnicas e seus instrumentais estão atravessados pela legitimidade do conhecimento que produzem?

PARA PENSAR...

Que percepções você tem ao pensar a relação entre experimentações e as culturas em sua sala de aula? Como percebe os atravessamentos identitários nas práticas experimentais? Percebe-as como produtoras de subjetividades?

Tomemos como exemplo o trabalho desenvolvido por Benite et al. (2017), no qual partiram de uma problemática social do racismo e iniciaram discussões atinentes às epistemologias de matrizes africanas e ao ensino de propriedades metálicas. Dessa óptica, trouxeram o cenário da possibilidade

de refletir as discussões químicas, atravessadas por questões sociais identitárias e epistemologias outras. Assim, o ensino por experimentação pós-crítico tem como um dos caminhos tratar as identidades e as diferenças em suas dinâmicas pedagógicas.

As considerações referentes ao pensamento e à constituição de técnicas em comunidades indígenas para a produção de corantes e de pinturas corporais, a preparação alimentícia e a purificação da água envolvem dinâmicas específicas que se constituem perpassadas pelos estudos culturais, levando a elaborar uma educação pós-crítica que se baliza pelas categorias de identidades e de diferenças. Igualmente, Soentgen e Hilbert (2016) pontuam, em sua abordagem historiográfica, que as comunidades indígenas da América do Sul lançam mão de um conjunto de técnicas típicas de suas dinâmicas culturais, tendo por características a constituição de uma epistemologia indígena. Fato semelhante é apontado por Jesus, Lopes e Costa (2015), que aplicam os distintos usos de técnicas indígenas de extração de pigmentos, suas matérias primas e seus usos nas práticas experimentais no ensino de ciências. Destarte, tal ótica convida a valorizar a pluralidade de técnicas nestas dinâmicas, levando em consideração as (inter)culturalidades e os aspectos identitários e de diferenciações.

As perspectivas de gênero e de diversidades sexuais, provindas da emergência dos movimentos feministas e LGBTQs, também deslocam o campo da educação centrado em uma abordagem pós-crítica, à proporção que indagam como tais categorias identitárias são transpassadas pelo desenvolvimento de técnicas de constituição de conhecimento e de legitimação dos saberes produzidos por tais agrupamentos. Cardoso (2015)¹³ apresenta, a partir da análise do “Caso Curie”, como os papéis de gênero estabeleceram posições de sujeito e de espaços diferentes para o Sr. e a Sra. Curie, desde operações público-privadas até reconhecimentos pelas mobilizações analíticas criadas. Já Tatsch (2018) pontua, a partir das questões LGBTQs, as exclusões e as potencialidades de elaborar

¹³ Cardoso (2015), em seu artigo, também apresenta ponderações a respeito das categorias identitárias de gêneros, como um modo que possui limitações de análise, propondo uma investigação combinada de epistemologias feministas e a Teoria Ator-Rede. A ideia do autor é mostrar que a hibridização de epistemologias, de formas de saber, auxilia na superação das limitações analíticas.

conhecimentos, com base na diversidade sexual, as maneiras de produzir química, as representações nos espaços educacionais e os dispositivos de inclusão e de exclusão. As categorias de gêneros e de diversidade, bem como as produções de espaços outros, são colocadas em pauta pelos pesquisadores.

De tal óptica, as educações pós-críticas convidam a compreender as identidades e as diferenças, suas representações, seus espaços e a legitimação de seus saberes para a reflexão sobre os procedimentos educacionais nos ensinos de ciências. Daí emerge o desafio de “Como criar espaços de experimentações abertos às múltiplas técnicas, identidades, diferenças e culturalidades?”.

PARA PENSAR...

Como você organizaria um trabalho experimental que contemplasse as diversas identidades? Que culturas você acredita serem significativas para trabalhar como temáticas experimentais? Como vê essas culturas, identidades e diferenças tracionarem a química “dura” que temos em nossos currículos tradicionais?

Outra possibilidade colocada em pauta com as perspectivas pós-críticas é a qualidade da constituição discursiva nos ensinos e nas educações. Nesse sentido, Oliveira (2010) volta o olhar de sua investigação aos laboratórios, nas práticas realizadas em tais espaços, como potentes para a formação de enunciados e de discursividades científicas. O autor pontua os jogos de articulações utilizando vidrarias, enunciados e brincadeiras de poder para modalizar os conhecimentos científicos, ou seja, quanto mais atores – humanos e não humanos – são colocados em interação nos procedimentos experimentais, mais qualitativo e articulado encontra-se a constituição dos saberes, deslocando-o a um estatuto de mais ou menos científico.

Aqui, vemos um campo para provocação, para refletirmos as experimentações e seus (des)usos no ensino de ciências e de químicas: Que atores – humanos e não humanos – e que enunciados serão coordenados na modalização dos saberes nas aulas de ciências? A qualidade de tal

contribuição encontra-se nas meditações acerca das multiplicidades dos jogos de articulação que constituem as discursividades e suas científicidades.

PARA PENSAR...

Que meios de enunciar você opera nas aulas experimentais? Que influência os instrumentos que você agrega têm sobre seu discurso? Como essas combinações modalizam para um caráter de científicidade¹⁴ ou não?

Como terceiro movimento, as teorizações pedagógicas pós-críticas levam a indagar as ciências e as educações como produtos-produtores das culturalidades. Como culturas, estas consistem em dinâmicas que compõem o modo de ser, de estar, de pensar, de aprender e de existir a partir de pedagogias culturais (GIROUX, 2008). Assim, os múltiplos espaços em que se pode entrar em contato com enunciados e com discursos são espaços pedagógicos. Desse olhar desponta a abordagem das pedagogias culturais. Nas ruas, nas novelas, nas literaturas, nos escritos em portas de banheiro, nos folhetos de lanchonete... Todos os ambientes que ensinam ciências, químicas e educações em suas pedagogias culturais.

Fary e Oliveira (2018, 2017, 2016) realizaram tal exercício ao levar para a sala a série de televisão *Breaking Bad*¹⁵. Os autores defendem que as representações trazidas no seriado constituem legitimações acerca das químicas e podem conduzir à reflexão acerca de suas variadas utilizações, composições e dos diferentes modos de experimentá-las e de experienciá-las – desde a química nos laboratórios escolares, àquelas realizadas fora dos

¹⁴ Compreendemos, ancorados nas bases epistemológicas das ciências, que há movimentos de demarcação, de estabelecimento de critérios para caracterização, legitimação e identificação de determinados saberes enquanto científicos ou não, de seu caráter de científicidade. Como caráter de científicidade, entendemos os critérios de demarcação (como as categorias de métodos, as evidências, a replicação, a falseabilidade e o paradigma) e de creditação (o reconhecimento de que determinado saber possui valor científico, haja vista que atende a critérios de demarcação e de socialização desse saber enquanto tal).

¹⁵ *Breaking Bad* é um famoso seriado televisivo americano, produzido por Vince Gilligan, que foi transmitido originalmente entre 2008 e 2013 pelo canal de televisão por assinatura AMC, atualmente disponível em serviço de *streaming*. Retrata a vida de um professor de química, que devido a condições socioculturais e de saúde, passa a fazer outros usos de seus saberes químicos, lançando-se na produção de drogas (metanfetamina). A trama envolve discussões significativas sobre modos de existência, laboratórios (abertos), usos sociais das ciências e do próprio *ethos* docente.

espaços educativos formais, como em casa ou em um trailer no deserto. Estes contextos nos convidam a analisar o quanto pedagogias culturais podem operar como modos de experimentos das químicas.

As práticas de experimentação, portanto, são arrastadas aos múltiplos espaços culturais. Demarcamos, como exemplo, espaços que podem ser visitados e desfrutados. Chamaremos de canais de pedagogias culturais operantes. Estas sugestões devem ser tomadas na versatilidade, parcialidade e provisoriedade de qualquer lista deste tipo. É recomendável acessar os *sites* de busca para atualizações e ampliações.

Quadro 1: Laboratórios virtuais

Laboratórios virtuais	<i>Links para acessá-los</i>
Canal Manual do Mundo	https://www.youtube.com/channel/UCKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ
Canal Ciência Hoje	https://www.youtube.com/user/CHCnaTV
Canal Nerdologia	https://www.youtube.com/user/nerdologia
Canal Ponto Ciência	https://www.youtube.com/user/pontociencia
Canal Muy Fácil de Hacer	https://www.youtube.com/user/TheCesartutoriales
Show do Thiago	https://www.youtube.com/channel/UCB4fBLKrdgVnagm-S4yj8aw
Canal Ciência Curiosa	https://www.youtube.com/user/Cienciacuriosa
Canal Mago da Física	https://www.youtube.com/user/amadeu1000
Canal Evandro Veras	https://www.youtube.com/user/professorphardal

Fonte: Elaborado pelos autores

Destarte, as perspectivas pós-críticas colocam-nos a pensar sobre os atravessamentos identitários, multiculturais, discursivos, enunciativos e de pedagogias culturais operantes. Essas maneiras de vivenciar remetem aos múltiplos artefatos culturais – objetivos, espaciais, temporais, subjetivos –, que propiciarão o afetar-se pelas ciências, pelas experimentações-experiências e pelas pedagogias que tais práticas envolvem. Os modos de se relacionar com esses artefatos são multifacetados, estridentes e totipotentes. São jeitos de experimentar não passíveis de redução a uma definição. Isso posto, são um convite para o estilo de olhar e de agenciar as possibilidades de experiência.

Considerações (Longe de Serem Finais)

Este capítulo se propõe não a um fechamento, a considerações que amarram o texto, mas, sim, a um convite, o qual tem por objetivo apresentar diferentes visões acerca dos ensinamentos por experimentação, a fim de mobilizar os professores que ensinam ciências e químicas a refletirem acerca de suas práticas pedagógicas.

Chamamos, então, a (re)pensar as educações químicas por experimentações a partir de diferentes epistemes: a) *Tradicional*, que se preocupa com questões como “O que ensinar?”, “Como ensinar?”, “Como avaliar?”; b) *Crítica*, que questiona “A que(m) esta ou aquela atividade educativa interessa?”, estando mais atenta em construir coletivamente o processo educativo; e, c) *Pós-crítica*, que indaga “Que culturas, identidades e diferenças estão contempladas nas práticas experimentais?” e “Que pedagogias culturais as mobilizam e como?”.

Este é então um convite a mover o mundo com laboratórios, como nos instiga Bruno Latour, compreendendo-os como modos de deslocar a visão para a realidade e de produzir-aprender-ensinar-veicular saberes. É possível, portanto, com um laboratório, criar experiências e chamar ao experimentar. Se ainda se perguntam sobre “Como é possível mover o mundo por meio de tais perspectivas experimentais?”, perguntar-lhes-emos: “Como esse laboratório textual propiciou mover seu mundo?”.

Referências

ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

BENITE, A. M. C. et al. Ensino de química e a ciência de matriz africana: uma discussão sobre as propriedades metálicas. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.39, n.2, p. 131-141, 2017.

CARDOSO, G. P. Gênero da ciência: reflexões sobre a teoria ator-rede e a perspectiva feminista. *Mediações – Revista de ciências sociais*, Londrina, v.20, n.1, p.69-88, 2015.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: FEUSP, 1999.

DIAS, N. et al. Avaliação escolar: um estudo no ensino de ciências naturais e suas áreas. *Cadernos de Educação – Reflexões e Debates*, São Paulo, v.16, n.32, p. 89-105, 2017.

FARY, B. A.; OLIVEIRA, M. A. As vertigens da diferença: sobre o uso da série de televisão *Breaking Bad* e a produção do devir-química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2016.

FARY, B. A.; OLIVEIRA, M. A. Cartografando química como acontecimento em *Breaking Bad*: (im)possibilidades de olhares em uma série televisiva. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ESTUDOS CULTURAIS E EDUCAÇÃO, 7., 2017, Canoas. *Anais...* Canoas: ULBRA, 2017.

FARY, B. A.; OLIVEIRA, M. A. Uma forma de espanto – pensando uma aula de química com o seriado televisivo *Breaking Bad*. *Actio: Docência em Ciências*, Curitiba, v.3, n.1, p.167-183, 2018.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIROUX, H. Memória e pedagogia no maravilhoso mundo da Disney. In: SILVA, T. T.(org.). *Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação*. 7.ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p.132-158.

JESUS, Y. L.; LOPES, E. T.; COSTA, E. V. Descobrindo as ciências na cultura indígena: pinturas corporais. *Revista Curia: Múltiplos saberes*, Itabaiana, v.1, n.1, p. 1-6, 2015.

LATOUR, B. Give me a laboratory and I will raise the world. In: KNORR-CETINA, K.; MULKAY, M. J. (orgs). *Science observed: perspectives on the social studies of science*. Londres: Sage, 1983. p. 141-170.

OLIVEIRA, M. A. Alfabetização científica no clube de ciências do ensino fundamental: uma questão de inscrição. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.2, p. 11-26, 2010.

OLIVEIRA, M. A. Estudos de laboratórios no ensino médio a partir de Bruno Latour. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, n.31, v.1, p.163-182, 2006.

OLIVEIRA, M. A. *Os laboratórios de química no ensino médio: um olhar na perspectiva dos estudos culturais das ciências*. Londrina: EDUEL, 2016.

SILVA, T. T. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

SOENTGEN, J.; HILBERT, K. A química dos povos indígenas na América do Sul. *Química nova*, São Paulo, v.39, n. 9, p. 1141-1150, 2016.

TATSCH, F. R. *(Trans)química: ensino, abordagens, desafios e possibilidades*. 2018. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre, 2018.

TOZONI-REIS, M. F. C. Temas ambientais como” temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar em revista*, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006.

PARTE 2

**AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO
DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

AS NOVAS TECNOLOGIAS E A EDUCAÇÃO QUÍMICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA A PRÁTICA DOCENTE

Bruna Jamila de Castro

Temos experimentado uma profunda alteração nos modos de existência, a qual pode ser observada no excesso e no acúmulo de informações, na velocidade do acesso aos fatos, às imagens e aos dados, nos novos modos de viver a intimidade e a vida privada, na centralidade do corpo e da sexualidade na cultura, em relação direta com a superexposição midiática, na crescente mistura de linguagens de diferentes meios (cinema, televisão, fotografia, computador, Internet), entre tantas outras (FISCHER, 2007).

Muitas dessas alterações devem-se às conexões que estabelecemos com as novas tecnologias¹⁶, também conhecidas por Tecnologias e de Informação e Comunicação(TICs). A chegada dos computadores, da internet (e seus inúmeros recursos), dos *smartphones* e de outras tecnologias mudou a maneira como vivenciamos as práticas cotidianas, transformando, como destaca Fischer (2007, p.291), as nossas experiências com os saberes, as trocas com os outros, as “formas de inscrever-nos no social, de escrever, de falar, de pensar o mundo e a nós mesmos”.

Podemos dizer que vivemos um novo “conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço” (LÉVY, 1993, p. 17). Assim, essa nova forma sociocultural tem sido reconhecida como a cibercultura¹⁷.

Na cibercultura estamos habituados a relacionarmo-nos com as tecnologias do momento em que acordamos à hora em que vamos

¹⁶ As novas tecnologias “podem ser classificadas em mídia, multimídia e hipermídia” (PINTO, 2004, p.4).

¹⁷ No livro intitulado *Cibercultura*, Lévy(1993) traça suas percepções sobre o crescimento do ciberespaço, novo meio de comunicação que surge da interconexão de computadores e do consequente surgimento da cibercultura. Vale a leitura, fica a dica!

dormir. Para muitos, principalmente para as crianças e os adolescentes, é inconcebível uma realidade sem internet, sem as redes sociais (*Facebook, Youtube, WhatsApp, WeChat, Instagram* etc.), o *Google* e outras tecnologias. Os estímulos auditivos e visuais, a interatividade, a dinâmica e a velocidade com que conseguimos as informações já nos são comuns¹⁸. O problema é que as práticas educativas/escolares parecem não ter acompanhado essa integração das tecnologias as nossas vidas.

PARA PENSAR...

Você tem observado uma inadequação do processo de ensino e aprendizagem face às demandas da cibercultura? Será que o desinteresse dos nossos alunos para com os conteúdos ou até mesmo para com a escola tem relação com transformações nos modos de ser, proporcionadas pelas novas tecnologias? Como professores, será que podemos ficar alheios às transformações causadas pelas novas tecnologias nos modos de vida contemporâneos?

Durante anos, a prática pedagógica mais comum foi a de passar o conteúdo na lousa e/ou expô-los oralmente, corrigir os exercícios e aplicar provas para testar os conhecimentos adquiridos pelos alunos, um estilo de ensinar conhecido como reprodutivista (PRADO, 2005). Entretanto, para uma boa implementação das novas tecnologias é necessária uma mudança de perspectiva. Dentre os desafios para tanto encontram-se repensar o modelo metodológico adotado em sala de aula e entender que a tecnologia, sozinha, tratada como um mero recurso técnico, dificilmente tem potencial para melhorar a educação, pois não é dotada de poder miraculoso (MORÁN, 2000; MATTELART, 2002; MONTEIRO; RIBEIRO; STRUCHINER, 2007; OLIVEIRA; PORROZZI, 2009).

¹⁸ Estamos assumindo, aqui, uma generalização do acesso à tecnologia em relação à realidade socioeconômica encontrada no Sul do Brasil. No nosso país há uma enorme desigualdade social e existem regiões em que a população não dispõe de energia elétrica ou de acesso à tecnologia como a Internet.

O Uso Crítico das Novas Tecnologias

Um processo de ensino e aprendizagem de qualidade no uso das tecnologias requer várias competências. Segundo Rezende (2000), o mais importante é questionar o paradigma tradicional de ensino, isto é, a simples transmissão de conhecimentos para os estudantes, em um processo unidirecional. A autora frisa que as novas tecnologias na educação têm sido utilizadas aplicando as mesmas práticas pedagógicas, apenas vestindo o velho com uma nova roupagem, ou seja, passam-se para o virtual as práticas já realizadas no âmbito físico de sala de aula, por exemplo, os livros eletrônicos em substituição ao livro físico, as videoaulas expositivas em substituição a uma aula expositiva presencial, enfim, práxis que não incorporam nada de novo no que se refere à concepção do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, de acordo com Morán (1995, n.p.) “as Tecnologias tanto servem para reforçar uma visão conservadora, individualista, como uma visão progressista”.

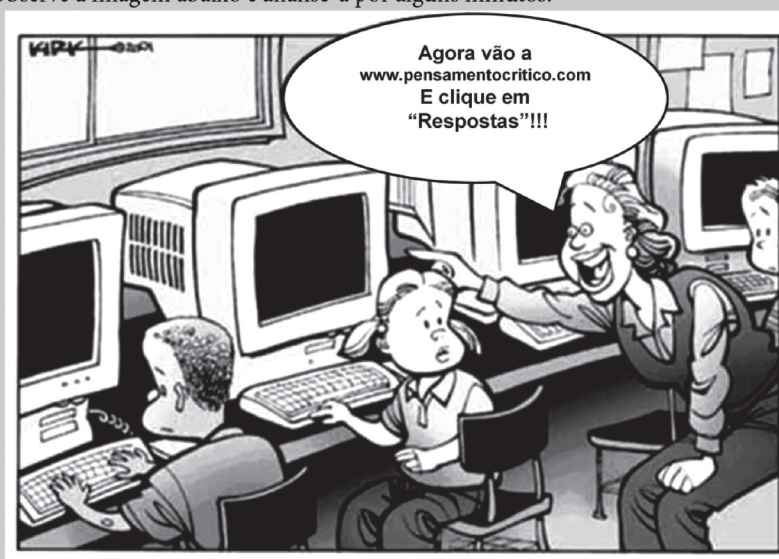
Antes de adotar uma nova tecnologia para uma prática pedagógica é primordial repensar o conceito clássico de sala de aula, pois, como pontua Ramal (2002), o modelo expositivo e linear de ensinar não é suficiente para preencher todas as necessidades atuais, visto que nosso aluno, em seu cotidiano, não é um simples receptor passivo, mas é, muitas vezes, autodidata e um protagonista, que inclusive produz conhecimento para as redes sociais e outros espaços virtuais. O que não significa dizer que são sujeitos que sabem utilizar os recursos tecnológicos para fins educativos, para seu desenvolvimento intelectual, ou que sabem ser críticos quanto ao universo de informações disponível, e observamos isso, por exemplo, com a grande circulação/compartilhamento de *Fake News*. Ajudar os alunos a aprender a utilizar as novas tecnologias, portanto, é outro ponto chave.

Para Morán (2015), então, guiar os alunos no processo de ensino e aprendizagem, torná-los conscientes de alguns processos e estimulá-los a estabelecer conexões, a superar etapas mais rapidamente, a confrontá-los com novas possibilidades, enfim, acompanhá-los durante a caminhada é essencial para que eles também possam utilizar as tecnologias criticamente.

Por esse ângulo, é interessante que o professor ultrapasse a ideia de ser um transmissor de informação para tornar-se um orientador/articulador das diversas tecnologias. Cabe a ele não se posicionar mais como “o detentor do monopólio do saber mas como um parceiro, um pedagogo, no sentido clássico do termo, que encaminhe e oriente o aluno diante das múltiplas possibilidades e formas de se alcançar o conhecimento e de se relacionar com ele” (KENSKI,1998, p.68).

PARA PENSAR...

Observe a imagem abaixo e analise-a por alguns minutos:



Fonte: Diackceli (2015)

Qual é a postura adotada pela professora quanto às novas tecnologias? A professora utiliza a tecnologia de forma crítica ou como um mero recuso técnico? E no que tange ao aprendizado dos alunos, a concepção de ensino e aprendizagem da professora está pautada em uma visão construtivista e progressista ou em uma visão reprodutivista e conservadora?

Em linhas gerais podemos dizer que a grande “sacada” da charge é evidenciar que não podemos desvincular a utilização das novas tecnologias, das metodologias e estratégias empregadas pelo professor.

Como recomenda Cysneiros (2003, n.p.), o professor precisa usar sua criticidade e deve indagar-se: “como me apropriar de tais objetos [novas tecnologias], para que sejam instrumentos de crescimento do aluno, de melhoria da escola, tornando mais eficaz minha atividade pedagógica?”, e ainda: “Como corporalizá-las, aproveitando vantagens mas estando consciente das limitações e perdas?”

Desenvolver o pensamento crítico do aluno, por exemplo, exige que o professor planeje atividades – com o uso de novas tecnologias ou não – que estimulem o aluno a pesquisar, a avaliar situações e pontos de vista diferentes, a fazer escolhas, a assumir alguns riscos, a posicionar-se etc., e não apenas a reproduzir as informações de um site, tal como verificamos na charge. A esse respeito, Morán (2015, p.17) argumenta que as metodologias adotadas pelo professor precisam acompanhar os objetivos de aprendizagem, afinal, se queremos que os alunos sejam proativos “precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes”, agora, se queremos que sejam criativos “eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa”. O autor ainda comenta que a melhor forma de uma pessoa aprender é combinando atividades, desafios e informação contextualizada, pois temos que estar atentos ao fato de que as tecnologias, assim como as metodologias, possuem limitações e não dão conta de tudo.

As Metodologias Ativas de Ensino¹⁹, tais como a Pedagogia de Projetos, a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Aprendizagem Baseada em Pesquisa, a Sala de Aula Invertida e o Estudo de Caso, podem ajudar nessa transição, visto que enfatizam novas modalidades de ensinar, favorecendo o aprendizado contextualizado do aluno e a construção do conhecimento sem passar pela transmissão passiva de conhecimentos.

Essas metodologias, articuladas à escolha de tecnologias “mais adequadas ao ensino de um determinado tipo de conhecimento, em um

¹⁹ Para saber mais acerca de “metodologias ativas de ensino”, leia Morán (2015).

determinado nível de complexidade, para um grupo específico de alunos e no tempo disponível” (KENSKI, 1998, p. 70), são essenciais para o sucesso da experiência.

ATIVIDADE 1

Para aquecer a reflexão acerca do assunto, recomendamos a leitura do artigo publicado no blog “professor digital”.

ANTONIO, J. C. *Pesquisa escolar na internet: Ctrl+C&Ctrl+V versus cópia manuscrita*. 2010. Disponível em: <<https://professordigital.wordpress.com/2010/01/31/pesquisa-escolar-na-internet-ctrlc-ctrlv-versus-copia-manuscrita/>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

O artigo trata de uma crítica “acalorada”, realizada pelo pai de um aluno das séries iniciais do ensino fundamental ao modo como alguns professores têm utilizado a estratégia “pesquisa escolar”. Apesar de o texto não contar com bases/referências acadêmico-científicas, ele levanta questionamentos importantes sobre o uso crítico das novas tecnologias no contexto educacional.

Você concorda com a crítica exposta no artigo, tendo em vista o abordado acima? Como você utilizaria criticamente a pesquisa escolar?

O Professor e os Saberes Técnicos Necessários para a Utilização das Novas Tecnologias

As novas tecnologias já fazem parte da nossa realidade, estando presentes na maioria dos lares, das empresas, dos bancos e das lojas como ferramentas que auxiliam em tarefas simples e/ou complexas. No trabalho dos professores, é comum notar o uso do computador, da internet e de seus inúmeros recursos nos “bastidores”, permitido, por exemplo, elaborar aulas, atividades e avaliações com mais rapidez, fechar notas e faltas de cada bimestre/trimestre/semestre com mais eficiência (com os registros de classe on-line), entre outros empreendimentos. Apenas mais recentemente, com a Pandemia de Covid-19, é que os professores tiveram que adotar de forma mais intensa as tecnologias em suas práticas pedagógicas para mediar o ensino remoto, o que não se deu sem inúmeras dificuldades. (HONORATO; MARCELINO, 2020).

A formação inicial e continuada de professores, de maneira geral, tem sido deficiente no quesito de capacitar o professor para a utilização do computador e de seus recursos em sala de aula (VALENTE, 1999; NIZ, 2017).

Como pontua Valente (1999), a formação professores não tem acompanhado o avanço tanto tecnológico quanto do nível de compreensão sobre as questões da Informática na Educação. Segundo o autor

isso tem acontecido, em parte, porque as mudanças pedagógicas são bastante difíceis de serem assimiladas e implantadas nas escolas. A outra dificuldade é apresentada pela velocidade das mudanças da Informática, criando uma ampla gama de possibilidades de usos do computador, exigindo muito mais dessa formação do professor, o que acaba paralisando-o (VALENTE, 1999, p.22).

É significativo marcar que o professor que pretende utilizar as novas tecnologias, em especial o computador e seus softwares, precisa ter uma noção básica de informática. Não é necessário entender, a priori, a lógica de funcionamento interno do computador, quer dizer, como se dá a interação de softwares²⁰ e de hardwares²¹ – processamento de dados na placa mãe, disco rígido ou processador, por exemplo –, mas é pertinente, para se obter bons resultados, que se domine ao menos alguns recursos básicos.

²⁰ O *software* é a parte lógica do computador, todo e qualquer programa armazenado em discos ou circuitos integrados de computador. De uma abordagem mais técnica, nas palavras de Caiçara Junior e Paris (2007, p.81), *software* é um “conjunto de instruções geradas por uma linguagem de programação que comanda o funcionamento de um hardware através de um processamento específico”. Os usuários comuns do computador, ou seja, aqueles que não conhecem ou possuem habilidades relacionadas à programação, dependem dos softwares para utilizá-lo, pois são eles que transformam os dados em produtos de informação úteis para o usuário final.

²¹ O termo *hardware* é usado para fazer referência a todos os dispositivos físicos (peças) e equipamentos utilizados no processo de informações: placa mãe, disco rígido (HD), processador, memória, fonte etc. Temos também os hardwares periféricos, que são acessórios ou aparelhos ligados ao computador, capazes de enviar ou de retornar dados ao processador. Tais dispositivos se encontram na periferia da máquina (mais externamente), por isso o nome “periféricos”, e são classificados como: a) Periférico de Entrada: enviam dados ao processador para atender a uma necessidade do usuário. Exemplos: teclado, *mouse*, *scanner*, *webcam*; b) Periféricos de Saída: retornam os dados já processados em informações úteis ao usuário. Exemplos: monitor, impressora, projetor multimídia, caixa de som; c) Periféricos Mistos (de Entrada e Saída): tanto enviam como retornam informações aos usuários. Exemplos: impressoras multifuncionais, monitor *touchscreen*, *modem*, lousa digital.

O principal software/programa de um computador é o seu **Sistema Operacional**, o qual é capaz de gerenciar os hardwares, articulando-os com os programas e demais dispositivos do computador. Os Sistemas Operacionais mais conhecidos são o *Microsoft Windows* e o *Linux Ubuntu*²². O *Windows* é um *Software proprietário*, o que significa que não permite sua redistribuição ou qualquer modificação em seu código fonte sem a prévia autorização do seu desenvolvedor, sendo necessário adquirir (comprar) sua licença para utilizá-lo. Já o *Linux* é um *Software livre*, que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e até mesmo redistribuído sem qualquer impedimento. Além disso, também é gratuito, o que tem motivado sua adoção nas escolas públicas. A versão mais utilizada tem sido a do *Linux Educacional*²³, idealizada pelo Centro de Computação Científica e Software Livre (C3SL), da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Para cada sistema operacional há diversos programas/aplicativos criados para desenvolver as tarefas desejadas pelo usuário. Citamos como exemplo os pacotes de programas *Microsoft Office* (para *Windows*) e o *LibreOffice* (para o *Linux*): ambos incluem programas que ajudam na realização de atividades básicas e podem ser utilizados pelo professor para produzir materiais didáticos.

Os editores de texto, por sua vez, como o *Word* (*Microsoft Office*) ou o *Writer* (*Libreoffice*), apresentam vários recursos para a elaboração de texto. Com eles, é possível criar textos simples ou incrementados com imagens, mapas, gráficos, tabelas e outros inúmeros recursos. Eles podem ser utilizados em qualquer disciplina escolar e a partir de níveis escolares básicos.

Já as planilhas eletrônicas, como o *Excel* (*Microsoft Office*) e o *Calc* (*Libreoffice*), realizam cálculos de forma rápida, a partir dos dados informados, e, posteriormente, permitem elaborar gráficos de diversos formatos.

²² Existem inúmeros Sistemas Operacionais além do *Windows* e do *Linux*: *Mac OS*, *FreeBSD*, *Solaris*, *Haiku*, *Aros* e outros. Temos também os desenvolvidos especialmente para *mobiles* (dispositivos móveis, como *smartphones/tablets*): *Palm OS*, *Symbian*, *Windows Mobile*, *iOS*, *Android* e outros.

²³ Para saber mais acerca do *Linux Educacional*, acesse: <https://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br/sobre/>.

Os *softwares de apresentação*, como o *PowerPoint (Microsoft Office)* e o *Impress (Libreoffice)*, são programas bastante utilizados para elaborar apresentações de palestras e de aulas. Com a utilização dessa ferramenta, tanto alunos quanto professores podem exibir seus trabalhos de modo mais dinâmico. Podemos empregar nas apresentações imagens, vídeos, músicas, gráficos e muitos outros recursos.

Felizmente, hoje existem diversos cursos gratuitos disponíveis on-line que podem auxiliar o professor no uso do computador (ao menos na parte técnica do processo). Há cursos para usuários iniciantes, intermediários ou avançados no assunto. Em vista disso, no Quadro1 você encontra uma relação de links que direcionam para alguns cursos básicos de informática, que podem ajudar a superar possíveis dificuldades com o uso do computador²⁴:

Quadro 1: Cursos básicos de informática disponíveis gratuitamente na internet

Tutoriais/Manuais de Informática Básica	<i>Links para acessá-los</i>
Sistema Operacional Windows	http://www2.unifap.br/unifapdigital/files/2017/01/M%C3%B3dulo-1.pdf https://www.youtube.com/watch?v=2_Uc_wQg6X8 https://www.youtube.com/watch?v=gSxU_WhV9us http://www.lcvdata.com/downloads/windowsxp_apostila.pdf
Sistema Operacional Linux (versão Linux Educacional)	https://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/Linux_Educacional_6_Manual_do_Usu_rio-1-1.pdf http://webeduc.mec.gov.br/linuxeducacional/pagns/manuais.php https://sites.google.com/site/dterj12/apostilas https://www.youtube.com/watch?v=vVUxzQsD1I0

²⁴ A consulta aos *links* trazidos nas tabelas não é obrigatória, trata-se apenas de uma sugestão com dicas para um estudo paralelo ou posterior ao curso de Especialização em Química para Educação Básica.

Microsoft Office	Editor de texto (<i>Word</i>)	https://www.youtube.com/watch?v=iOlONI3F300&index=4&list=PLHz_AreHm4dkxM_0dinX7l_WUxpG-VrC-
	Editor de planilhas (<i>Excel</i>)	https://www.youtube.com/watch?v=X4RLqvl0Ch8&list=PLHz_AreHm4dkRZoc0-i4sQeot_62qKi4a&index=4
	Editor de apresentações (<i>Power Point</i>)	https://www.youtube.com/watch?v=_fC9872w_MY https://www.youtube.com/watch?v=ynBE_3iFI6Q
Libreoffice	<i>Libreoffice</i> (Geral)	https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/arquivos/libre-office-para-leigos.pdf https://wiki.documentfoundation.org/images/0/0e/Manual-tic_guia_iniciacao_LibO.pdf
	Editor de texto (<i>Writer</i>)	https://www.youtube.com/watch?v=W3iHbq5AUac&list=PLw7mAr9L5qIyQoQqYdBYHMth3eABLPe5
	Editor de Planilhas (<i>Calc</i>)	https://www.youtube.com/h?v=OOIYQiqSXR8&list=PLw7mAr9L5qIxzrTmYuY0dpPDId5dHoMB5&index=2
	Editor de apresentações (<i>Impress</i>)	https://www.youtube.com/watch?v=9gxD_CAdEwQ&list=PLw7mAr9L5qIz3M94mCwnk3odypzLvJLOI

Fonte: Elaborado pela autora

Também encontramos oportunidades de aperfeiçoamento como o “*Google for education*”, curso que visa capacitar professores na utilização de ferramentas do *Google*, tais como *Google Drive*, *Google Classroom*, *Google Docs*, *Google Calendar*, entre outras. O curso é gratuito para professores da rede pública e privada de ensino. Recomendamos acessar o seu canal no *Youtube*²⁵.

Nesse sentido, podemos dizer que a internet permite aos professores adquirir toda uma ampla gama de saberes técnicos necessários para a utilização das novas tecnologias em sala de aula. Essa ferramenta abriu ao professor um novo universo de possibilidades, para a pesquisa, o compartilhamento e a produção de conhecimento, como veremos mais adiante.

Além da formação técnica do professor, para uma boa integração das tecnologias e da prática pedagógica, é imprescindível considerar alguns elementos, como fazer um levantamento da infraestrutura da

²⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCt84aUC9OG6di8kSdKzEHTQ>>.

escola e dos recursos físicos disponíveis: quantidade de equipamentos em funcionamento, os softwares instalados (o sistema operacional e os softwares/aplicativos diversos), se há ou não acesso à internet, enfim, averiguar todos os recursos que se pretende utilizar.

Algumas Ferramentas Digitais que Podem Ser Utilizadas para Produzir Materiais Didáticos

Além dos softwares básicos que citamos acima, existem diversas ferramentas digitais *online* que podem ajudar-nos nas diferentes etapas do processo de ensino. Selecionamos algumas opções para você produzir materiais didáticos originais. Clique nos *links* e experimente!

Prezi – **software** para a criação de apresentações interativas (similar ao *Power Point*, porém como mais opções de animação). Disponível em: <<https://prezi.com/pt/>>.

Blogger – serviço do Google que possibilita criar blogs de forma muito rápida. Disponível em: <<https://www.blogger.com/about/?hl=pt-BR>>.

Animoto – plataforma para a criação vídeos on-line a partir de material multimídia (fotos, vídeos, texto etc.). Disponível em: <<https://animoto.com/home>>.

Powtoon – permite a criação de apresentações animadas e de vídeos animados a partir de personagens e de *templates* pré-definidos. Disponível em: <<https://www.powtoon.com/home/>>.

Moodle – plataforma livre para a criação de cursos EaD. Disponível em: <https://moodle.org/?lang=pt_br>.

Weebly – ferramenta para criar *web sites*. Disponível em: <<https://www.weebly.com/br>>.

Canvas – permite a elaboração de Infográficos. Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/>

GoConqr – permite a produção de mapas mentais. Disponível em: <<https://www.goconqr.com/pt-BR/mapas-mentais/>>.

Você ainda pode conferir a publicação do Portal Canal do Ensino, que listou os 50 aplicativos/ferramentas on-line que podem ser utilizadas por professores: <<https://canaldoensino.com.br/blog/conheca-50-ferramentas-online-para-professores>>.

Recursos Didáticos que Podem Ser Utilizadas na Educação Química

Na internet também encontramos todos os tipos de recursos didáticos prontos para o uso: imagens, mapas, infográficos, vídeos, hipertextos, hipermídias, simuladores e outros softwares. Esses materiais digitais podem auxiliá-lo na sua prática pedagógica, propiciando um aprendizado mais ativo por parte do aluno e aguçando sua curiosidade e sua potencialidade.

A maneira mais fácil e segura de encontrar materiais de qualidade é acessando um repositório digital, um espaço para armazenamento de dados que possui uma interface de busca e de recuperação. O propósito desses espaços virtuais é disponibilizar recursos que possam ser acessados em qualquer tempo e lugar e que, por outro lado, possam ser reestruturados e atualizados por uma comunidade acadêmica.

EXEMPLOS DE REPOSITÓRIOS DE RECURSOS DIDÁTICOS

Banco Internacional de Objetos Educacionais

Disponível em: <<http://objetoseducacionais.mec.gov.br/#/inicio>>

Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais

Disponível em: <<https://plataformaintegrada.mec.gov.br/home#reas>>

Rede Internacional Virtual de Educação

Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>

Portal do Professor

Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>

Dia a dia Educação

Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=11>>

Escola Interativa

Disponível em: <<https://www.escolainterativa.diaadia.pr.gov.br/>>

Acervo digital Unesp

Disponível em: <<https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/1>>

Currículo +

Disponível em: <<https://curriculomais.educacao.sp.gov.br/>>

Escola digital

Disponível em: <<https://escoladigital.org.br/>>

Isso posto, como acentuam Binotto e Basso (2012), os repositórios podem facilitar o trabalho dos professores na procura pelo material didático ideal, já que os disponibiliza de maneira organizada e padronizada. Por meio de pesquisas avançadas, é possível definir critérios para refinar a busca, como especificar o conteúdo, os objetivos, o idioma, o nível de escolaridade ou até mesmo as competências necessárias para a sua utilização, tornando mais simples encontrar o que se deseja.

Não podemos perder de vista, como já abordamos, que a escolha de um recurso didático tecnológico, do ponto de vista pedagógico, implica

conhecer com propriedade os objetivos de aprendizagem estabelecidos para a aula, o conteúdo que se pretende explorar e o recurso didático em si. Em outras palavras, o professor deve saber “como?” e “por quê?” fazer uso do recurso, e essa utilização precisa ser coerente com as necessidades da aula, para nunca predominar o técnico sobre o educacional, tampouco o uso de efeitos visuais em detrimento da qualidade educacional.

Também elaboramos para você uma lista com softwares educacionais especialmente pensados para a Química em nível da educação básica. Os softwares educacionais são programas concebidos notadamente para um contexto educacional, portanto, as características que os distinguem dos demais tipos de softwares são o seu “desenvolvimento fundamentado em uma teoria de aprendizagem, a capacidade para que o aluno construa o conhecimento sobre um determinado assunto, o poder de interação entre aluno e programa mediado pelo professor e a facilidade de atualização dos conhecimentos” (JUCÁ, 2006, p.24).

EXEMPLOS DE SOFTWARES EDUCACIONAIS QUE PODEM SER UTILIZADOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA²⁶

Cidade do Átomo– *software* que simula uma cidade onde existe uma Usina Nuclear. Voltado para professores do ensino médio que lecionam o conteúdo de radioatividade. Para download do software em seu computador, acesse:
<[**Tabelas Periódicas** – diversos softwares tratam da tabela periódica e de seus elementos químicos. Alguns apresentam, além das características principais, as fontes onde se encontram, as aplicações que possuem e os dados históricos atinentes a cada descoberta do elemento. Para download de um dos *softwares* em seu computador, acesse:
<<http://quiptabela.softonic.com.br/>>
<<http://nautilus.fis.uc.pt/softc/programas/soft11.htm.>>>](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm#:~:text=Cidade%20do%20%C3%81tomo%20%C3%A9%20um,abordagem%20escolar%20do%20tema%20radioatividade%20.>></p></div><div data-bbox=)

²⁶ Pensando na dificuldade de acesso à internet de qualidade na maioria das instituições de ensino públicas do país, listamos apenas softwares off-line, ou seja, aqueles que podem ser utilizados sem acesso à rede, desde que estejam instalados no computador. Todavia, existem também inúmeros softwares voltados para a Química que operam on-line.

Carbópolis– é um programa sobre poluição ambiental voltado para alunos e para professores dos diferentes níveis de ensino. O programa utiliza uma estratégia de solução de problemas e motivos lúdicos para abordar alguns conceitos da química e do meio ambiente relacionados à poluição do ar e à chuva ácida. Para download do software em seu computador, acesse:
<<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbopDownload.htm>.>

CurtiPot– programa para a simulação e a análise de Curvas de Titulação Potenciométrica, de cálculos de pH e de equilíbrios ácido-base. Para download do software em seu computador, acesse:
<<http://www.iq.usp.br/gutz/Curtipot.html>.>

Ludo Químico –respondendo corretamente às questões de química (uma espécie de simulado), o jogador movimenta o personagem do jogo no tabuleiro, até o momento em que este chega ao seu final. As questões de química foram retiradas das principais provas dos vestibulares do Brasil e seguem os “Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio”. Para download do software em seu computador acesse:
<<https://ludoquimico.github.io/>.>

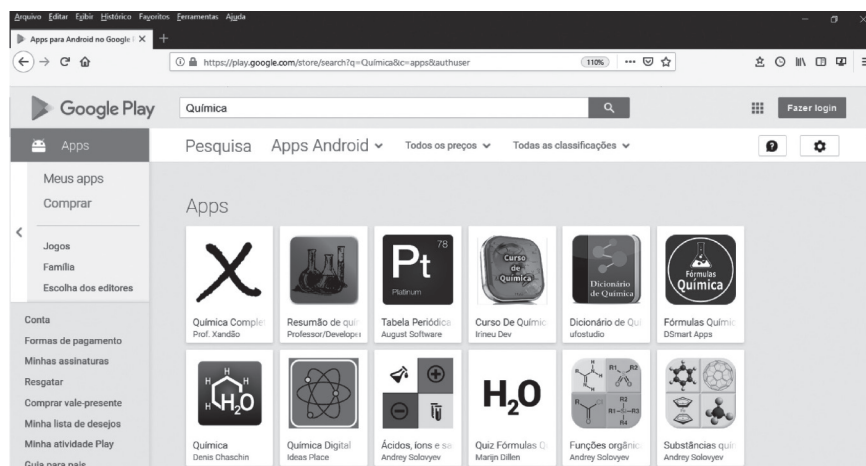
Moléculas – o programa permite a visualização de diversas moléculas em 3D, permitindo que o usuário as veja por diferentes ângulos, assim como ampliar ou reduzir as estruturas. Cada molécula também apresenta um contexto explicativo. Para download do software em seu computador, acesse:
<<https://www.microsoft.com/pt-br/p/moleculas/9wzdnrdt6j2?activetab=pivot:overviewtab>.>

Virtual ChemistryLab– o software oportuniza executar e observar as mais diversas reações químicas de acordo com alguns parâmetros predefinidos. É possível manipular tubos de ensaio, bicos de Bunsen e béqueres como se estivesse em um laboratório de química. Pode-se criar diversas experiências e conhecer conceitos e explicações por trás de “misturas” de diversos compostos inorgânicos, como metais, sais, bases, ácidos e não-metais. Para download do software em seu computador, acesse:
<<https://www.baixaki.com.br/download/virtual-chemistry-lab.htm>.>

No âmbito dos softwares educacionais, também merecem ênfase aqueles voltados para o celular, popularmente conhecidos como aplicativos, ou simplesmente “*apps*”. Existem centenas de *apps* gratuitos de conteúdos de Química, e você pode encontrá-los em lojas virtuais como: a *Play Store*, loja oficial de aplicativos para Sistema Operacional *Android* (Figura 1); a *Apple Store*, loja oficial de aplicativos para Sistema Operacional *iOS*; a *Microsoft*

Store, loja oficial de aplicativos para Sistema Operacional *Windows Phone*; entre outras.

Figura 1: Alguns *Apps* de Química disponíveis na *Play Store*



Fonte: Captura de tela da página do *Play Store*

Se levarmos em conta o resultado da pesquisa “Kids Online 2017”²⁷ – que revela que o celular/*smartphone* é o dispositivo mais utilizado por crianças e por adolescentes para acessar a internet e que muitos contam apenas com esse dispositivo para conectar-se ao mundo virtual –, os *apps* passam a desempenhar um papel importante para uma maior disseminação das novas tecnologias educacionais dentre os alunos.

²⁷ “Kids Online 2017” é uma pesquisa de âmbito nacional realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil, que aponta o que tem capturado a atenção de crianças e de adolescentes quando o assunto são as novas tecnologias: por quais sites navegam, produzem e consomem conteúdos; a frequência com que acessam a web; que dispositivos (computador, *smartphone*, *notebook* etc.) usam para conectar-se; o que fazem on-line; dentre outros elementos. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_kids_online_2017_livro_eletronico.pdf>.

ATIVIDADE 2

Visite um dos bancos de recursos digitais, das lojas virtuais de aplicativos ou dos links para os softwares educativos indicados acima, encontre um recurso didático direcionado à disciplina de Química (pode ser um infográfico, um vídeo, um jogo, um objeto de aprendizagem ou outro tipo de software) e depois descreva como você o utilizaria em uma aula.

Considerações Finais

A cibercultura modificou nossos modos de viver, de nos comunicar/relacionar com as pessoas, de consumir e produzir informação, até mesmo a forma como pensamos. A penetrabilidade das novas tecnologias na sociedade tem gerado grande expectativa e cobrança para que professores e escolas passem a utilizá-las. Porém, de uma perspectiva crítica, sabemos que não se trata simplesmente de adotá-las.

Em resumo, podemos dizer que são múltiplos os desafios para que se efetivem as novas tecnologias no ensino de Química na educação básica, dos quais citamos: a capacitação técnica dos professores; a incorporação das ferramentas tecnológicas de modo crítico, para além de um mero objeto técnico; a mudança quanto às metodologias de ensino, para abordagens ativas; e as condições materiais necessárias para a implementação dos recursos tecnológicos, como espaços/estruturas adequadas, computadores, equipamentos multimídias e internet de qualidade.

Vimos também, ao longo deste capítulo, que há diversos recursos (sites, softwares, jogos, simulações etc.) que podem ser utilizados no ensino de Química e que têm potencial para enriquecer ambientes de aprendizagem e transcender as fronteiras da sala de aula. Contudo, é crucial planejar as ações pedagógicas e refletir acerca das possibilidades práticas da tecnologia para a finalidade pretendida, e isso é essencial para o sucesso da experiência. Além disso, existem, ainda, recursos que são muito úteis aos professores para a criação de aulas, ou seja, para o trabalho nos

“bastidores” do trabalho docente, como materiais de apoio e sites para a produção original de materiais didáticos.

Esperamos, portanto, que este texto o ajude a construir uma posição mais reflexiva frente ao uso das novas tecnologias e que a partir daqui você também se sinta motivado a assumir os novos ritmos e dimensões na tarefa de ensinar e de aprender na cibercultura.

SAIBA MAIS

Para ampliar os conhecimentos a respeito das novas tecnologias no ensino de Química, indicamos algumas leituras complementares:

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; SILVA FILHO, S. M. Cibercultura em ensino de química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.33, n.2, p.71-76, 2011. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, p. 279-304, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/09.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MACHADO, A. S. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.38, n.2, p.104-111, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/03-QS-76-14.pdf. Acesso em: 15 ago. 2020.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. *ETD - Educação Temática Digital*, Campinas, v.7, n.1, p.51-63, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/773/788>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

Referências

BINOTTO, S. F. T.; BASSO, M. V. A. Banco internacional de objetos educacionais: um relato de experiência do Projeto ODIN. *Revista ACB*, São José, v. 17, n. 1, p. 174-193, 2012.

CAIÇARA JÚNIOR, C.; PARIS, W. S. *Informática, internet e aplicativos*. Curitiba: Ibpx, 2007.

CYSNEIROS, P. G. Fenomenologia das novas tecnologias na educação. *Revista da FAGED*, Porto Alegre, n.7, p. 89-107, 2003.

DIACKCELI. *Charges*. 2015. Disponível em: <<http://tutnaedudistancia.blogspot.com/2015/07/charges.html>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

FISCHER, R. M. B. Mídia, máquinas de imagens e práticas pedagógicas. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v.12, n.35, p. 290-299, 2007.

HONORATO, H.G.; MARCELINO, A.C.K.B. A arte de ensinar e a pandemia Covid-19: a visão dos professores. *REDE – Revista Diálogos em Educação*, Anicuns, v.1, n.1, p. 208-220, 2020.

JUCÁ, S. C. S. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 8, p. 22-28, 2006.

KENSKI, V. M. Novas tecnologias. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 8, p. 58-71, 1998.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MATTELART, A. *História da sociedade da informação*. São Paulo: Loyola, 2002.

MONTEIRO, D. M.; RIBEIRO, V. M. B.; STRUCHINER, M. As tecnologias da informação e da comunicação nas práticas educativas: espaços de interação? estudo de um fórum virtual. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 28, n.101, p.1435-1454, 2007.

MORÁN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus Editora, 2000. p.11-65.

MORÁN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUSA, C. A.; MORALES, O. E. T. (orgs). *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Ponta grossa: UEPG/PROEX, 2015. p.15-33.

MORÁN, J. M. Novas tecnologias e o reencantamento do mundo. *Tecnologia educacional*, v. 23, n. 126, p. 24-26, 1995.

NIZ, C. A. F. *A Formação Continuada do professor e o uso das tecnologias em sala de aula: tensões, reflexões e novas perspectivas*. 2017. 167 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2017.

OLIVEIRA, V. G.; PORROZZI, R. Possibilidades e limitações da informática na educação. *Revista Práxis*, v.1, n. 1, 2009.

PINTO, A. M. As novas tecnologias e a educação. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL. 5., 2004, Curitiba. *Anais[...]*.Curitiba: PUC, 2004. p.1-7.

PRADO, M. E. B. B. Integração de tecnologias com as mídias digitais. In: ALMEIDA, M. E. B.; PRADO, M. E. B. B. (orgs.). *Integração tecnológica, linguagem e representação*. Brasília: Ministério da Educação, 2005. p.8-14.

RAMAL, A. C. *Educação na cibercultura: hipertextualidade, leitura, escrita e aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, p. 70-87, 2000.

VALENTE, J. A. Informática na Educação no Brasil: análise e contextualização histórica. In: VALENTE, J. A. et al. *O computador na sociedade do conhecimento*. Brasília: MEC/SEED, 1999. p.11-28.



FERRAMENTAS DIGITAIS PARA O DESENHO DE MOLÉCULAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Carla Cristina Perez

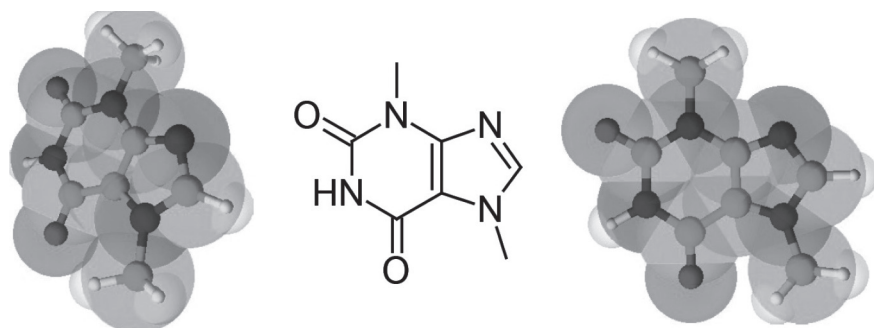
Marcelle de Lima Ferreira Bispo

Apesar de televisores terem sido integrados em salas de aula desde a década de 1950, (LEWIS; ZHAO; MONTCLARE, 2012), foi o desenvolvimento de modernos microcomputadores, sua popularização na década de 1960 e a posterior concepção e facilidade de acesso à internet que possibilitaram a tímida inserção de computadores na educação em meados da década de 1980 (PAULINO et al., 2017).

O surgimento da internet tal como conhecemos hoje, um espaço interativo, dinâmico e intuitivo, permitiu uma revolução na educação. Nos dias atuais, tanto professores quanto alunos podem criar e compartilhar conteúdos por meio de computadores e de dispositivos móveis conectados à rede.

Isso posto, neste capítulo abordaremos a tecnologia digital, especialmente voltada ao uso de softwares educativos na área de química (Figura 1). Em um primeiro momento, descreveremos um breve histórico da criação de softwares utilizados para desenhos de moléculas, seguido da apresentação e da comparação de três softwares bastante populares (versões para desktop), que dispõem de licença gratuita para academia, e, posteriormente, dos usos e das aplicações de alguns deles em todos os níveis na educação.

Figura 1: Molécula teobromina²⁸ que foi desenhada utilizando o *software* ACD/ChemSketch e visualizada com o recurso 3D



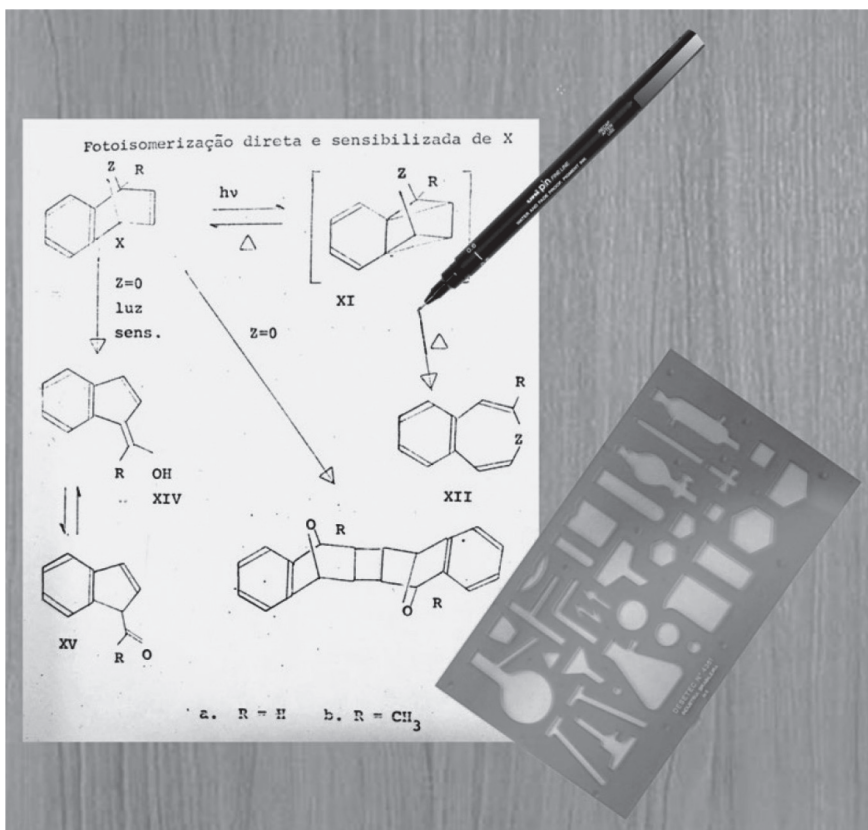
Fonte: Elaborada pelas autoras

Breve Histórico do Desenvolvimento de Softwares Para Desenho de Moléculas

Até meados da década de 1980, a produção de estruturas químicas de qualidade, como as que estavam presentes em livros e em publicações científicas, era um trabalho árduo, totalmente manual e que requeria certa habilidade artística dos autores. Normalmente, essas estruturas eram elaboradas com a utilização de modelos de plástico para desenho de ligações, de anéis, de ciclos e de aparelhagens laboratoriais, com decalques de transferência a seco para desenho de heteroátomos e diferentes setas, caneta nanquim e papel vegetal (Figura 2). Portanto, além de ser um processo extremamente lento, exigia muita concentração, pois qualquer erro implicaria, necessariamente, recomeçar todo o trabalho.

²⁸ A teobromina é um alcaloide (substâncias orgânicas nitrogenadas de origem natural com características básicas) da mesma família da cafeína e é encontrada no fruto do Cacau e na semente do Guaraná.

Figura 2: Ferramentas manuais utilizadas para desenhar moléculas até meados da década de 1980



Fonte: Elaborada pelas autoras.

Com a popularização dos computadores pessoais a partir de 1984, a comunidade química começou a almejar o desenvolvimento de softwares que tornassem o trabalho de desenhar moléculas, reações, equações e gráficos mais prático e com maior qualidade. A partir desses esforços, surgiram os primeiros editores de moléculas em que era possível manipular representações de estruturas químicas.

Um dos primeiros projetos de sucesso nessa área foi o *ChemDraw*, desenvolvido na Universidade de Harvard pelo pesquisador Stewart D.

Rubenstein²⁹ (EVANS, 2014). Em meados de 1985, a primeira versão do *ChemDraw* foi apresentada à comunidade científica em conferências de químicos nos Estados Unidos. Não obstante os problemas e as dificuldades inerentes ao processo do desenvolvimento de qualquer software, as primeiras versões (beta) já permitiam o desenho de moléculas, de esquemas reacionais e de diferentes setas curvas com boa qualidade. Já a concepção do programa de desenho de estrutura tridimensional *Chem3D* deu-se nos últimos meses de 1985, por Michael Rubenstein, oportunizando a visualização tridimensional de moléculas em diferentes perspectivas. Em 1986, a *Cambridge Scientific Computing* foi lançada e operou no desenvolvimento e na distribuição do *ChemDraw* para a comunidade química. Entretanto, anos mais tarde, o nome foi mudado para *CambridgeSoft*, quando outra corporação maior, a *Computer Sciences Corporation* (CSC), opôs-se ao uso dessas iniciais.

Segundo Evans (2014), a vida de professores, de cientistas e de estudantes foi enormemente facilitada após o lançamento e a difusão do *ChemDraw* no meio acadêmico, uma vez que o processo de preparação de aulas e de palestras, bem como a preparação de trabalhos e de publicações, tornou-se rápido, eficiente e com excelente qualidade. Ainda segundo esse autor, o *ChemDraw* continua sendo o programa de desenho de moléculas dominante usado pela comunidade química, sobretudo para a formulação de publicações científicas. Em março de 2011, a multinacional norte-americana *Perkin Elmer Inc.* comprou a *CambridgeSoft*, que agora atua como uma empresa subsidiária. Para o autor, em dados do ano de 2014, a *Perkin Elmer* já havia emitido aproximadamente 1.000.000 licenças de utilização para esse software.

Esse exemplo de sucesso impulsionou o desenvolvimento de outros softwares nos anos seguintes, tais como: *ChemIntoshe ChemPanion* (SMITH, 1988), ambos compatíveis apenas com Macintosh; *ChemWindow* (PALENIK, 1993), inovador por ser compatível com todas as aplicações

²⁹ Stewart D. Rubenstein é bacharel em Química pela Universidade de Stanford e mestre em Química pela Universidade de Harvard. Durante os seus estudos em Harvard, desenvolveu o *ChemDraw* e criou a empresa de tecnologia *CambridgeSoft Corporation*, em 1986, da qual foi presidente e diretor de tecnologia.

do *Windows* e com outras do *DOS*; *ISIS/Draw* (HINCHLIFFE, 2001), também pensado para *Windows*, que serviu como interface gráfica para o *ISIS/Base*, um programa de banco de dados químicos da *MDL Information Systems*, bem como para alguns outros produtos *Integrated Scientific Information System* (*ISIS*); *ACD/ChemSketch* (HUNTER, 1997), concebido pela empresa canadense *Advanced Chemistry Development Inc.*, (*ACD/Labs*), que apresentava como diferenciais, além do desenho de estruturas, a presença de algoritmos para a predição de propriedades físico-químicas e espectroscópicas e de nomenclatura química.

A constante evolução da tecnologia digital e a expansão da internet impulsionaram o aprimoramento de aplicações para o desenho de moléculas diretamente do navegador. A introdução da linguagem de programação *Java*, em 1995, contribuiu consideravelmente para o aumento da interatividade das aplicações web. Pequenos programas gráficos criados em *Java* – *applets* – podem ser integrados diretamente em páginas da rede para adicionar praticamente qualquer funcionalidade desejada. Muitos *applets* editores de moléculas foram gerados e mais de 20 desses programas podem ser encontrados na internet, diferindo enormemente em tamanho, em facilidade de uso, em status de desenvolvimento e em licenciamento (ERTL, 2010). Um exemplo de *applet* é o *JSME* (BIENFAIT; ERTL, 2013), que se trata de um editor de moléculas gratuito escrito em *JavaScript*, sucessor direto do *applet JME Molecule Editor*. O *JSME* suporta desenho e edição de moléculas e reações em computadores desktop e em dispositivos portáteis, incluindo *tablets* e *smartphones* com sistemas operacionais do tipo *iOS* ou *Android*. Outro exemplo é o *ChemDoodle Web Components* (<https://web.chemdoodle.com/>), uma biblioteca química em *Javascript*, derivada da aplicação *ChemDoodle*® e produzida por *iChemLabs*, a qual permite ao usuário apresentar gráficos e animações em 2D e 3D com qualidade de estruturas químicas, reações e espectros. Além dos gráficos, essa ferramenta fornece uma estrutura na qual o usuário pode criar aplicativos dinâmicos por meio de navegadores da web, de plataformas desktop e de dispositivos portáteis, como *iPhone*, *iPad* e *Android*.

Alguns editores de estruturas on-line baseados na linguagem Java foram produzidos. O principal exemplo é a aplicação web de código aberto denominado *MolView*(<http://molview.org/>), que é usada nomeadamente como plataforma de visualização de dados. Você pode usar o *MolView* para pesquisar em diferentes bancos de dados científicos, incluindo bancos de dados de pequenas moléculas, bancos de dados de proteínas e bancos de dados espectrais, e para visualizar registros desses bancos de dados como visualizações interativas usando tecnologias WebGL e HTML5.

SAIBA MAIS

A espectroscopia é o campo da ciência que estuda a interação da matéria com a radiação eletromagnética. Por meio desse estudo, você pode obter informações importantes sobre a estrutura molecular. Alguns dos softwares apresentados nesse capítulo podem simular propriedades espectroscópicas. Caso você queira aprender ou relembrar conceitos sobre esse assunto, indicamos a leitura das referências abaixo:

OLIVEIRA, L. F. C. Espectroscopia molecular. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 4, p. 24–30, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/espect.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

COLNAGO, L. A.; ALMEIDA, F. C. L.; VALENTE, P. Espectrometria de massas e RMN multidimensional e multinuclear: revolução nos estudos de macromoléculas biológicas. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 16, p. 9–14, 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A04.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2020.

Ademais, com a popularização do acesso a *smartphones*, alguns aplicativos para desenhar e/ou visualizar moléculas também estão disponíveis. Nesse contexto, temos o aplicativo para *Android* chamado *Atomdroid* (FELDT; MATA; DIETERICH, 2012), que pode ser usado como um visualizador/construtor molecular e contém otimização local e recursos de simulação de Monte Carlo, que é um modelo matemático bastante utilizado em modelagem molecular. Outro aplicativo, este disponível tanto para iOS como para *Android*, é o *MolPrime* (<http://molmatinf.com/molprime.html>), ferramenta de desenho de estrutura química baseada

em *Mobile Molecular DataSheet* (MMDS). Diagramas moleculares de alta qualidade podem ser desenhados rapidamente em dispositivos de tela sensível ao toque de todos os tamanhos, usando a interface que foi projetada para fazer o uso ideal de gestos e o posicionamento orientado por modelos.

SAIBA MAIS

A modelagem molecular consiste na utilização de ferramentas e de métodos computacionais e teóricos com o intuito de prever o comportamento de sistemas reais. Muitos dos softwares apresentados neste capítulo podem ser utilizados para a realização de alguma modelagem molecular. Portanto, caso você queira aprender mais sobre esse assunto, sugerimos a leitura das referências abaixo:

RODRIGUES, C. R. Processos modernos no desenvolvimento de fármacos: modelagem molecular. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, v.3, p.43–49, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/modelag.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2020.

RAMOS, C. M. et al. Modelagem molecular como ferramenta motivadora no ensino-aprendizagem em mecanismos de reações de Diels-Alder. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 8, n. 6, p. 2026–2041, 2016. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/modelag.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2020.

Apresentação e Comparação de Softwares Utilizados Para o Desenho de Moléculas

Como exposto na seção anterior, existem vários tipos de softwares e de aplicações web úteis para o desenho de moléculas. Com o avanço da tecnologia digital nas últimas décadas, esses programas foram evoluindo e passaram a reunir uma série de funcionalidades especiais. À vista disso, neste tópico escolhemos três softwares bastante populares (versões para desktop), que apresentam uma licença gratuita para a academia, e apresentaremos as suas principais características, ressaltando vantagens e desvantagens para que você possa escolher a ferramenta que mais se adequa às suas necessidades didáticas.

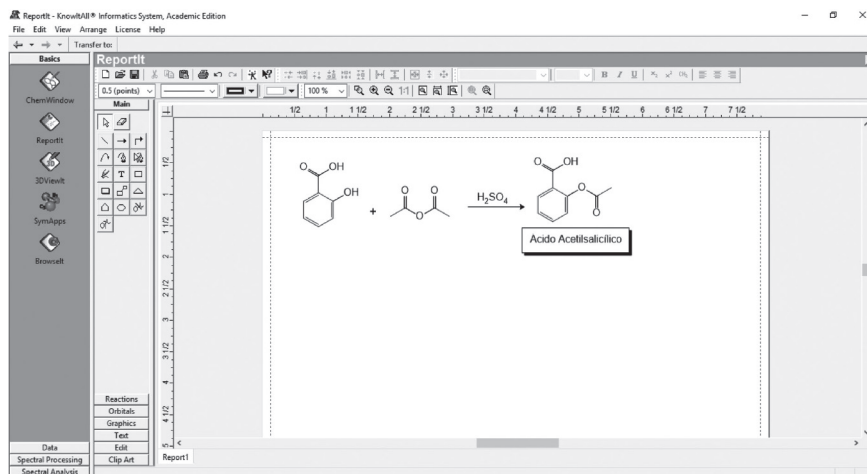
KnowItAll® - Academic Edition (Bio-Rad)

É um pacote de software de química gratuito para a comunidade acadêmica. As ferramentas incluem o software de desenho de estruturas químicas *ChemWindow*, juntamente com ferramentas de análise espectral.

Após simples cadastro no site da *Bio-Rad* (<http://www.bio-rad.com/pt-br/product/knowitall-academic-edition-free-chemistry-software?ID=NH29WJ15>), um link para download é enviado para o e-mail cadastrado (deve ser um e-mail institucional), juntamente com um código de verificação para a licença de uso.

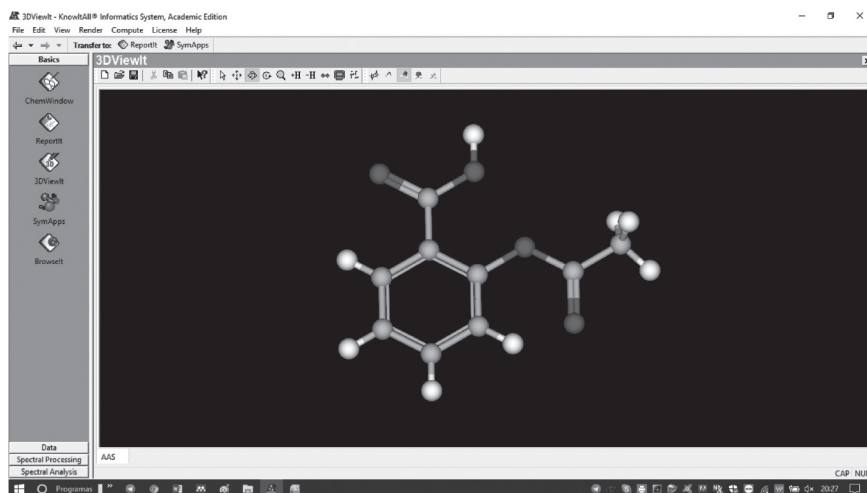
Uma vez instalado, o software mostra diferentes ferramentas na barra lateral posicionada à esquerda da interface gráfica (Figura 3), na qual é possível escolher entre as abas: básicas (aqui você encontra o editor de moléculas - *ChemWindow*), dados, processamento de espectros e análise de espectros. No *ChemWindow* é possível desenhar moléculas utilizando as abas: principal, ligações, átomos, anéis e editar. Para desenhar esquemas reacionais, é preciso reportar as estruturas (*ReportIt*). Nessa aba, você pode acrescentar setas, formas, caixas de texto, orbitais e desenho de vidrarias. No *KnowItAll* existe a possibilidade de visualizar as moléculas desenhadas em 3 dimensões na aba *3DViewIt* (Figura 4).

Figura 3: Reação para a síntese do Ácido Acetilsalicílico (AAS), princípio ativo presente no medicamento Aspirina®, desenhada no software *KnowItAll*®



Fonte: Captura de tela de interface do software *KnowItAll*®(versão 18.3.111.0) elaborada pelos autores

Figura 4: Molécula do Ácido Acetilsalicílico (AAS) representada no software *KnowItAll*®, no recurso de visualização 3D



Fonte: Captura de tela de interface do software *KnowItAll*®(versão 18.3.111.0), recurso de visualização tridimensional *3DViewIt*, elaborada pelos autores

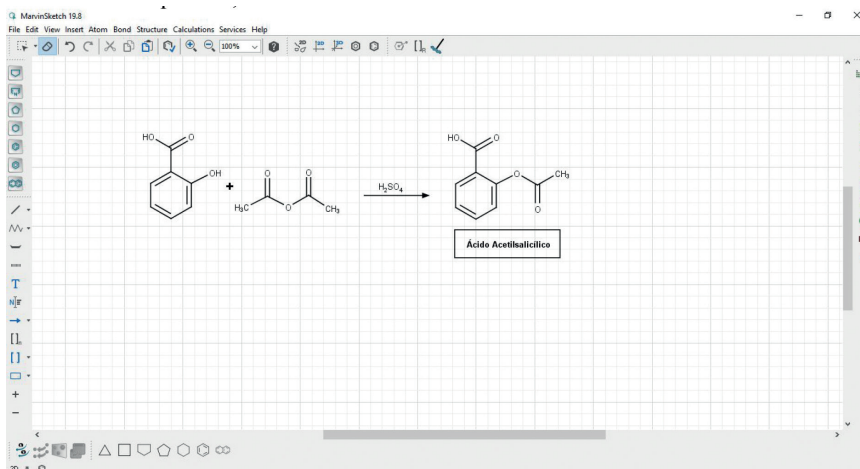
MarvinSketch (ChemAxon)

O *MarvinSketch* tem um extenso conjunto de funcionalidades para permitir o desenho rápido e preciso de compostos químicos e de reações. Além disso, o *MarvinSketch* dispõe de verificadores de valência integrados e de calculadoras de propriedades integradas para obter resultados em tempo real. O *MarvinSketch* suporta a mais ampla seleção de formatos de arquivos químicos padrão reconhecidos industrialmente. Seudownload pode ser realizado após cadastro no site da *ChemAxon*: <https://chemaxon.com/products/marvin>.

Após a instalação do programa, a interface gráfica do *MarvinSketch* (Figura 5) é bem simples e intuitiva, que consiste em um espaço de trabalho com uma barra principal na qual estão dispostas as principais ferramentas de edição, de formatação, de configuração e de cálculos.

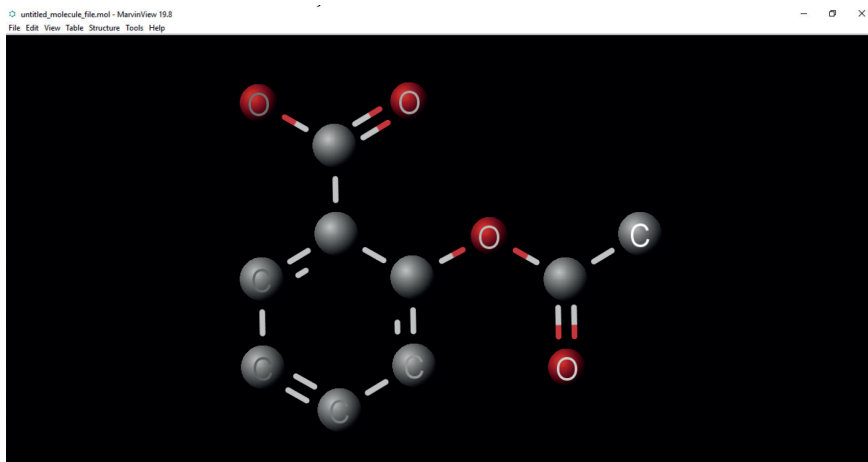
Esse software também apresenta um recurso para a visualização de moléculas em 3 dimensões, no qual a estrutura pode ser observada sob diferentes ângulos com a ferramenta Rotação (*Rotate*). Você ainda pode verificar a geometria e a estereoquímica por meio de representações em bolas e em bastões, em linhas, em bastões e em esferas (Figura 6).

Figura 5: Reação para a síntese do Ácido Acetilsalicílico (AAS), princípio ativo presente no medicamento Aspirina®, desenhada no software *MarvinSketch*



Fonte: Captura de tela de interface do software *MarvinSketch* (Freeware – versão 19.8.0) elaborada pelos autores

Figura 6: Molécula do Ácido Acetilsalicílico (AAS) representada no software *Marvin Sketch*, no recurso de visualização 3D



Fonte: Captura de tela de interface do software *Marvin Sketch* (Freeware – versão 19.8.0), recurso de visualização 3D, elaborada pelos autores

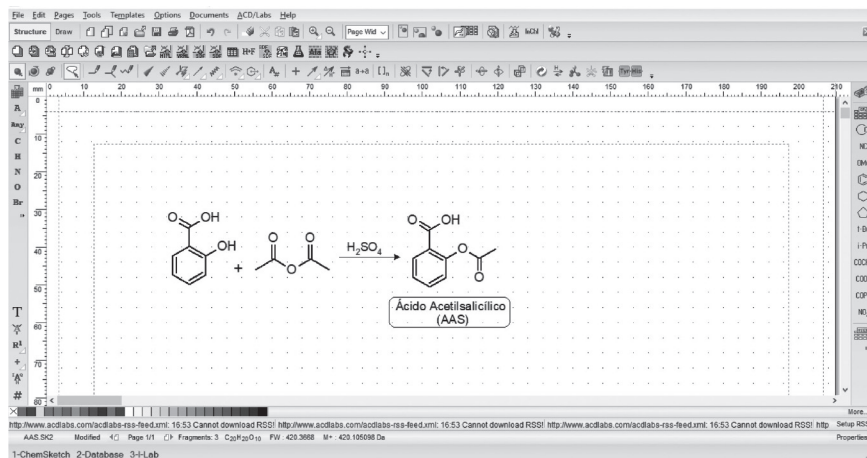
ACD/ChemSketch Freeware (ACD/Labs)

O *ACD/ChemSketch Freeware* é um pacote que viabiliza desenhar estruturas químicas, incluindo estruturas orgânicas, organometálicas e polímeros. Ele também inclui recursos como cálculo de propriedades moleculares (por exemplo, peso molecular, densidade, refratividade molar etc.), correção e visualização de estruturas 2D e 3D, funcionalidade para nomear estruturas (menos de 50 átomos e 3 anéis) e previsão do coeficiente de partição (logP). Após cadastro, o download pode ser realizado no site da *ACD/Labs*: <https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/download.php>.

Depois de devidamente instalado, a interface gráfica do *ACD/ChemSketch Freeware* é bastante amigável (Figura 7), sendo composta por dois modos: i) Estrutura (*Structure*), que permite o desenho de estruturas de modo livre ou mediante a modificação de modelos (*templates*), e ii) Desenho (*Draw*), por meio do qual se pode inserir caixas de texto, linhas, formas geométricas, setas de reação, setas curvas, tabelas e arquivos de imagem (nas extensões .jpg, .gif, .png, .bmp e .dib).

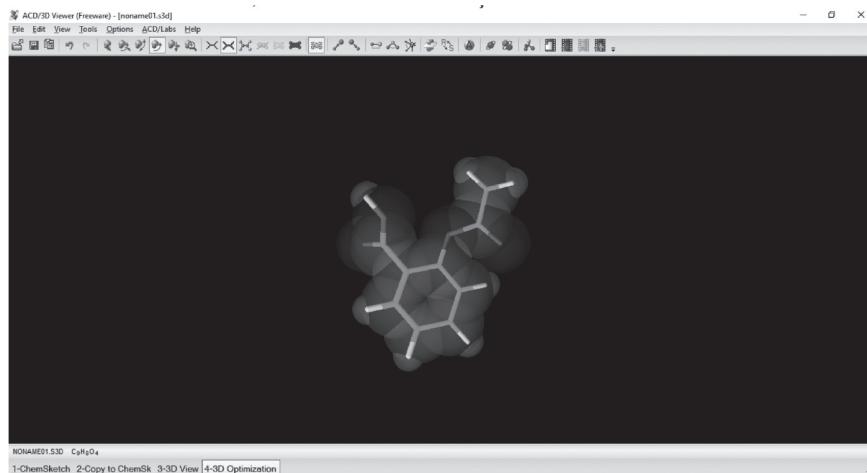
Da mesma forma que nos softwares apresentados anteriormente, também é possível visualizar as estruturas desenhadas em 3 dimensões, utilizando, para isso, o *recurso 3D Viewer* (Figura 8). Aqui você pode visualizar as moléculas sob diferentes ângulos, usando a ferramenta de rotação (*Rotate*). No mais, pode visualizar a molécula de diversos modos, tais como: bolas e bastões, linhas, bastões, discos, esferas de van der Waals e pontos. O software ainda propicia medir distâncias e ângulos de ligação.

Figura 7: Reação para a síntese do Ácido Acetilsalicílico (AAS), princípio ativo presente no medicamento Aspirina®, desenhada no software ACD/ChemSketch



Fonte: Captura de tela de interface do software ACD/ChemSketch (Freeware – versão 2017.2.1) elaborada pelos autores

Figura 8: Molécula do Ácido Acetilsalicílico (AAS) representada no software ACD/ChemSketch, no recurso de visualização 3D



Fonte: Captura de tela de interface do software ACD/ChemSketch (Freeware – versão 19.8.0), no recurso de visualização 3D, elaborada pelos autores

A título de comparação, as principais características desses 3 softwares foram reunidas no Quadro 1, para que você possa escolher qual a ferramenta que mais se adepta às suas necessidades didáticas.

Quadro 1: Comparação entre as características e funcionalidades dos três softwares para desktop com licença gratuita para academia apresentados nessa seção

Características / Funcionalidades	Softwares para desktop com licença gratuita para academia		
	KnowItAll® (versão 18.3.111.0)	MarvinSketch (Freeware – versão 19.8.0)	ACD/ ChemSketch (Freeware – versão 2017.2.1)
Sistema Operacional	Windows, opera virtualizado em MacOS	Windows, MacOSx, Linux	Windows, opera virtualizado em MacOS
Desenho 2D	Estruturas, Reações, orbitais, <i>Templates</i> com vidrarias laboratoriais	Estruturas, Reações, <i>Templates</i> com anéis, conformações e funções orgânicas. Correção de estruturas.	Estruturas, Reações, Orbitais <i>Templates</i> com anéis, conformações, funções orgânicas e vidrarias laboratoriais. Correção de estruturas.
Visualização 3D	Rotação e diferentes formas de visualização	Rotação e diferentes formas de visualização	Rotação, diferentes formas de visualização, medida de comprimento e ângulos de ligação
Nomenclatura	Não	Sim (IUPAC e Vulgar). Converte nome (em inglês) para estrutura e estrutura para nome(em inglês)	Sim (IUPAC) para moléculas de até 50 átomos. Converte nome (em inglês) para estrutura e estrutura para nome(em inglês)
Cálculo de propriedades físico-químicas	Não	Sim. Análise elementar, protonação, partição. Conformações e Geometria.	Sim. Análise elementar, Refratividade molar, Volume molar, índice de refração, tensão superficial, densidade, polarizabilidade.

Busca em bancos de dados on-line	Não	Não	PubChem, ChemSpider, Wikipedia
Processamento e análise de espectros	Sim. IV, RMN e Raman	Não	Não

Fonte: Elaborado pelas autoras

ATIVIDADE 1

Agora que você já conhece os pontos fracos e fortes de cada um desses softwares, escolha aquele de sua preferência e instale em seu computador. Então, desenhe no programa escolhido as reações necessárias para a síntese do fármaco Paracetamol (Tylenol®).

Aplicação de Softwares Utilizados Para o Desenho de Moléculas no Ensino de Química

Sendo a química uma ciência experimental, seu entendimento macroscópico é facilitado pelo estudo de suas transformações em laboratórios de pesquisa ou ensino. Todavia, seu entendimento em nível microscópico requer uma boa dose de abstração, o que pode ser complexo para alunos que se deparam com o ensinamento dessa ciência em qualquer nível. Com o advento da tecnologia digital, já vimos que muitos softwares foram desenvolvidos para desenho e demonstração de moléculas em 2 e 3 dimensões, mas também para a criação de jogos educativos e de laboratórios virtuais para visualização de reações e de vidrarias (BATISTA et al., 2016; BONA, 2009).

É notável que as tradicionais metodologias de ensino tenham se tornado cada vez mais obsoletas, considerando que as novas gerações esperam aprender rapidamente e têm cada vez menos paciência para estudar a partir de livros-textos. Apesar disso, foram encontrados poucos trabalhos que aplicam softwares para o desenho de moléculas em diferentes contextos de ensino na primeira década dos anos 2000. Portanto, descrevemos aqui, em uma ordem cronológica, trabalhos publicados na década de 2009 a 2018 com essa finalidade, que apresentam os esforços de alguns profissionais da

educação em facilitar o entendimento da química para alunos de diferentes níveis de ensino. Nesse sentido, Tofan (2009) já destacava a importância de treinar professores de química em tecnologias computacionais, haja vista que o uso de computadores está gradativamente mais corriqueiro em quase todos os níveis de ensino e que esse treinamento, por sua vez, não é frequentemente oferecido nos programas de formação de professores.

PARA PENSAR...

Embora ainda modesta, é possível observar uma crescente utilização de poderosos recursos tecnológicos no ensino de Química. Você se considera preparado para utilizar tecnologia digital em suas aulas?

Mariano et al.(2008) usou a química computacional para auxílio no entendimento de reações clássicas de Química Orgânica para alunos de graduação, em que o computador foi utilizado como ferramenta para cálculos de energia de HOMO, de LUMO³⁰ e de estados de transição, necessitando de uma interface gráfica para auxílio nos desenhos das moléculas.

Raupp et al. (2010) escolheram o tópico de estereoisometria para trabalhar com o software *ACD/ChemSketch*, guiado pela genuína dificuldade dos alunos em perceber as diferenças espaciais entre os isômeros. Os alunos em questão eram do 4º ano de um curso técnico de Química e mostraram, ao final das atividades, uma notória melhora nas habilidades visuoespaciais.

Chan, Hom e Montclare (2011), por seu turno, sugeriram um projeto no qual implementavam módulos de tecnologia direcionado para estudantes do gênero feminino do 7º ano do ensino básico para um primeiro contato com a tecnologia de ferramentas de visualização de moléculas, entre outras tecnologias, visando uma introdução à ciência em séries iniciais. Esse trabalho também resultou em um excelente treinamento na utilização das ferramentas pelos professores.

³⁰ HOMO e LUMO são abreviações do inglês “highestoccupied molecular orbital” e “lowestunoccupied molecular orbital” e correspondem aos orbitais moleculares, sendo ocupados de maior energia, no caso do HOMO, e desocupados de menor energia, no caso do LUMO.

A tecnologia *touchscreen* foi outra escolha do mesmo grupo com alunos de ensino médio (LEWIS; ZHAO; MONTCLARE, 2012) para auxílio à compreensão dos princípios de ligações químicas utilizando um aplicativo desenvolvido pelos próprios autores para desenhar estruturas de Lewis. Apesar disso, os autores salientam que existem outros aplicativos disponíveis com os mesmos propósitos educacionais.

Nesse contexto de aplicativos educacionais, Libman e Huang (2013) fizeram uma revisão de aplicativos de *smartphones* e de *tablets* que podem ser empregados com propósitos de ensino de Química. Foram testados aproximadamente 30 aplicativos das diversas subáreas de Química, quase todos com acesso livre, sendo alguns vendidos por 1 dólar, para que os autores tivessem uma opinião da performance de cada um. Dentre os aplicativos testados, os autores verificaram aqueles que possibilitam a visualização de moléculas tridimensionalmente, como o “*Atomdroid*” (disponível para *Android*) e o “*Molecules*” (disponível para *iOS*), aqueles que servem de guias de estudos e de referências, como o “*Chemistryby Design*” (para *Android* e *iOS*), o “*ChemistryHelper*” (para *Android*), e o “*OrganicNamedReaction*” (para *iOS*). Outros aplicativos permitem a consulta interativa à tabela periódica: o “*iElements*” (para *iOS*) e o “*Periodictable*” (para *Android*), mas também há os aplicativos que oportunizam o desenho de moléculas: o “*MolPrime*” (disponível para *iOS* e *Android*) e o “*ChemDoodle Mobile*” (disponível para *Android* e *iOS*), por exemplo.

Cody et al. (2012) publicaram uma proposta de utilização da ferramenta *ChemSketch* no ensino de estereoquímica para estudantes de curso de Química e de Bioquímica. Com a utilização dessa tecnologia para a visualização da molécula tridimensional, todos os estudantes concordaram que se trata de um recurso fundamental para auxiliar os estudos e o entendimento de outros tópicos em Química Orgânica.

Em 2015, Rossi et al. (2015) reportaram um excelente artigo em que utilizam softwares como VDM (*Virtual Molecular Dynamic*) e o ACD/*ChemSketch* para desenhar e converter os arquivos para serem impressos em impressoras 3D. Conquanto existam modelos moleculares que permitam a visualização de moléculas em 3 dimensões, estes são limitados

à uma variedade de estruturas, como complexos inorgânicos ou proteínas. Nesse contexto, a utilização de impressoras 3D pode oferecer uma solução de baixo custo para o problema. O artigo apresenta um tutorial para converter desenhos feitos em softwares livres em arquivos passíveis de se fazer a impressão. O protocolo de fácil compreensão é útil especialmente para a utilização em sala de aula, permitindo materializar e visualizar estruturas em diferentes conformações, isomerias, mecanismos de reações, entre outros. Além disso, pode ser uma ferramenta proveitosa para ajudar estudantes ou pesquisadores com deficiência visual total ou parcial.

Ainda no intuito de utilizar ferramentas tecnológicas para facilitar a visualização das estruturas e o entendimento das suas interações tridimensionais, softwares de desenho de moléculas são muito empregados em modelagem molecular no ensino de química medicinal para os cursos de Química, de Ciências Biológicas ou farmacêuticas. Os cursos práticos normalmente são formatados para que os alunos consigam assimilar o que é aprendido na parte teórica, e o uso de softwares permite observar tridimensionalmente fármacos e seus confôrmeros, o tamanho do grupo farmacofórico, a influência na substituição dos grupos funcionais, os aspectos estereoquímicos e sua relação com a atividade biológica, assim como possibilita prever mecanismos moleculares envolvidos na ação do fármaco (HELGREN; HAGEN, 2017; RODRIGUES et al., 2015; CARVALHO et al., 2003).

SAIBA MAIS

Se você não se lembra dos conceitos de estereoisomeria e de conformações ou mesmo não sabe o que é um grupo farmacofórico, indicamos a leitura e a busca desses termos nas referências abaixo:

COELHO, F. A. Fármacos e quiralidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n.3, p.23-32, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/quiral.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BARREIRO, E. J., FRAGA, C. A. M. *Química medicinal* – as bases moleculares da ação dos fármacos. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2015.

KLEIN, D. *Química orgânica*. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

A proposta de utilização de softwares de desenho no ensino de química sugerida e aplicada por Knoerzer et al. (2018) foi a de trabalhar com a síntese e avaliação de propriedades físicas de biocombustíveis. Feito isso em laboratório, o calor de combustão foi avaliado empiricamente utilizando bomba calorimétrica e o software MOPAC também com licença gratuita. Antes de utilizar o MOPAC, assim como todos os softwares de cálculos teóricos, os estudantes deveriam desenhar as estruturas dos compostos sintetizados utilizando o software *ChemSketch*.

Outros trabalhos didáticos lançam mão da ferramenta para desenho de moléculas *ChemSketch* para outros fins, como desenhar moléculas em projetos de ensino: química verde, análise crítica de artigos científicos (ABLIN, 2008, 2018); desenho para estudo da nomenclatura, configuração espacial e propriedades relacionadas à estrutura molecular (SCAFI, 2010); estudo de estruturas bi e tridimensionais, nomenclatura, estereoquímica de moléculas contextualizadas com a religião afro-brasileira candomblé para aplicação da lei federal 10639/03 em uma sequência didática (MOREIRA et al., 2011); cálculo de $\log P$ em disciplinas de química medicinal (KUJAWSKI et al., 2012); desenhar as moléculas para posterior simulação de espectros de RMN de ^1H (Ressonância Magnética Nuclear de próton) e comparação com espectros obtidos experimentalmente (VAN SUSAN, 2006).

ATIVIDADE 2

A partir desses exemplos existentes na literatura, você já deve ter algumas ideias de aplicação em sala de aula. Proponha uma atividade que você possa fazer em sua aula de Química utilizando algumas das ferramentas digitais aqui apresentadas.

Considerações Finais

A tecnologia digital em sala de aula viabiliza não só uma revolução nos modos de dar e de assistir aula, mas também consente que professores se aproximem dos jovens alunos, que estão a cada dia mais conectados.

Como dissemos anteriormente, é evidente que o entendimento microscópico de uma disciplina como a Química requer uma boa dose de abstração, nem sempre fácil aos alunos, e que, para a compreensão desses conceitos, as clássicas metodologias podem fazer com que os alunos não alcancem seus objetivos de aprendizagem nessa disciplina. As novas gerações, acostumadas com a velocidade de informações e com a qualidade de recursos audiovisuais, pouco são atraídas pelos conceitos dados em sala de aula utilizando lousa e giz. Assim, um professor capaz de aproveitar os benefícios da tecnologia em suas aulas deve torná-las mais compreensíveis, atraentes e inovadoras junto aos seus alunos.

Neste capítulo, portanto, foram descritas algumas ferramentas digitais que prometem facilitar a vida de docentes e de alunos quanto ao entendimento ou à visualização das moléculas. Aproveitem para explorar cada uma dessas ferramentas e transformem suas salas de aula!

Referências

ABLIN, L. Engaging students with the real world in a green organic chemistry laboratory group project: a presentation and writing assignment in a laboratory class. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 95, n. 5, p. 817-822, 2018.

ABLIN, L. Student perceptions of the benefits of a learner-based writing assignment in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 85, n. 2, p. 237, 2008.

BATISTA, G. C. et al. Softwares para o ensino de química: chemsketch® um poderoso recurso didático. *Redin – Revista Educacional Interdisciplinar*, Taquara, v. 5, n. 1, 2016.

BIENFAIT, B.; ERTL, P. JSME: A free molecule editor in JavaScript. *Journal of Cheminformatics*, Londres, v. 5, n. 5, p. 1-6, 2013.

BONA, B. O. Análise de Softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 35–55, 2009.

CARVALHO, I. et al. Introdução a modelagem molecular de fármacos no curso experimental de química farmacêutica. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 428–438, 2003.

CHAN, Y. M.; HOM, W.; MONTCLARE, J. K. Implementing and evaluating mentored chemistry-biology technology lab modules to promote early interest in science. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 88, n. 6, p. 751–754, 2011.

CODY, J. A. et al. Design and implementation of a self-directed stereochemistry lesson using embedded virtual three-dimensional images in a portable document format. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 89, n. 1, p. 29-33, 2012.

ERTL, P. Molecular structure input on the web. *Journal of Cheminformatics*, Londres, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2010.

EVANS, D. A. History of the Harvard ChemDraw project. *Angewandte Chemie-International Edition*, Weinheim, v.53, n.42, p. 11140-11145, 2014.

FELDT, J.; MATA, R. A.; DIETERICH, J. M. Atomdroid: a computational chemistry tool for mobile platforms. *Journal of Chemical Information and Modeling*, Washington, D.C, v.52, n.4, p. 1072-1078, 2012.

HELGREN, T. R.; HAGEN, T. J. Demonstration of AutoDock as an educational tool for drug discovery. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C., v. 94, n. 3, p. 345-349, 2017.

HINCHLIFFE, A. ISIS/Draw version 1.2W for Windows. *Electronic Journal of Theoretical Chemistry*, [s.l.], v.1, n.1, p.79-80, 2001.

HUNTER, A. D. ACD/ChemSketch 1.0 (freeware); ACD/ChemSketch 2.0 and its Tautomers, Dictionary, and 3D Plug-ins; ACD/HNMR 2.0; ACD/CNMR 2.0. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.74, n.8, p.905, 1997.

KNOERZER, T. A. et al. Comparative analysis of fuel composition and physical properties of biodiesel, diesel, kerosene, and jet fuel. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.95, n.10, p.1821-1826, 2018.

KUJAWSKI, J. et al. Prediction of log P: ALOGPS application in medicinal chemistry education. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.89, n.1, p.64-67, 2012.

LEWIS, M. S.; ZHAO, J.; MONTCLARE, J. K. Development and implementation of high school chemistry modules using touch-screen technologies. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.89, n.8, p.1012-1018, 2012.

LIBMAN, D.; HUANG, L. Chemistry on the go: review of chemistry apps on smartphones. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 90, n. 3, p. 320-325, 2013.

MARIANO, A. et al. O ensino de reações orgânicas usando química computacional: I. Reações de adição eletrofílica a alquenos. *Química Nova*, v.31, n.5, p.1243-1249, 2008.

MOREIRA, P. F. S. D. et al. A bioquímica do Candomblé – possibilidades didáticas de aplicação da Lei Federal 10639/03. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.33, n.2, 2011.

PALENIK, G. J. Chemwindow. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, Washington, D.C, v.33, n.5, p. 81506, 1993.

PAULINO, S. et al. Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade. In: JORNADA DE DIDÁTICA, 4., 2017, Londrina. *Anais....Londrina: UEL*, 2017. p. 920-928.

RAMOS, C. M. et al. Modelagem Molecular como ferramenta motivadora no ensino-aprendizagem em mecanismos de reações de Diels-Alder. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v.8, n.6, p.2026-2041, 2016.

RAUPP, D. et al. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v.9, n.1, p.18-34, 2010.

RODRIGUES, R. P. et al. Using free computational resources to illustrate the drug design process in an undergraduate medicinal chemistry course. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 92, n. 5, p. 827-835, 2015.

ROSSI, S. et al. Three Dimensional (3D) printing: a straightforward, user-friendly protocol to convert virtual chemical models to real-life objects. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.92, n.8, p.1398-1401, 2015.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.32, n.3, p.176-183, 2010.

SMITH, A. L. ChemIntosh and ChemPanion, organic structure-drawing desk accessories for the apple macintosh. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, Washington, D.C, v. 28, n. 1, p. 37-38, 1988.

TOFAN, D. C. Improving chemistry education by offering salient technology training to preservice teachers: a graduate-level course on using software to teach chemistry. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v. 86, n. 9, p. 1060-1062, 2009.

VAN SUSAN, A. A laboratory assignment in ^1H NMR spectroscopy: a comparative analysis of calculated and experimental ^1H NMR chemical shifts. *Journal of Chemical Education*, Washington, D.C, v.83, n.3, p. 429-431, 2006.

A CONSTRUÇÃO DE UM APLICATIVO PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA

Fabiana Gomes

Alécia Maria Gonçalves

Loys Laynne Rodrigues Sousa

Este capítulo tem como objetivo apresentar um aplicativo sobre a tabela periódica: o intuito é mostrar para o leitor que é possível criar uma ferramenta didática a partir de recursos tecnológicos acessíveis.

A tecnologia está onipresente de uma forma tão natural que hábitos simples, como conversar, ler, deslocar-se e divertir-se, passam-nos despercebidos. Sendo assim, não seria equivocado pensarmos na incursão das tecnologias também nas instâncias da educação, não nos referindo somente às instituições formais, como as escolas, mas a todos os demais espaços em que ela transita. As articulações entre as educações e as tecnologias têm nos caracterizado, como uma outra sociedade, a “sociedade da informação”, conforme sugeriu Lévy (1999).

As tecnologias móveis, como *tablets*, *smartphones* e *notebooks*, importantes aliadas na formação dessa sociedade, possibilitam um acesso mais rápido aos meios de informação e de comunicação, as quais têm nos jovens os seres mais conectados. Segundo pesquisa promovida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número de jovens de 10 anos ou mais que possuem qualquer tipo de celular passou de 49%, em 2005, (IBGE, 2008), para 62,5%, em 2013 (IBGE, 2013).

PARA PENSAR...

O uso do celular passou a ser uma prática constante dos jovens, que insistem em usar os aparelhos inclusive na escola, apesar da proibição por algumas instituições e por docentes. Essa discussão tem gerado controvérsias acaloradas, mas será que a proibição é o melhor caminho? Você, professor, permite o uso de celular em sala de aula?

Esses dados nos conduzem a algumas reflexões, tais como se vale a pena resistir ao uso de celular em sala de aula. Moura (2009) apoia a ideia de que proibir celular na escola não é a solução, mas, sim, desenvolver propostas que possam incluí-lo no processo pedagógico, de maneira a orientar os estudantes para as diversas aplicações que os aparelhos móveis possibilitam além das que eles utilizam, que se resumem a redes sociais, como *Facebook* e *Whatsapp*. Os dispositivos eletrônicos competem com o esforço, a atenção e a concentração exigidos em uma sala de aula, ou, ainda, “enquanto na sala de aula se privilegia o linear, as crianças se movem num universo regido por parâmetros diferentes daqueles que a cultura escolar legitima, porque vivem numa cultura do simultâneo” (VELASCO, 2015, p.66). Portanto, seria prudente adotar a velha máxima que diz: se não podemos contra ele, nos unimos a ele!

A utilização de *smartphones*³¹ para a aprendizagem móvel (*Mobile-learning*³²) dentro do ensino de química vem sendo pesquisada por vários autores, entre eles Leite (2014), Nichele e Schlemmer (2014) e Silva (2015), defensores do uso de aplicativos como uma ferramenta didática que contribui para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina. Contudo, eles reforçam que a utilização dessas ferramentas não substitui outros recursos existentes, mas oportuniza significantes alterações em como nos informamos e em como produzimos conhecimento, o que é potencial para transformar a maneira de ensinar e aprender.

Nichele e Schlemmer (2014) realizaram uma pesquisa analisando os aplicativos educacionais de química disponíveis para *Ipad* e *Iphone* na loja virtual da *App Store* e conseguiram categorizá-los conforme o conteúdo de Química que abordavam. Como principais, estavam: “tabela periódica; moléculas, abrangendo sua estrutura tridimensional; ligações químicas e química orgânica, desde a identificação de funções orgânicas até mecanismos de reações” (NICHELE; SCHLEMMER, 2014, p.8).

³¹ Os aplicativos para *smartphones* são softwares para celulares que abrangem conteúdos específicos, dependendo da finalidade proposta por eles, podendo ser adquiridos tanto na forma gratuita quanto na versão paga para download em lojas virtuais de aplicativos, como a *Play Store* (loja virtual do sistema *Android*).

³² *Mobile-learning*, ou aprendizagem móvel, segundo Leite (2014), é o uso de novas tecnologias específicas que envolvem a aprendizagem e o uso de equipamentos de comunicação móvel, tendo como vantagem a ausência de um ambiente controlado.

Não obstante, há uma cobrança para se manter conteúdo e contexto em constante negociação, reforçada por documentos legais como as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). O primeiro estabelece que o conhecimento científico deve adaptar-se e realizar-se por “práticas experimentais, com a contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada efetivas e sem significado para os estudantes” (BRASIL, 2013, p.167). Já o segundo traz que “a contextualização pode ser compreendida como o modo de relacionar conteúdos de ensino e aprendizagem com o cotidiano, com o mundo do trabalho ou com o contexto social” (BRASIL, 2014, p.12).

No entanto, a implantação de dispositivos tecnológicos associados à disciplina de Química possui não somente como limitante a disponibilidade da tecnologia, mas também do tempo para manipulá-la, os quais muitas vezes a escola e o professor não possuem. Todavia, será que é possível aproximar a relação de aprendizagem entre aluno-conteúdo por meio de um aplicativo?

Quando levamos em consideração o vínculo entre o ensino de química e o cotidiano, ou melhor, a contextualização da química, temos um conhecimento amplo sobre suas aplicações, mas dificuldades em colocá-las em prática. Nesse sentido, Wartha, Silva e Bejarano (2013) investigaram a efetividade dessa aplicação em sala de aula, e os resultados revelaram que isso pode ser apenas um mito. É preciso estar bem atento ao modo como se aplica a contextualização do conteúdo, pois geralmente se usa para aguçar a curiosidade do aluno em conteúdos introdutórios ou teóricos, com o único propósito de chamar a atenção, desviando-se da importância de enfatizar as problematizações em relação ao cotidiano para construir um raciocínio crítico sobre a cidadania (BRASIL, 2011).

Pensando em conteúdo, contexto e dispositivos, algumas pesquisas buscaram compreender como os processos de ensino e de aprendizagem são construídos nessa rede. Diante da complexidade e da relevância da tabela periódica, pesquisadores como Ignácio (2013), Modesto e Scavaciniline (2013) e Cardoso (2014) apontaram propostas ao ensino de

Química a partir de jogos eletrônicos. Um deles é o jogo de RPG sobre tabela periódica feito para computador, produzido por Ignácio (2013). O estilo de jogo RPG, sigla para *Role-Playing game*, ou, em português, “jogo de interpretações de papéis”, famoso entre os jovens, permite ao jogador vivenciar situações em um mundo fantasioso. Já os pesquisadores Modesto e Scavaciniline (2013) desenvolveram um jogo para *smartphone* denominado “Você Consegue?”, em que o objetivo principal é posicionar o elemento em sua respectiva família. Por sua vez, o jogo “As aventuras no mundo da Tabela Periódica” é composto por três etapas obrigatórias, a saber, o conhecimento das especificidades de cada elemento, sua relação com o cotidiano e a realização de experimentação para a fabricação de materiais (CARDOSO, 2014).

Visto isso, temos o intuito de apresentar um aplicativo sobre a tabela periódica. A ideia é ampliarmos o uso de ferramentas digitais articuladas aos conteúdos científicos de interesse da educação química.

ATIVIDADE

Tente criar um jogo baseado no RPG que englobe outra temática da Química. Para inspirar sua criatividade, listamos dois outros trabalhos criados para esse tipo de jogo, um para o ensino da radioatividade e outro para o ensino da Química Orgânica:

MOTA, F. G. et al. O RPG como estratégia didática para o ensino de radioatividade. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. extra, p.5299-5304, 2017. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/65_-O_RPG_COMO ESTRATEGIA_DIDATICA_PARA_O_ENSINO_DE_RADIOATIVIDADE.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2020.

PROENÇA, J.; NERY, L.; VIANNA-FILHO, R. Desenvolvimento de Role Playing Game (RPG) para o ensino e química orgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 13., 2015, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: UFC, 2015. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2015/trabalhos/91/6954-20770.html>>. Acesso em: 5 dez. 2020.

Proposta de um aplicativo para o ensino da tabela periódica

Diante desse cenário fértil e animador, pensamos em criar um aplicativo (*app*) para *smartphone*³³ voltado à plataforma *Android*, do 4.0 ao 6.0, por ser o sistema operacional compatível com a maioria dos dispositivos. A seguir, trazemos resumidamente a construção do App.

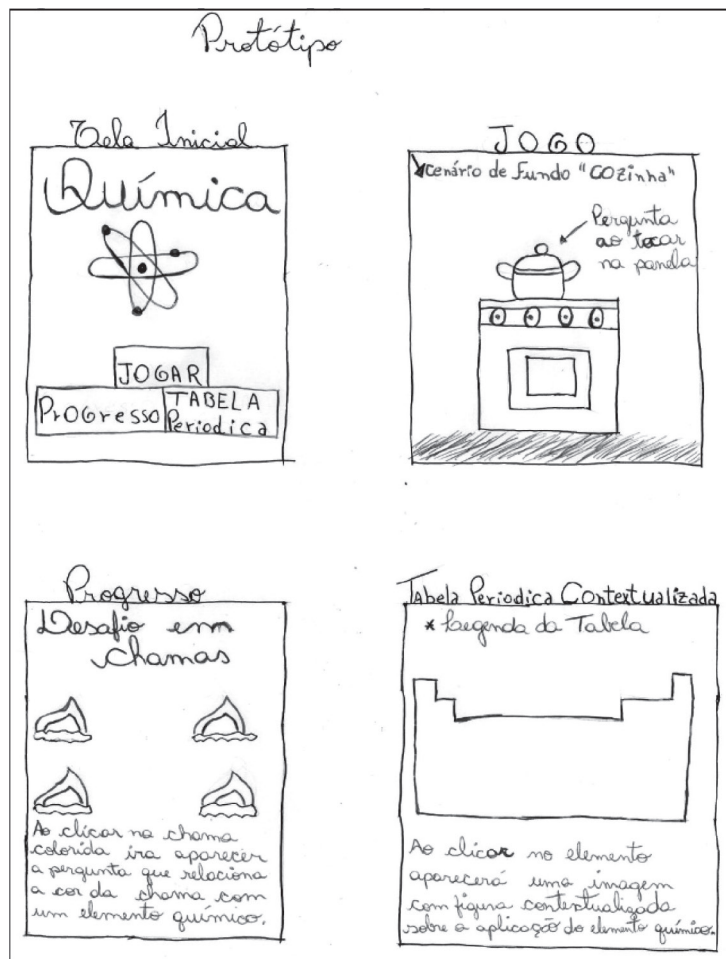
Prototipação no papel

O primeiro passo é delinear a ideia do *app*. Definimos que seu cerne seria a contextualização dos elementos químicos da tabela periódica utilizando cenários comuns, como uma casa, supermercado, hospital etc. Em seguida, pensamos em como seria sua interface interativa: imagens associadas aos cenários citados, como escovar os dentes, ir ao supermercado, descartar o lixo em local adequado e tantas outras, que direcionariam a perguntas e a respostas acerca dos elementos químicos.

A partir dessas escolhas, iniciamos a construção do jogo no papel (Figura 1), também conhecido como prototipação no papel. Essa etapa tem como principal intuito criar a interface do projeto de forma rápida e de baixo custo, para que seja testado antes de iniciar a programação, sem a necessidade de conhecimento técnico específico (BASSO; CHEIRAN; SANTAROSA, 2009).

³³ Os *Smartphones* são dispositivos móveis com tecnologia avançada, que possuem as mesmas vantagens de um computador tradicional, mas sua mobilidade faz com que as pessoas consigam acessar e conectar-se à internet em qualquer lugar, de modo mais rápido (VÁZQUEZ-CANO; GARCÍA, 2015).

Figura 1: Prototipação no papel do aplicativo Elemento X



Fonte: Elaborada pelas autoras

A prototipação no papel contém em sua interface um *app* de perguntas e de respostas com imagens contextualizadas dos elementos químicos, tal como alguns desafios que o jogador teria acesso após atingir certa quantidade de pontos e uma tabela periódica interativa, que informa as particularidades gerais dos elementos químicos, como, número e massa atômicos, estado físico à temperatura ambiente, família em que está localizado e algumas aplicações.

Desenvolvimento do Aplicativo

Da etapa de prototipação, passamos à materialização do *app*. Para seu desenvolvimento, selecionamos o Eclipse, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), que é um software baseado na linguagem de programação Java. Por ser um software livre e de código aberto, permite ao *app* ser flexível e atualizável, propiciando mobilidade ao jogador (LECHETA, 2009).

As imagens usadas para representar a aplicação dos elementos químicos foram retiradas do *Pixabay*³⁴; já para a edição dos textos e das imagens utilizamos o *PowerPoint* e o *Paint*, programas da *Microsoft*, e o *GIMP*, um programa de código aberto. Na Figura 2, podemos observar a tela inicial do App.

Figura 2: Tela inicial do jogo Elemento X



Fonte: Captura de tela do jogo Elemento X

³⁴ É um banco de imagens que possui imagens com licença gratuita de uso.

O jogo foi organizado de modo que o jogador pode optar por “Jogar”, ou por conhecer os elementos da “Tabela Periódica”, ou por responder aos “Desafios”. Ao clicar no primeiro botão, “Jogar”, abre-se uma tela que traz quatro ícones (locais): casa, supermercado, natureza e hospital (Figura 3).

Figura 3: Tela inicial da aba “Jogar”



Fonte: Captura de tela do jogo Elemento X

O Quadro 1 apresenta mais detalhes desses locais, seus cenários e os elementos explorados na contextualização de cada um.

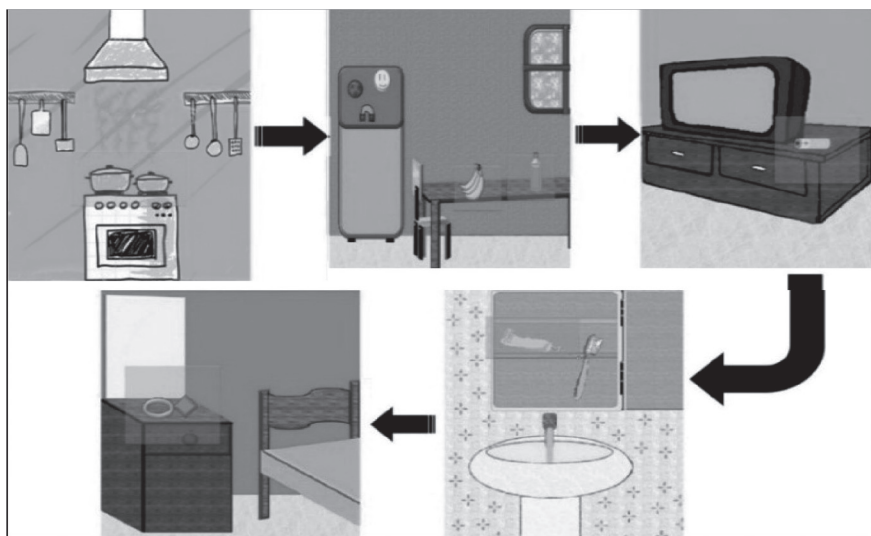
Quadro 1: Locais, cenários e elementos escolhidos para a contextualização

Local	Cenários	Elementos
Casa	Cozinha 1	Alumínio
	Cozinha 2	Potássio
	Banheiro	Hidrogênio
	Sala	Oxigênio
	Quarto	Lítio Flúor Berílio
Supermercado	Freezer	Alumínio
	Prateleira 1	Cloro
	Prateleira 2	Carbono
	Caixa	Níquel
Natureza	Cascas de ovos	Cálcio
	Garimpo	Mercúrio
	Aeroespaciais	Silício
	Pedras Ornamentais	Titânio
Hospital	Remédios	Iodo Sódio
	Instrumentos	Paládio Iridio

Fonte: Elaborado pelas autoras

Ao clicar no ícone “Casa” (Figura 4), surge uma tela com imagens correspondentes a diferentes cômodos: cozinha 1, cozinha 2, sala, quarto e banheiro. Em cada um destes, há objetos (painéis, frutas, controle remoto, pasta de dentes etc.) que, ao serem clicados pelo jogador, abrem questões para a reflexão. Por exemplo, na “cozinha 2”, o jogador tem a opção de clicar a panela, a garrafa de água ou a banana, para assim responder que elementos fazem parte de suas composições. Já na “sala”, o jogador pode clicar no controle remoto ao lado da televisão, fazendo surgir uma questão sobre pilhas e baterias, que aborda o problema do descarte incorreto desses materiais e o prejuízo que isso pode causar ao meio ambiente. Isso, de certa forma, alerta o jogador a respeito dos males causados pelo descarte incorreto desse material tão comum na vida da casa. No “quarto”, encontram-se algumas joias que possuem berílio. Para o jogador passar para outro local, precisará ligar o nome ao símbolo do elemento químico “Be”.

Figura 4: Cenários da categoria casa: cozinha 1, cozinha 2, sala, quarto e banheiro



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

No “Supermercado” (Figura 5), o jogador é direcionado ao *freezer* para acionar uma lata de refrigerante. Se apontar corretamente o metal usado na fabricação das latas, passa às prateleiras dos materiais de limpeza. Acertando o componente da água sanitária, o jogador vai ao material escolar para responder qual o principal componente do grafite. Por fim, ao pagar suas compras, o jogador que apontar o níquel como nome do elemento químico de símbolo “Ni”, presente nas moedas, é direcionado ao próximo local.

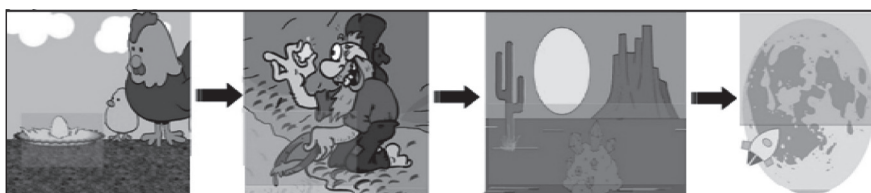
Figura 5: Cenários da categoria supermercado: freezer com bebidas geladas, prateleiras com materiais de limpeza e caixa



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

Na terceira categoria, “Natureza” (Figura 6), foram desenvolvidos quatro níveis: cascas de ovos, garimpo, pedras ornamentais e os aeroespaciais. A ideia é reconhecer o cálcio como componente das cascas de ovos, dos ossos e dos dentes; apontar o mercúrio como elemento extrator do ouro em garimpos; indicar o silício em ametistas; e reconhecer o titânio em espaçonaves, por suas propriedades de leveza e de resistência a altas temperaturas.

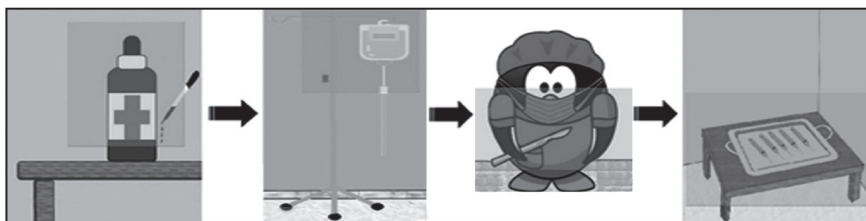
Figura 6: Cenários da natureza: produção de ovos, exploração do garimpo e pedras ornamentais e projetos aeroespaciais



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

Na última categoria, “Hospital” (Figura 7), exibimos as composições dos antissépticos, enfatizando a aplicação do Iodo (I) e sua classificação como halogênio; do soro fisiológico, sendo representado pelo elemento químico Sódio (Na); dos instrumentos cirúrgicos, a partir do paládio (Pd); e das agulhas de injeção, tomando o Irídio (Ir) como elemento central.

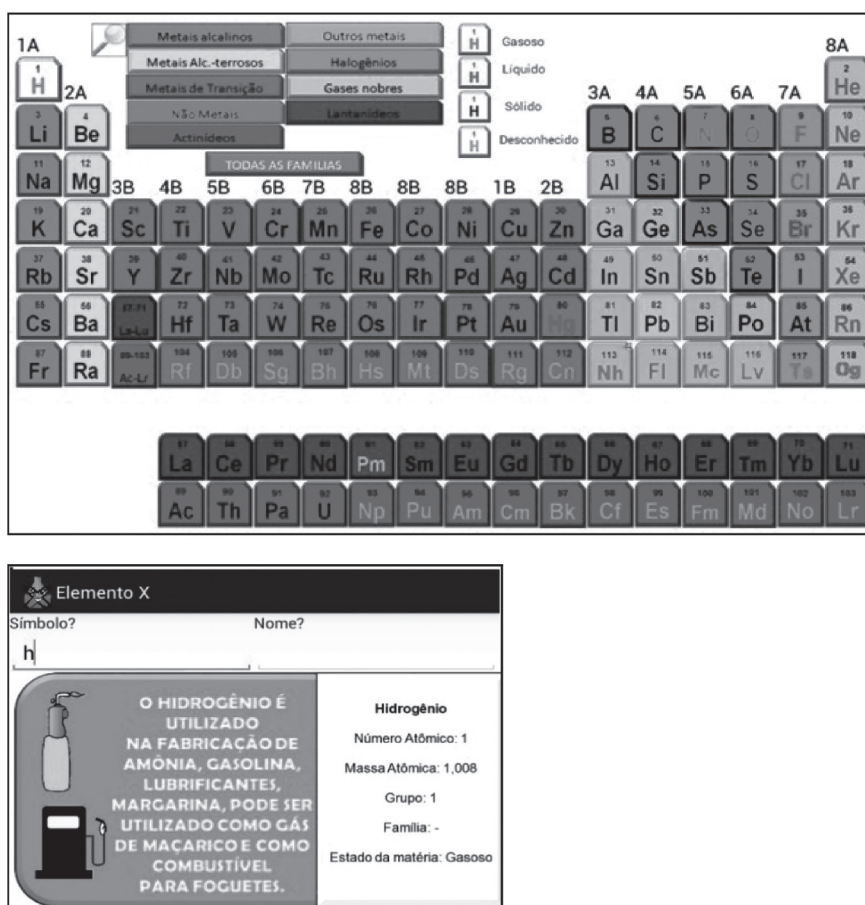
Figura 7: Cenários do hospital para o estudo do iodo, do paládio, do sódio e do irídio



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

Na tela inicial (Figura 2), se o jogador optar por clicar no segundo botão, “Tabela Periódica”, precisará acionar a família para visualizar os elementos que a compõe. Para facilitar a interação e a pesquisa, um sistema de busca foi instalado (Figura 8).

Figura 8: Tela inicial da aba “Tabela Periódica” do aplicativo e a tela adicional com informações sobre um elemento



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

Na tela inicial (Figura 2), se o jogador escolher clicar no terceiro botão, “Desafios”, ele se deparará com 4 graus de dificuldade: Aprendiz

Alquimista, Alquimista Intermediário, Alquimista Experiente e Alquimista Lendário (Figura 9), liberados de acordo com a pontuação feita pelo jogador nos níveis normais do jogo.

Figura 9: Tela inicial da aba “Desafios”

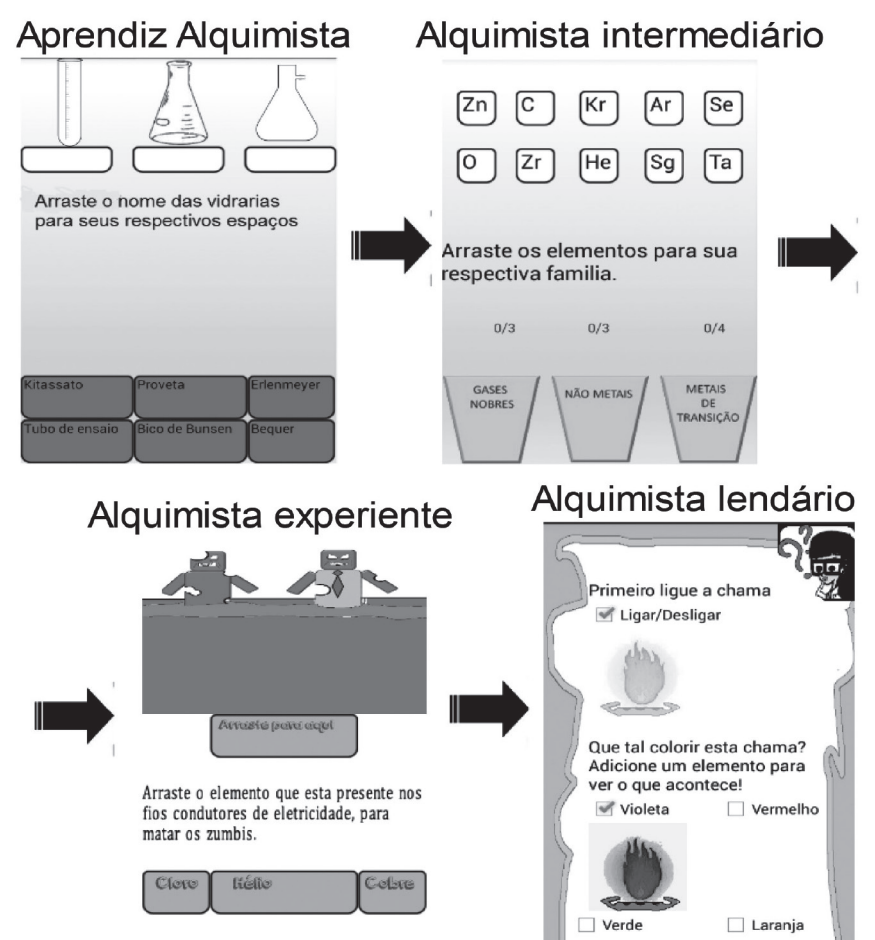


Fonte: Captura de tela do App Elemento X

Os desafios criados não são necessariamente do conteúdo da tabela periódica. Quando o desafio Aprendiz Alquimista é liberado, o jogador deve arrastar o nome correto da vidraria para baixo, ligando-o à sua imagem. Ao acertar o nome de alguma vidraria, são apresentadas ao jogador as características e algumas de suas funções. Para o desafio Alquimista Intermediário, por seu lado, são gerados elementos aleatórios de três famílias, que englobam: metais de transição, gases nobres e não metais. Nele, o jogador precisa arrastar os elementos que surgirem para os respectivos nichos classificatórios. No desafio Alquimista Experiente, o jogador terá que escolher o elemento adequado para superar um ataque de

zumbis, como reconhecer o cobre como elemento de um circuito elétrico. Para o último desafio, o Alquimista Lendário, é realizada a representação do experimento feito em laboratório chamado “teste de chamas”. Nele, inicialmente, o jogador terá que ligar uma chama incolor, em seguida, tocar nas cores que desejar ver em uma chama. Ao tocá-la, o jogador terá acesso à pergunta relacionada ao elemento químico que emite a coloração representada pela chama que foi tocada (Figura 9).

Figura 10: Telas adicionais dos “Desafios”



Fonte: Captura de tela do App Elemento X

O *app* Elemento X, portanto, procurou abordar: a linguagem química, enfatizando os nomes e os símbolos dos elementos químicos da tabela periódica; a aplicabilidade comercial e científica dos elementos; a classificação das famílias; alguns conhecimentos sobre experimentos químicos, como o teste de chamas; e informações a respeito de algumas das principais vidrarias próprias de laboratórios. O *app* chega ao fim quando o jogador conseguir concluir todas as categorias e desbloquear todos os desafios. O que chama a atenção dos jogadores é a passagem de fases, a sensação de continuidade na história que os jogos geram, a facilidade para interagir com os elementos dentro do *app*, visto que as metas instituídas desafiam os jogadores a receber algum tipo de recompensa e a capacidade de feedback claro e imediato (MATTAR, 2010).

Nessa perspectiva, Kenski (2004) afirma que as novas instituições de ensino são afetadas diretamente pela utilização de novas ferramentas tecnológicas, as quais “encaminham as instituições para a adoção de uma “cultura informática educacional” que exige uma reestruturação sensível não apenas das teorias educacionais, mas da própria percepção e ação educativa” (p.73). Porém, é importante que haja um equilíbrio entre as funções lúdicas e educativas presentes no jogo, pois, quando uma parte prevalece sobre a outra, uma delas perde sua função, ou seja, quando o ludismo predomina no jogo, este deixa de ter função educativa; já quando a função educativa predomina, o jogo perde o ludismo e a diversão (SOARES, 2015).

ATIVIDADE

Vamos criar um jogo também?

O desenvolvimento de um jogo educacional para um *smartphone* exige algumas etapas (MATTAR, 2010; SILVA, 2016):

A primeira delas é a concepção, atividade que consiste na idealização do aplicativo, isto é, etapa em que definimos como deve ser. A segunda etapa é a especificação do aplicativo, na qual estipulamos como será a mecânica do jogo. Em seguida, são determinados o roteiro e o estilo de arte. O roteiro descreve o fluxo do jogo, isto é, como o jogador alcançará seu objetivo e como este será expresso ao longo dos vários cenários do aplicativo. A delimitação da arte especifica os estilos que serão usados, as ferramentas para a criação e os modelos escolhidos para validar o estilo. Uma importante etapa é a especificação do aplicativo, em que é delineada detalhadamente a arquitetura do aplicativo, assim como a interação entre os principais elementos (arte, som, código). Nesta parte são definidas as ferramentas e as tecnologias gráficas. Na construção, interagem arte, som e codificações para o desenvolvimento das primeiras versões do ambiente do jogo. Para obter os resultados parciais, realiza-se o teste de qualidade, em que o jogo é analisado em relação às regras e à remoção de erros, além da adição ou da exclusão de funcionalidades do ambiente. Depois da qualidade, a próxima etapa é a jogabilidade, na qual o aplicativo é apresentado a um pequeno grupo, com o intuito de validar ou de criticar a mecânica do jogo.

De posse das etapas, basta escolher os recursos tecnológicos. Uma dica é usar o “*App Inventor*”, por ser um Ambiente Integrado de Desenvolvimento rápido e fácil para criar aplicações web ou para dispositivos que utilizam o sistema operacional *Android*. Não é necessário instalá-lo, o aplicativo funciona on-line, diretamente em uma janela do navegador de internet padrão. O *Corel Draw* é um aplicativo de ilustração vetorial e *layout* de página que possibilita a criação e a manipulação de vários produtos, como desenhos artísticos, publicitários, logotipos, capas de revistas, livros, CDs, imagens de objetos para aplicação nas páginas de internet (botões, ícones, animações gráficas etc.), confecção de cartazes, etc. A grande vantagem é que o *Corel Draw* trabalha com imagens vetorizadas. É especial, porque a imagem pode ser ampliada sem perder qualidade de definição. Agora, é só criatividade!

Considerações Finais

A popularização das ferramentas tecnológicas como aliadas ao ensino é evidente, e aproveitar os benefícios que essas tecnologias podem

levar à educação escolar é fundamental para criar alternativas de apoio ao ensino. Contudo, devemos saber dosar o uso dessas ferramentas e impedir uma instrumentalização do ensino. A aprendizagem móvel será uma aliada à educação se assumirmos que os dispositivos tecnológicos estão como um dos responsáveis pela produção de subjetividades, sobretudo no que se refere ao público jovem.

Apontamentos sobre as vantagens de se aplicar dispositivos móveis foram discutidos no decorrer do capítulo, tais como: a facilidade do acesso a informações, a mobilidade e suas capacidades de reprodução audiovisuais, para citar algumas. No ensino, esse recurso possibilita aos professores explorar esse amplo campo como ferramenta de ensino e de aprendizagem, escolhendo aplicá-los de maneira introdutória ou de revisão em aulas, independentemente do assunto abordado.

O aplicativo apresentado é um exemplo, dentre tantos outros, de que hoje é possível desenvolver recursos didáticos que atendam tanto às exigências dos projetos políticos em voga quanto às especificidades da disciplina de Química, a partir de alguns passos simples e de recursos disponíveis na internet.

Referências

BASSO, L. O.; CHEIRAN, J. F. P.; SANTAROSA, L. M. C. Testes de usabilidade com prototipação em papel: validação de ferramenta de AVA acessível a PNEs. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, Santiago de Chile, v.5, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos: PNLD-2012: Química*. Brasília: MEC/SEB, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos: PNLD-2015: Química*. Brasília: MEC/SEB, 2014.

CARDOSO, A. M. *Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem para o ensino da tabela periódica*. 2014. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação mediada por Tecnologias) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)*, 2011. Brasil. IBGE, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)*, 2005. Brasil. IBGE, 2008.

IGNÁCIO, A. C. *O RPG eletrônico no ensino de química: uma atividade lúdica aplicada ao conhecimento de tabela periódica*. 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

KENSKI, V. M. *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004.

LECHETA, R. R. *Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivo móveis com o Android SDK*. São Paulo: Editora Novatec, 2009.

LEITE, B. S. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Porto Alegre, v.22, n.3, 2014.

LÉVY, P. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999.

MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MODESTO, F. A. C.; SCAVACINILINE, A. Utilização de games como apoio no processo ensino-aprendizagem. *Proceedings of SB Games*, São Paulo, p. 551-557, 2013.

MOURA, A. Geração Móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a “Geração Polegar”. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TIC NA EDUCAÇÃO, 6., 2009, Braga. *Atas...* Braga: Universidade do Minho, 2009.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Ensino e aprendizagem de química: uma investigação sobre aplicativos para Ipad e Iphone. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 20., 2014, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ABED, 2014.

SILVA, E. *Objetos educacionais digitais no ensino e aprendizagem de química*. 2016. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto Federal de Goiás, Uruaçu, 2016.

SILVA, P. F.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N. StudyLab: construção e avaliação de um aplicativo para auxiliar o ensino de química por professores da educação básica. *Revista Tecnologias na Educação*, Belo Horizonte, ano 7, n.13, dez. 2015.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. 2. ed. Goiânia: Kelps, 2015.

VÁZQUEZ-CANO, E.; GARCIA, M. L. S. *Dispositivos digitales móviles en educación*. Madrid: Narcea S.A de Ediciones, 2015.

VELASCO, M. T. Aprendizagens na era digital: dentro e fora da escola. *Comunicação & Educação*, São Paulo, p. 63-70, 2015.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.35, n.2, p.84-91, 2013.

MÍDIA, MULTIMÍDIA E HIPERMÍDIA NO ENSINO DE QUÍMICA

Angelita Aparecida Ribeiro da Silva

O objetivo deste capítulo é demonstrar como a hipermídia pode contribuir com o ensino de Química. O acesso ilimitado às novas tecnologias e à informação tem exigido do professor uma reformulação/atualização curricular e didática, a fim de orientar-se e de orientar os alunos com relação à aquisição, ao tratamento e à utilização da informação. Nesse sentido, é importante que o professor conheça as potencialidades dessa nova tecnologia para o processo de ensino-aprendizagem.

Porém, qual seria a relação existente entre professor, aprendizagem e tecnologias da informação? Para responder à pergunta acima, convém explicarmos o paralelo que há entre os modelos epistemológicos de ensino e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

Daud (2006) associou os modelos epistemológicos de aprendizagem identificados por Becker (2001, 2008) ao uso da tecnologia da informática. Segundo o autor, podemos identificar no ato educativo dos professores três concepções/modelos de aprendizagem: o empirista, o apriorista e o construtivista³⁵. No empirismo, o professor é o responsável por escolher os conteúdos e os instrumentos didáticos e transmiti-los aos alunos, que deverão aprendê-lo. O aluno é um sujeito passivo no processo de aprendizagem e considerado uma página em branco, isto é, não possui nenhum conhecimento prévio, então tudo precisa ser ensinado/transmitido a ele pelo professor. De acordo com Daud (2006), em um ambiente educacional virtual, os recursos tecnológicos serviriam apenas para recriar o ambiente de sala de aula, e a única vantagem seria permitir uma maior adequação aos ritmos individuais, não promovendo, todavia, grandes mudanças/ inovações, pois há pouca interatividade e participação do aluno no processo.

³⁵ Para mais detalhes acerca dos modelos epistemológicos de aprendizagem, consulte: BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

Já no modelo apriorista de aprendizagem, afirma-se que os alunos tendem a apreender por si só e a partir de sua genética, sendo o professor apenas um auxiliar do aluno, um facilitador, que deve intervir o mínimo possível. O aluno está no centro do processo de ensino e aprendizagem e encontrará seu caminho sozinho (BECKER, 2001). Algumas ferramentas tecnológicas, dessa forma, seriam consideradas uma solução para que o estudante construa seu conhecimento de maneira autônoma (DAUD, 2006).

Por fim, o modelo construtivista, cujo processo educacional considera a relação estabelecida dentro da sala de aula capaz de favorecer a construção do conhecimento, ocorrendo por um processo de “interação radical entre sujeito e objeto, entre indivíduo e sociedade, entre organismo e meio” (BECKER, 2001, p.36). Neste modelo, há uma despolarização do ensino, ou seja, professor e aluno têm a mesma importância social no ambiente de ensino. Seria esse último modelo, segundo Daud (2006), o que melhor contextualiza e aproveita os recursos tecnológicos, pois, além de adequar-se ao momento histórico atual, dominado pelo universo virtual, possibilita novas relações entre professor e aluno, aluno e professor, aluno e aluno. Como argumenta Daud (2006, p.28), esse enfoque enfatiza a “construção de novos conhecimentos e maneiras de pensar mediante exploração e a manipulação ativa de objetos e ideias tanto abstratas como concretas”. É indispensável que aluno e professor conheçam os recursos existentes e saibam lidar com eles, de modo que possam agir, interagir e, como consequência, construir o conhecimento (MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2001).

PARA PENSAR...

Nesta nova era digital, toda informação postada se difunde instantaneamente, podendo ser recebida, transformada, incorporada a conceitos científicos, tecnológicos e comerciais e ser criticada e/ou elogiada por milhares de pessoas em todo mundo.

Você, enquanto professor, se sente preparado e seguro para viver esta nova era? Você acredita que tem utilizado o ambiente virtual de maneira correta?

Com o desenvolvimento e a utilização de diversas TICs, palavras atinentes ao universo virtual, como **mídia**, **multimídia**, **hipertexto** e **hipermídia**, ganharam popularidade no nosso dia a dia e precisam ser compreendidas e empregadas de maneira correta.

Diferenças Conceituais Básicas Entre Mídia, Multimídia, Hipertexto e Hipermídia

A palavra **mídia** pode ser empregada como sinônimo de meio de comunicação, de imprensa, de grande imprensa, de jornalismo, de veículo de comunicação (GUAZINA, 2007). Já por **multimídia** entendemos o conjunto dos meios de informação e de comunicação usados na distribuição das informações, sejam elas sonoras, escritas ou visuais. Tais veículos de comunicação podem ser jornais, livros e revistas, rádio, televisão, computador, internet, satélites, entre outros.

O **hipertexto**, por sua vez, é um texto que possui palavras marcadas ou destacadas de uma cor ou fonte diferente (denominadas *hot words*), que, ao serem clicadas, conduzem o usuário à uma nova página (texto, imagem, som, vídeo), a qual também conta com *hot words*, fazendo da leitura um processo não-linear e oportunizando a interação com muitas informações (MARTINS, 2002). Em outras palavras, o hipertexto é composto por informações e por vínculos eletrônicos (*links*) que ligam vários elementos (LEÃO, 2005).

Nesse seguimento, Lévy (1995) definiu hipertextos a partir de seis características básicas, ou “princípios abstratos”, quais sejam:

- Princípio de metamorfose – a rede hipertextual se encontra em constante construção e renegociação. O leitor induz a mutação.
- Princípio de heterogeneidade – os nós de uma rede hipertextual são heterogêneos, podem assumir diversas formas, como imagens, sons, palavras, vídeos, etc.
- Princípio de multiplicidade e de encaixe das escalas – o hipertexto é fractal, ou seja, qualquer nó ou conexão, quando acessado, pode

revelar-se como sendo composto por toda uma rede, podendo repercutir na vida de milhões de pessoas.

- Princípio de exterioridade – seu crescimento, sua diminuição, sua composição e sua recomposição dependem de fatores externos, como adição de novos elementos, conexões com outras redes etc.
- Princípio de topologia – no hipertexto, tudo funciona por proximidade e vizinhança. O curso dos acontecimentos é uma questão de topologia, de caminhos. A rede não está no espaço, ela é o espaço.
- Princípio de mobilidade dos centros – a rede possui não um, mas diversos centros, que são perpetuamente móveis, saltando de um nó a outro, trazendo ao redor de si uma ramificação infinita de pequenas raízes, rizomas, perfazendo mapas e desenhando adiante outras paisagens”.

A **hipermídia**, por fim, pode ser concebida como a interseção entre multimídia e hipertexto. Trata-se de um meio armazenador de informações capaz de organizar um texto e de viabilizar que seu conteúdo seja apresentado mediante meios como som, imagem e vídeo, vinculados aos recursos que o texto confere, descartando o processo de leitura sequencial apresentado nos moldes tradicionais (REZENDE, 2004). O que a diferencia de hipertexto e de multimídia é o alto nível de interatividade disponibilizado ao usuário.

Devido aos seus recursos de sons, de textos, de imagens, de vídeos e de animações, a multimídia, o hipertexto e a hipermídia fornecem recursos didáticos que auxiliam o professor a tornar suas aulas mais dinâmicas e motivadoras, interdisciplinares e cheias de novas descobertas e atualizações.

Vale lembrar que nem sempre foi assim: quem viveu na década de 80 deve lembrar-se de como era a vida antes da popularização dos *smartphones*, das redes sociais, do *Google*, das multimídias, dos hipertextos, entre muitas outras novidades tecnológicas. Nessa época, poucas pessoas tinham acesso ao telefone fixo, os trabalhos eram produzidos na máquina de escrever, que não contavam com a tecla *backspace*, e o conhecimento era obtido por

meio da leitura de livros e de revistas, ações que faziam a rotina das pessoas menos aceleradas e menos estressantes, no entanto, menos produtivas.

PARA PENSAR...

Quantos anos você tem? Se tiver mais de 35 anos, vai sentir-se nostálgico ao visualizar os objetos das figuras abaixo. Se tiver menos, esses objetos não lhe farão tanto sentido, pois não os utilizou, apenas os viu por meio de imagens, ou empoeirados em um canto qualquer, ou ouviu falar a respeito.

Observe a imagem abaixo e tente imaginar-se vivendo nessa época: como seria sua rotina, seu modo de vestir-se, de divertir-se, de comunicar-se, de estudar, de ensinar. Você acha que sua vida atual seria melhor ou pior se vivesse antes da popularização das TICs atuais? Por quê?



Fonte: Pixabay (2018)



Fonte: Pixabay (2016)

Hipermídia: Uma Breve História

A primeira ideia de hipermídia foi proposta em meados de 1945, muito antes da criação da internet, por Vannevar Bush, em seu artigo “As we may think”, que propunha teoricamente a criação de uma máquina, a Memex, que seria usada como uma forma de automatizar a memória humana, permitindo ao usuário armazenar e recuperar documentos ligados por associações, uma ideia precursora a de hipertexto (RIBEIRO, 2008). Para melhor compreender o que era e como funcionava a “A Memex”, a máquina teórica proposta por Bush, acesse: “Vannevar Bush e a concepção do Memex”³⁶.

Em 1960, inspirado pela ideia de Bush, o físico e matemático Ted Nelson começou a trabalhar no que posteriormente viria a ser o Projeto Xanadu, que visava a não linearidade de leitura do documento eletrônico (similar a um hipertexto). Em 1960, Douglas Engelbart apresentou o primeiro sistema computacional colaborativo: o *oNLine System*(NLS), empregando, enfim, a ideia de hipertexto (KANSO, 2001).

Em 1980, o universo dos computadores se expandiu para o ambiente doméstico, e a pioneira *Apple* começou a lucrar muito, oferecendo facilidade e comodidade às pessoas que adquirissem seus produtos. Em 1987, a *Apple* desenvolveu o *Hypercard*, o primeiro aplicativo hipermídia que combinava flexibilidade, banco de dados, interface gráfica e interação do usuário com o programa. O amadurecimento da hipermídia resultou na criação da *world wide web* (WWW), e Berners-Lee, em 1990, realizou o sonho que Ted Nelson teve com o Projeto Xanadu, interligando os documentos textuais e visuais em sistemas informacionais. Nos anos 1990, com a popularização da internet, muitos ambientes hipermidiáticos foram desenvolvidos, alguns em escalas internacionais, como *WebCT*, *WebFuse*, *TopClass*, *Mallsr* e *Blackboard*, e outros mais simples, concebidos por universidades brasileiras (FRANÇA, 2009). Atualmente, eles são apresentados como ambientes livres (softwares livres), dos quais podemos sublinhar alguns:

³⁶ Vannevar Bush e a concepção do Memex. Disponível em: <http://www.gonzatto.com/projetos/hipertextos2014/e_bushmemex/>.

- a) Moodle (<http://moodle.com/>)
- b) Teleduc (<http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>)
- c) Atutor (<http://www.atutor.ca/>)

Para saber mais sobre a história da hipermídia, vale a pena ler o artigo “Hipermídia: links históricos de um jogo”, de Dóris Sathler de Souza Larizzatti, publicado em 2012³⁷.

Informática, hipermídia e todo o universo cibernético, de leitura não linear, vêm revolucionando o universo educacional. Entretanto, mesmo com tanta informação e acessibilidade, salientamos que somente 4,0% do conteúdo existente na internet está à disposição da população geral; aproximadamente 96% de todo esse conteúdo está na *Deep Web*, uma parte restrita da internet, cujo acesso exige navegador específico e conhecimento em sistemas de computação (NOTARO, 2018).

ATIVIDADE

Qual a sua sensação toda vez que se depara com a imagem abaixo?



Fonte: Elaborada pela autora

Muitos estabelecimentos comerciais têm feito uso dessa imagem, com os seguintes dizeres: “Não temos WiFi, conversem entre si”. A frase também virou tema de redação de vestibular da Universidade Federal do Paraná em 2015³⁸. Agora é sua vez: escreva um texto argumentativo, de até 10 linhas, colocando em confronto o conteúdo dessa frase e a referida prática vigente.

³⁷ Disponível em: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rbhm/article/viewFile/4000/2345>>.

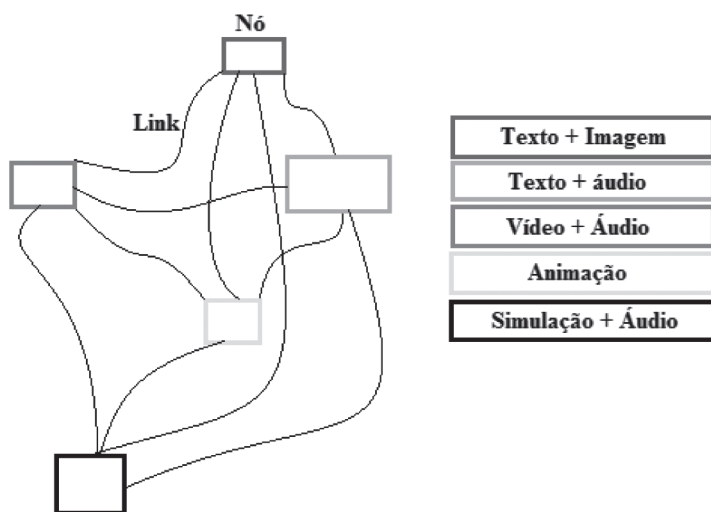
³⁸ Redação Vestibular UFPR 2015. Disponível em: <https://correta.files.wordpress.com/2014/12/ufpr15-questc3a3o-4.jpg>.

O Funcionamento Básico de Um Sistema Hipermídia

A facção de um sistema hipermídia é uma tarefa bastante complexa e exige muito conhecimento. Uma hipermídia é essencialmente formada por um conjunto de unidades básicas de informação, também denominadas lexias ou nós. Uma lexia pode ser constituída por diferentes elementos, como textos imagens, sons, vídeos, botões, hipertextos, entre outros (LEÃO, 2005)³⁹. Cada nó pode conter uma rede inteira, compondo um percurso de leitura que salta de um ponto a outro, interconectando documentos distintos (DAUD, 2006; SANTAELLA, 2014).

A Figura 1 demonstra um esquema primordial de representação de uma hipermídia, que é feita de nós de informações que estão unidas por links, ou seja, veículos eletrônicos que interligam todos esses elementos. Contudo, o desenvolvimento de uma hipermídia exige muito planejamento e organização, para evitar problemas como desorientação e sobrecarga de informação.

Figura 1: A estrutura da hipermídia



Fonte: Adaptado de Rocha (2012)

³⁹ Para saber mais, consulte: LEÃO, L. *O labirinto da hipermídia: arquitetura e navegação no ciberespaço*. 3. ed. São Paulo: Editora Iluminuras, 2005.

Para criar um sistema hipermídia, são necessárias algumas etapas elementares, como o levantamento de objetivos, a modelagem, a implementação e a aplicação. A esse respeito, Campos, Campos e Rocha(1994) listaram as 10 principais fases:

- Definição do ambiente de aprendizagem – há diversas metodologias sugeridas para o desenvolvimento de software educacional;
- Análise de viabilidade – nesta etapa, ocorre a definição de algumas estimativas, de custos e de cronogramas, bem como a análise de riscos e de recursos de hardware, de software e de recursos humanos.
- Seleção do tipo de documento – hiperdocumentos de vida útil, duradoura e incremental, que contemplem diversos usuários e tragam em si uma base de conhecimentos sólida e consistente.
- Seleção de um método para auditoria – há necessidade da adoção de um enfoque metodológico que discipline e guie o processo de desenvolvimento de uma aplicação hipermídia.
- Planejamento da interface – a interface do usuário é o mecanismo por meio do qual o diálogo entre o software e o ser humano é estabelecido. A interface deve considerar os sentidos visual, tátil e auditivo.
- Planejamento do documento – o material que comporá a multimídia deve ser pesquisado, organizado, assimilado, escrito e produzido de maneira muito coerente e programada.
- Seleção do sistema de autoria e das ferramentas – uma característica importante nos sistemas de autoria é a interatividade, que proporciona o trabalho cooperativo de múltiplos autores (experientes).
- Implementação – esta fase, na maioria das vezes, vai exigir a participação de profissionais de informática, pois faz-se a criação e a integração de animação, de vídeo e de áudio etc.

- Avaliação – a norma ISO/IEC 9126:1991 define a avaliação como a ação de aplicar critérios especificamente documentados para um módulo de software específico, um pacote ou um produto, com o propósito de determinar a sua aceitação ou sua liberação.
- Validação – observação direta da interação usuário/hiperdocumento. Exige-se a coleta de dados por certo período de tempo e avaliação contínua;

Como podemos observar, um sistema de hipermídia não é algo simples de ser pensado e implementado. Exige planejamento, profissionais especializados e manutenção constante. Não obstante, a versatilidade de uso e os benefícios ocasionados fazem valer a pena a criação desse tipo de tecnologia.

Para os que não dominam as técnicas de programação, isto é, a maioria da humanidade, resta aproveitar os recursos da hipermídia de outros modos, por meio de ambientes hipermidiáticos ou utilizando de hipermídias já prontas/disponíveis para o usuário, podendo ser utilizada tanto no ambiente de ensino como no empresarial.

Aplicações Da Hipermídia

A hipermídia pode ser aplicada em dois focos distintos, em sistemas voltados para a educação e o treinamento e em sistemas destinados à área de negócios. As aplicações educacionais estão concentradas nas escolas e no ensino à distância (EAD), para melhorar os processos de ensino-aprendizagem. Na área de treinamento, os sistemas *computer-based training* (CBT) apresentam um ciclo de instrução que leva em conta a velocidade de aprendizado do usuário, uma diminuição do tempo gasto em deslocamento do usuário e a própria conveniência do uso. As aplicações direcionadas aos negócios podem ir desde banco de dados com características multimídia até projetos de pontos de venda, quer dizer, aplicações com objetivo de vender produtos (WAKER, 2000).

Os ambientes hipermediáticos de aprendizagem (AHA), existentes desde os anos 90, lançam mão de diversas ferramentas tecnológicas, que possibilitam mediar, facilitar e gerir os processos de ensino-aprendizagem em ambientes virtuais. Um exemplo bastante conhecido é o *Moodle*, um ambiente virtual muito utilizado por instituições de ensino.

O *Moodle* é um ambiente de aprendizagem livre, isto é, pode ser usado, copiado, estudado, modificado e até mesmo redistribuído sem qualquer impedimento, caracterizando-se por ser um ambiente hipermediático e por permitir um sistema de registro e de exibição de informações que viabiliza o acesso a determinados conteúdos/linguagens – texto, som, imagem, vídeo, hipertexto etc. – de forma não linear e interligada em um mesmo suporte.

Nesses ambientes, o docente consegue, por exemplo, administrar seu planejamento, publicar avisos, atividades, notícias, materiais de aula, objetos de aprendizagem, conteúdos e outros (FRANÇA, 2009).

Segundo França (2009), os AHA se caracterizam por alguns aspectos:

- Flexibilidade do design instrucional;
- Gerenciamento de usuários (diferentes perfis);
- Controle das atividades (que oportunizam um gerenciamento e uma navegação autônoma);
- Mecanismos de retorno ou acesso;
- Formas de produção de atividades (atividades múltiplas)
- Back-up de arquivos;
- Bons mecanismos de acessibilidade e de usabilidade;
- Mecanismos de colaboração (atividades de integração);
- Interfaces de comunicação e de criação de comunidade;
- Mecanismos de autogerenciamento dos eventos de aprendizagem.

Podemos considerar como ambientes hipermediáticos também os Blogs e os Sites, pois igualmente asseguram combinar texto, gráfico, animação, vídeo, som e qualquer outras mídias usando os links para conectar entre si esses elementos, ou seja, possibilitam a integração de hipertexto com multimídias.

PARA PENSAR...

Você tem feito o uso ou a recomendação de hipermídias educacionais em suas aulas? Quais? Em quais conteúdos da Química você acredita que esse tipo de recurso poderia ser mais útil, por quê?

Além da própria confecção de hipermídias, de site, de blogs etc., os educadores também podem recorrer a hipermídias já prontas e disponíveis, por exemplo, nos bancos de recursos digitais. Usadas como ferramenta de ensino, as hipermídias podem proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades como processamento cognitivo flexível, aquisição de conhecimento e estimulação da imaginação, raciocínio e percepção. Por meio de seus múltiplos recursos – bancos de dados, hipertexto, imagens, animações, sons, ambientes em 3D –, esses mecanismos podem garantir, ainda, a tão almejada interdisciplinaridade (DAUD, 2006).

Todas as áreas do conhecimento podem fazer uso dessas ferramentas, seja nas áreas de exatas, sociais, saúde, entre outras. Em vista disso, apresentaremos, a seguir, cinco exemplos de hipermídias aplicadas ao ensino de química.

EXEMPLOS DE HIPERMÍDIA DESENVOLVIDAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Hipermídia - Equimídi@

Rocha, Mello e Cardoso(2013) elaboraram o Equimídi@, um material didático no formato hipermídia para auxiliar o ensino de conceitos relacionados ao equilíbrio químico, que se caracteriza como um conteúdo complexo, que exige conhecimentos prévios.

Para o desenvolvimento dessa hipermídia, foram utilizados os softwares Power Point e iSpringFree, além de outros dispositivos, como editores de texto, de vídeo e de imagens. Essa hipermídia é constituída por hipertextos, textos escritos e narrados, vídeos, animações e simulações, criando um ambiente computacional que concede ao usuário observar, refletir e discutir conceitos sobre equilíbrio químico, reações químicas, reversibilidade de reações químicas, fatores que alteram o equilíbrio químico, aplicação e contextualização dos conceitos. Uma série de links direciona o usuário a outras páginas, possibilitando abordagens diferenciadas e obtenção de conhecimentos também de outras áreas, como a Biologia. O link traz detalhes sobre essa hipermídia: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/308192/398188>>

Hipermídia - Ciências dos Materiais

É uma hipermídia que se apresenta no formato de um site, norteando ao ensino de Ciências dos Materiais. Seu conteúdo é organizado em 19 capítulos, que elucidam, separadamente, conceitos como elétrons e ligações químicas, sólidos não cristalinos, transformação de fases, corrosão aquosa, entre muitos outros. Para estudar, basta escolher o capítulo e seguir na leitura hipertextual, na qual links nos guiam a diversas páginas, contendo vídeos, textos, imagens e/ou a fusão entre eles. Dessa forma, o usuário consegue explorar todo tipo de informação ligada ao tema, construindo seu conhecimento acerca do tema. Para conhecer essa hipermídia, acesse o link:

<<http://cienciadosmateriais.org/>>

Hipermídia - Laboratório Didático Virtual

É uma iniciativa da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo e visa aprimorar o aprendizado por meio da interação entre escolas e universidades e da construção de uma educação científica mais contextualizada, menos fragmentada e mais significativa. O link “‘Consulte um químico” é um serviço de perguntas e de respostas, isto é, os participantes do laboratório didático virtual enviam suas questões de química, que são respondidas por especialistas do Instituto de Química da USP, conferindo interação entre os participantes, que é característica de ambientes hipermidiáticos. Para saber mais, acesse:

<<http://www.labvirtq.fe.usp.br/questoesfisicologista.asp?time=19:23:56>>

Hipermídia - Ligação Metálica

Animações, hipertextos e imagens ajudam a esclarecer conteúdos relacionados à ligação metálica, como teoria dos elétrons livres, ligação metálica, interação entre íons em um retículo cristalino, retículos cristalinos mais comuns: cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC) e hexagonal compacto (HC), cristalização de metais, entre outros. O modo de leitura dessa hipermídia pode ser tanto linear, guiado pelo aluno, como não linear, seguindo os links. Como exemplo, animações gráficas contidas nessa hipermídia oportunizam ao aluno visualizar a movimentação deslocalizada dos elétrons por todo o retículo, o que contribui para uma maior assimilação do conteúdo. Para saber mais, acesse: <<http://www.labvirtq.fe.usp.br/indice.asp>>

Hipermídia - Tabela Periódica

Site no formato hipermídia que explora diversas informações concernentes aos elementos químicos e a suas periodicidades, por meio de vídeos, de imagens, de textos, de notícias e de informações diversas. O usuário, ao clicar em um elemento químico específico, é encaminhado a uma outra página, repleta de informações a respeito desse elemento, como número atômico, massa atômica, ponto de fusão e de ebulição, história, aplicações, vídeos ilustrativos, entre outras informações. O usuário também pode comentar, tirar dúvidas e testar os conhecimentos adquiridos, resolvendo alguns exercícios. Para conferir, acesse: <<https://www.tabelaperiodica.org/>>

Considerações Finais

A intersecção entre multimídia e hipertexto deu origem à hipermídia, uma TIC que pode ser implementada no ambiente escolar, expandindo-o para além da sala de aula, a fim de se obter conhecimento de forma construtivista, caracterizada pela não linearidade e pela alta interatividade entre os usuários.

Disciplinas que possuem conteúdos abstratos e de difícil assimilação, como a Química e a Física, podem beneficiar-se da fusão de recursos tecnológicos, como vídeos, sons, textos e animações, para promover aprendizagens significativas, visto que, como defendem os educadores/pesquisadores construtivistas, quanto mais ativo o processo de construção do conhecimento, mais o indivíduo poderá assimilar e reter esse conhecimento (AUSUBEL, 2003). No entanto, é importante frisar que

as novas tecnologias, de maneira geral, precisam ser utilizadas de modo crítico, planejado e consciente dos objetivos de aprendizagem almejados.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. In: KARKOTLI, G. (Org.) *Metodologia: construção de uma proposta científica*. Curitiba: Camões, 2008. p. 45-56.

CAMPOS, F.; CAMPOS, G.; ROCHA, A. R. Dez etapas para o desenvolvimento de software educacional do tipo hipermídia. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 3., 1994, Barranquilla. *Anais...* Barranquilla: [s.l.], 1994.

DAUD, D. C. N. *A relação entre a hipermídia e a aprendizagem: uma abordagem construtivista*. 2006. 118f. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2006.

FRANÇA, G. Os ambientes de aprendizagem na época da hipermídia e da educação a distância. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 55-65, 2009.

GUAZINA, L. O conceito de mídia na comunicação e na ciência política: desafios interdisciplinares. *Revista debates*, v.1, n.1, p. 49-64, 2007.

KANSO, M. A. *Projetando ambientes de aprendizagem hipermídia com recursos da inteligência artificial*. 2001. 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

LEÃO, L. *O Labirinto da hipermídia: arquitetura e navegação no Ciberespaço*. 3. ed. São Paulo: Editora Iluminuras, 2005.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995.

MARTINS, M. L. Z. *Hipermídia sobre o contexto histórico e artístico das descobertas geométricas*. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MOURA, A. M. M.; AZEVEDO, A. M. P.; MEHLECKE, Q. As teorias de aprendizagem e os recursos da Internet auxiliando o professor na construção do conhecimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. *Anais...*Brasília: UnB, 2001.

NOTARO, T. *Deep web: a terra de ninguém da internet*. 2018. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/cotidiano/2018/03/10/NWS,61510,70,449,NOTICIAS,2190-DEEP-WEB-TERRA-NINGUEM-INTERNET.aspx>>. Acesso em: 5 dez. 2020.

PIXABAY. *Máquina de escrever*. 2018. Disponível em:<<https://pixabay.com/pt/photos/impress%C3%A3o-antigo-papel-velho-3102650/>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PIXABAY. *Telefone antigo*. 2016. Disponível em:<<https://pixabay.com/pt/photos/telefone-antigo-anos-60-anos-70-1742860/>>. Acesso em: 30 mar. 2021. REZENDE, F. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 1983-2117, 2004.

RIBEIRO, A. E. Hipertexto e Vannevar bush: um exame de paternidade. *Informação & Sociedade*, João Pessoa, v.18, n.3, p. 45-58, 2008.

ROCHA, E. F. *Equimídi@*: uma hipermídia como estratégia pedagógica no ensino de equilíbrio químico. 2012. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

ROCHA, E. F.; MELLO, I. C.; CARDOSO, M. S. Uma hipermídia como estratégia pedagógica para o ensino de equilíbrio químico. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., 2013, Girona. *Anais...*Girona: [s.l.], 2013.

SANTAELLA, L. Gêneros discursivos híbridos na era da hipermídia. *Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 206-216, 2014.

WAKER, R. A. Aplicações hipermídia e a gestão da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20., 2000, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2000. p. 99-107.



SOBRE OS AUTORES

Alécia Maria Gonçalves

Mestra e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFGO). É professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Goiás (IFG – Campus Uruaçu), onde também é Coordenadora de Área do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e membro do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Educação Matemática (ENCIEM – IFG). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Formação de Professores; História, filosofia e linguagem no Ensino e Aprendizagem de Ciências.

Alexandre Luiz Polizel

Doutorando e Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e licenciado em Filosofia e Pedagogia pelo Centro Universitário de Araras (UNAR). É professor colaborador da Universidade Estadual de Londrina. Especialista em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, em Transtorno do Espectro Autista e Transtornos Gerais do Desenvolvimento e em Educação Profissional e Tecnológica, pela Faculdade São Braz (FSB). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Redes digitais e Cibercultura; Currículos e o Pensamento na contemporaneidade; Diversidade, Identidade, Diferença e Desigualdade; Estudos Culturais das Ciências e Educações; Pedagogias-Filosofias-Biologias Culturais. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educações, Narrativas, Culturas e Ciências (GEPENC-UTFPR).

Angelita Aparecida Ribeiro da Silva

Doutoranda em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestra em Química dos Recursos Naturais e Bacharel em Química pela mesma instituição. É professora adjunta no Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL), ministrando aulas para cursos de graduação presencial e à distância. Também é professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Química analítica e Educação Ambiental.

Beatriz Haas Delamuta

Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestra em Ensino pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP – Cornélio Procópio). Especialista em Docência para a Educação Superior pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Especialista em Ensino e Tecnologia e Licenciada em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Londrina). É professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Formação continuada de professores; Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação; e, Avaliação da aprendizagem.

Bruna Jamila de Castro

Doutora e Mestra em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciada em Pedagogia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Especialista em Docência para o Ensino Superior pela Faculdade Estadual de Educação, Ciências e Letras de Paranavaí (FAFIPA). Professora Colaboradora da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP - Campus Ourinhos), também é professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Formação inicial de professores; Educação Ambiental; Análise de Mídias e Educação; e, Estudos Culturais das Ciências e da Educação. Pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educações, Narrativas, Culturas e Ciências (GEPENC-UTFPR).

Carla Cristina Perez

Pós-doutora em Síntese Orgânica, Doutora em Ciências e Mestra em Química Orgânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Licenciada em Química pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (IQAr-UNESP). Professora adjunta da Universidade Estadual de Londrina (UEL). É professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua na área de pesquisa da química orgânica, com ênfase em síntese orgânica estereosseletiva, síntese de

compostos biologicamente ativos e desenvolvimento de metodologias sintéticas em química orgânica. No campo da educação química tem estudado a inclusão de alunos com deficiência mental ou visual no aprendizado de química e metodologias ativas de aprendizagem.

Cristiane Beatriz Dal Bosco Rezzadori

Doutora e Mestra em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciada em Química e Especialista em Ensino de Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Especialista em Educação Interdisciplinar e Metodologia do Ensino Superior pela Associação Juinense de Ensino Superior do Vale do Juruena (AJES). É professora adjunta na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus Londrina). Atuou como professora do Programa Pós-graduação em Química (Mestrado profissional), na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: formação de professores, material didático, Estudos Culturais da Ciência e Educação e Estudos de laboratório. Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educações, Narrativas, Culturas e Ciências (GEPENC-UTFPR).

Fabiana Gomes

Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestra em Química Ambiental e Bacharel em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Formação pedagógica pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). É professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Goiás (IFG – Campus Uruaçu). Membro do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Educação Matemática (ENCIEM – IFG). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: formação de Professores; História, filosofia e linguagem no Ensino e Aprendizagem de Ciências; Estudos Culturais das Ciências e Educação.

Loys Laynne Rodrigues Sousa

Especialista em Metodologia no Ensino de Biologia e Química pela Universidade Cândido Mendes (UCAM). Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Goiás (IFG - Campus Uruaçu), onde foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

Marcelle de Lima Ferreira Bispo

Pós-doutora em Química Medicinal pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Doutora em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Mestra em Química Orgânica pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Bacharel em Farmácia Industrial pela Universidade Federal Fluminense (UFF). É professora adjunta na Universidade Estadual de Londrina (UEL), também é professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua na área de pesquisa da química orgânica, com ênfase em química medicinal com ênfase no planejamento estrutural, estudos de relação estrutura-atividade e síntese de substâncias com potencial atividade frente a bactérias, fungos, parasitas e contra o câncer. No campo da educação química, tem estudado o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem.

Marlon Pegoraro de Moraes

Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus Londrina), onde foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e do Programa Ciência sem Fronteiras, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em que realizou intercâmbio de formação acadêmica na Curtin University, em Perth, na Austrália. Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Moisés Alves de Oliveira

Doutor em Educação Básica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Licenciado, Bacharel e Mestre em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina (UEL), onde também atua como professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM-UEL) e Coordenador do Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional (PROFQUI) do Grupo de Estudos Culturais das Ciências e das Educações (GECCE-UEL). É coordenador do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Formação de Professores, Currículo, Estudos Culturais da Ciência e da Educação e Estudos de Laboratório.

Natany Dayani de Souza Assai

Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Especialista em Educação a Distância pela Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras (FACEL). Especialista em Educação Especial Inclusiva pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Professora Colaboradora na Universidade Estadual de Londrina (UEL), também é professora do curso de Especialização em Química para a Educação Básica, modalidade Ead, pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil/Universidade Estadual de Londrina (UAB/UEL). Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Formação inicial de professores; Ação docente; Ensino-aprendizagem; e, Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Walter Anibal Rammazzina Filho

Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestre em Processos Biotecnológicos e Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus Cornélio Procopio), onde também é membro do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Atua nas seguintes áreas de pesquisa: Engenharia Química, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química, Separações Físicas com Dióxido de Carbono Supercrítico, Melhoria de Propriedades de Alimentos e Síntese de Produtos Biotecnológicos; e, Ensino de Ciências, com ênfase no Ensino de Química, Metodologia Científica e História e Filosofia de Termodinâmica.

Título	<i>Química na educação básica: ferramentas teóricas e práticas</i>
Organizadores	Bruna Jamila de Castro
Linha editorial	Livro acadêmico
Produção gráfica	Maria de Lourdes Monteiro
Capa	Igor Pereira da Silva de Melo
Editoração	Maria de Lourdes Monteiro
Estagiário de revisão textual	Josyelle Bonfante Curti
supervisão de revisão textual	Mariana R. F. Fantinelli
Formato	16 x 23 cm
Tipografia	Minion Pro
Número de páginas	196