

# química nova

# NA ESCOLA



**VOLUME**

**39**

**Nº 4, NOVEMBRO 2017**

- 312 Quitosana: da Química Básica à Bioengenharia  
L. O. Felipe, L. A. Rabello, E. N. O. Júnior e I. J. B. Santos
- 321 Contribuições da sociologia de Bourdieu para repensar a educação e o ensino de ciências  
L. Massi
- 329 Temática *Chás*: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos  
F. E. F. da Silva, V. G. P. Ribeiro, N. V. Gramosa e S. E. Mazzetto
- 339 Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa  
F. J. Mininel, R. C. G. F. Di Nardo, L. A. A. De Oliveira e M. E. B. Arnoni
- 347 O Ensino de Química para alunos surdos: o conceito de misturas no Ensino de Ciências  
N. C. S. Mendonça, A. P. de Oliveira e A. M. C. Benite
- 356 O professor formador em foco: identidade e concepções do fazer docente  
S. P. Heidelmann, G. S. A. Pinho e M. C. P. Lima
- 368 Considerações de professores em relação à implantação da Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo  
S. M. X. Mininel, F. J. Mininel, R. C. G. F. Di Nardo e L. A. A. de Oliveira
- 373 Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio  
A. F. Pitanga, B. L. S. dos R. Santos, L. B. da Rocha, L. D. dos Santos e W. M. Ferreira

**EDITORES**

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salette Linhares Queiroz (IQSC-USP)

**CONSELHO EDITORIAL**

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)

Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)

Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)

Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)

Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)

Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)

Eduardo Motta Alves Peixoto (IQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)

Julio Cezar Foschini Lisboa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)

Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Otávio Aloisio Maldaner (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)

Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)

Roseli Pacheco Schnetzler (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

**ASSISTENTE EDITORIAL**

Giseli de Oliveira Cardoso

*Química Nova na Escola* é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Química que tem como local de publicação a sede da sociedade localizada no

Instituto de Química da USP -

Bloco 3 Superior, São Paulo - SP, Fone (11) 3032-2299,

Endereço-e: [sbqsp@iq.usp.br](mailto:sbqsp@iq.usp.br)Indexada no *Chemical Abstracts*, *DOAJ*, *Latindex* e *EDUBASE*

Correspondência deve ser enviada para:

*Química Nova na Escola*

Caixa Postal 26037

05513-970 São Paulo - SP

Fax (11) 3814-3602

Endereço-e: [qnesc@sbq.org.br](mailto:qnesc@sbq.org.br)

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 748

05508-900, São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299

*Química Nova na Escola* na internet:<http://qnesc.sbq.org.br>**Copyright © 2017 Sociedade Brasileira de Química**

Para publicação, requer-se que os manuscritos submetidos a esta revista não tenham sido publicados anteriormente e não sejam submetidos ou publicados simultaneamente em outro periódico. Ao submeter o manuscrito, os autores concordam que o *copyright* de seu artigo seja transferido à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), se e quando o artigo for aceito para publicação.

O *copyright* abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfílmicas ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

Embora todo esforço seja feito pela SBQ, Editores e Conselho Editorial para garantir que nenhum dado, opinião ou afirmativa errada ou enganosa apareçam nesta revista, deixa-se claro que o conteúdo dos artigos e propagandas aqui publicados são de responsabilidade, única e exclusivamente, dos respectivos autores e anunciantes envolvidos. Consequentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas consequências de quaisquer tais dados, opiniões ou afirmativas erradas ou enganosas.

**diagramação/capa**

Hermano Serviços de Editoração

# Sumário/Contents

**Química e Sociedade / Chemistry and Society**

## 312 Quitosana: da Química Básica à Bioengenharia

*Chitosan: from basic chemistry to bioengineering*

L. O. Felipe, L. A. Rabello, E. N. O. Júnior e I. J. B. Santos

**Espaço Aberto / Issues/Trends**

## 321 Contribuições da sociologia de Bourdieu para repensar a educação e o ensino de ciências

*Contributions from Bourdieu's sociology to rethink Education and Science education*

L. Massi

**Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom**329 Temática *Chás*: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos*Thematic Teas: A contribution to teaching the Nomenclature of the Organic Compounds*

F. E. F. da Silva, V. G. P. Ribeiro, N. V. Gramosa e S. E. Mazzetto

339 Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa  
*The Common Sense of Chemical Knowledge Development: Use of Didactic devices Pedagogical Mediation in Educational Practice*

F. J. Mininel, R. C. G. F. Di Nardo, L. A. A. De Oliveira e M. E. B. Amoni

347 O Ensino de Química para alunos surdos: o conceito de misturas no Ensino de Ciências<sup>1</sup>*Teaching chemistry for deaf students: the concept of mixtures in science classes*

N. C. S. Mendonça, A. P. de Oliveira e A. M. C. Benite

**Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus**

## 356 O professor formador em foco: identidade e concepções do fazer docente

*The teacher trainer in focus: identity and conceptions of the teaching practice*

S. P. Heidelmann, G. S. A. Pinho e M. C. P. Lima

## 368 Considerações de professores em relação à implantação da Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo

*Teachers' considerations on the chemistry curriculum of São Paulo State*

S. M. X. Mininel, F. J. Mininel, R. C. G. F. Di Nardo e L. A. A. de Oliveira

**Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments**373 Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio  
*Methodological adaptation of Advanced Oxidation Process (AOPs) in degradation of dyes for experiments in high school*

A. F. Pitanga, B. L. S. dos R. Santos, L. B. da Rocha, L. D. dos Santos e W. M. Ferreira

## Profissão: Professor

O que é preciso para ser um professor? A julgar pela imagem, amplamente divulgada pela mídia, do rosto ensanguentado da Profa. Marcia Friggi, agredida por um aluno em sua escola em Santa Catarina, talvez seja necessário algum treinamento em defesa pessoal. Mas, talvez as exigências não sejam muitas. Um jornal distribuído na região de Campinas, São Paulo, por um dos maiores grupos de comunicação do país, exibiu em manchete, nestes tempos de desemprego em alta: “Professores e garçons estão entre os bicos mais buscados”. Não se pode dizer que se trata de uma opinião isolada. Uma das maiores empresas do ramo de universidades do país contratou um animador de auditório, conhecido por seu avantajado apêndice nasal e por promover a reforma de carros usados, para proclamar em sua propaganda: “Torne-se professor e aumente sua renda”. O anúncio acrescentava: “Curso 100% online. Não precisa de vestibular!” Em outro episódio, um partido político estampou em seu site oficial uma iniciativa realmente inovadora: “Sob o comando do prefeito Duarte Nogueira (PSDB), o município de Ribeirão Preto (SP) lançou um projeto que cria um sistema de trabalho cuja ideia é pagar por aulas avulsas a docentes, sem ligação com o município, sempre que faltarem profissionais na rede municipal de ensino. Apelidado de ‘Uber da Educação’ ou ‘Professor Delivery’, a proposta busca resolver o problema da falta de docentes nas escolas. (...) De acordo com o projeto, o professor não teria vínculo empregatício com a prefeitura e o acionamento se daria por aplicativos, mensagens de celular ou redes sociais. Após receber a chamada, o professor teria 30 minutos para responder se aceita a tarefa e uma hora para chegar à escola. Caso contrário, outro seria acionado no seu lugar.”<sup>1</sup> Chama a atenção que a Secretária da Educação do município, responsável pela proposta, é uma ex-reitora da Universidade de São Paulo, Suely Vilela. O “Uber da Educação”, porém, foi rejeitado pelo Conselho de Educação de Ribeirão Preto.

A cada vez que nos deparamos com situações como essas, reveladoras da desvalorização do trabalho docente pela sociedade, nos perguntamos: como incentivar os jovens a se tornarem professores? Que atrativo ainda pode haver na profissão? Em termos objetivos, há pouco a dizer. Aparentemente, só nos resta contar com o desejo de muitos jovens de mudar o mundo – ou talvez fosse melhor dizer, de mudar o mundo mudando as pessoas por meio da Educação. Entretanto, contar apenas com o idealismo não basta. Nestes tempos de tantos ataques a direitos e conquistas que deveriam caracterizar uma sociedade civilizada, temos que nos unir e nos organizar. A voz dos verdadeiros educadores precisa ser ouvida, para que a sociedade não continue a ser enganada pelos falsos diagnósticos e falsas “soluções” apresentadas por pseudoespecialistas em educação.

Para os verdadeiros educadores em Química, para aqueles

que perseveraram na profissão docente, este número de *Química Nova na Escola* traz contribuições da pesquisa e da vivência em salas de aula vindas de várias partes do Brasil. São trabalhos que exemplificam a riqueza e a variedade de saberes necessários à profissão docente, demonstrando como esta é muito diferente de um “bico”.

O artigo intitulado “Contribuições da sociologia de Bourdieu para repensar a educação e o ensino de ciências” promove importantes reflexões sobre o papel da escola na sociedade, auxiliando o professor a compreender melhor as dificuldades dos alunos e a aperfeiçoar suas estratégias didáticas e avaliações.

A formação de professores de química é abordada, na forma de um estudo de caso, no artigo “O professor formador em foco: identidade e concepções do fazer docente”. Nele são discutidas diferentes dimensões da influência dos docentes do ensino superior sobre a formação dos futuros professores da educação básica. Outra perspectiva da formação de professores – a formação continuada em serviço – é oferecida pelo artigo “Considerações de professores em relação à implantação da Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo”.

Diferentes dimensões do ensino de conceitos químicos também estão presentes nesta edição. A abordagem proposta pelos autores do artigo “Do senso comum à elaboração do conhecimento químico” sugere que a utilização de diferentes dispositivos didáticos, favorecendo as interações entre os alunos, e destes com o(a) professor(a), contribui para a aprendizagem significativa de conceitos científicos. Algumas das dificuldades relacionadas à educação inclusiva, especificamente referentes ao ensino de alunos com deficiência auditiva, e sugestões para superá-las, são apresentadas em “O ensino de química para alunos surdos: o conceito de misturas no ensino de ciências”. Uma proposta para a contextualização do ensino de química orgânica é focalizada no artigo “Temática chás: uma contribuição para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos”. A contextualização também está presente no artigo “Adaptação metodológica de processos oxidativos avançados (POA’s) na degradação de corantes para aulas de Ensino Médio”, no qual os autores apresentam experimentos com materiais acessíveis e de baixo custo. Finalmente, o artigo “Quitosana: da química básica à bioengenharia” apresenta uma interessante temática que relaciona reaproveitamento de resíduos, engenharia de tecidos e diferentes aplicações de biopolímeros com conceitos básicos de química.

Que a leitura deste número de *Química Nova na Escola* seja proveitosa a todos!

Paulo Alves Porto  
Salette Linhares Queiroz  
Editores de QNEsc

<sup>1</sup><http://tucano.org.br/bancada/prefeitura-tucana-em-ribeirao-preto-cria-uber-da-educacao>

## Quitosana: da Química Básica à Bioengenharia

**Lorena O. Felipe, Lucas A. Rabello, Ênio N. O. Júnior e Igor José B. Santos**

A quitosana é um copolímero de origem natural derivado do processo de desacetilação da quitina. As características apresentadas pela quitosana permitem uma ampla versatilidade de aplicação em áreas distintas, do tratamento de efluentes a utilizações mais sofisticadas, como na medicina regenerativa. Dessa forma, este trabalho aborda o conceito de copolímero natural, as principais formas de obtenção da quitosana, as características e propriedades da quitosana, as multifuncionalidades desse biomaterial e seu elevado potencial tecnológico em diferentes áreas, principalmente na engenharia de tecidos. Por fim, a partir da contextualização desta temática, será possível ao aluno vislumbrar a multidisciplinaridade da área de biotecnologia, na qual a engenharia de tecidos está inserida e desenvolver no mesmo a importância do reaproveitamento de resíduos no contexto da sustentabilidade ambiental.

► copolímero natural, quitina, biotecnologia, engenharia de tecidos, reaproveitamento de resíduos ◀

Recebido em 03/06/2016, aceito em 10/03/2017

312

**N**a década de 1980, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável. A partir disso, a conscientização das atividades industriais associada à preservação ambiental passou a ser fortemente considerada (Veiga, 2008). Desde então, várias legislações passaram a ser institucionalizadas por diferentes órgãos ambientais para a mitigação e remediação dos impactos ambientais (Elliot, 2012; CONAMA, 1986).

Dessa forma, além do fator ambiental, o aspecto econômico também passou a ser fortemente levado em consideração nas estratégias de aproveitamento de resíduos e, atualmente, inúmeros processos são empregados com o intuito de agregar valor a diferentes rejeitos industriais. Isso é possível, pois alguns desses rejeitos podem ser considerados matérias-primas potenciais de ingredientes tanto na indústria de alimentos quanto na de ração para animais (Mirabella *et al.*, 2014; Jayathilakan *et al.*, 2012).

A atividade pesqueira, a qual engloba tanto a captura quanto aquicultura, está entre as práticas industriais que produzem um grande volume de resíduos de significativo potencial poluidor, sendo amplamente praticadas no Brasil e ao redor do mundo (Olsen *et al.*, 2014; Arvanitoyannis e

Kassaveti, 2008; Sofia, 2014). Para se ter uma ideia, de acordo com estatísticas disponibilizadas pela FAOSTAT, referente ao ano de 2013, a produção da atividade de pesca, tanto ao nível mundial quanto ao nível brasileiro foi cerca de 191 milhões de toneladas e 1,24 milhões de toneladas, respectivamente (FAO *Fisheries and Aquaculture Department*).

Dentre os principais produtos de comercialização da pesca, estão os crustáceos, com expressiva produção a nível mundial e nacional (Tabela 2) (FAO *Fisheries and Aquaculture Department*). Esses últimos, quando industrializados (não comercializado *in natura*) podem gerar um volume de resíduos correspondente a 70% do seu peso fresco, como é o caso do camarão. Nesse caso, entre os componentes residuais estão o cefalotórax (cabeça) e o exoesqueleto (casca) (Holanda, 2004). Assim, se levado em conta a produção de camarão como expresso na Tabela 1, é possível estimar que o volume de resíduos produzidos a partir do beneficiamento do mesmo no ano de 2013, tanto a nível mundial quanto nacional, foi próximo de 5.511.797 e 71.584 toneladas, respectivamente.

Portanto, entre as estratégias empregadas para a agregação de valor e mitigação do impacto ambiental dos resíduos provenientes do beneficiamento desse tipo de produto, está a recuperação de seus elementos principais: proteínas, astaxantina (carotenoide de poder colorante) e quitina (Cahú *et al.* 2012; Vázquez *et al.*, 2013).

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

Tabela 1: Produção mundial e brasileira de crustáceos referente ao ano de 2013.

Crustáceo Espécie	Produção <sup>1</sup>	
	Mundial (t)	Brasileira (t)
Camarão	7.873.996	102.263
Lagosta	290.267	6.726
Caranguejo	1.896.872	10.916
Outros	3.168.336	6.329
<b>Total</b>	<b>13.229.472</b>	<b>126.234</b>

<sup>1</sup>FAO (*Fisheries and Aquaculture Department*). Dados referentes ao ano de 2013.

Em se tratando especialmente da quitina, a recuperação dos descartes de crustáceos mostra-se bastante favorável, já que a concentração deste biopolímero é de aproximadamente 5-7% em camarões e de 15-20% em caranguejos (Bessa-Júnior e Gonçalves, 2013).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão, a produção brasileira de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* cresceu entre os anos 1998 a 2005, passando de 7 mil para 65 mil toneladas por ano. Esta elevada produção de camarões tem gerado grandes quantidades de resíduos sólidos, uma vez que a cabeça e a casca do crustáceo correspondem a aproximadamente 40% do seu peso total e não podem ser usados na fabricação de ração animal, devido à elevada quantidade de fibras, gerando muitos problemas ambientais quando descartados (ABCC, 2014). O impacto ambiental é decorrente do excesso de macronutrientes (*e.g.* nitrogênio e fósforo) que gera alteração na teia alimentar, eutrofização, baixo nível de oxigênio, redução da biodiversidade etc (Bonini, 2006). Considerando a produção de camarão do ano de 2005, que foi de 65 mil toneladas e que 40% do seu peso total seja convertido em resíduos, gerou-se naquele ano um total de 26 mil toneladas de resíduos da indústria de camarão, que atualmente não é aproveitado e poderia ser utilizado para a produção de quitina e quitosana.

Portanto, além de se mostrar como uma tática de gerenciamento ambiental, tanto a obtenção de quitina quanto do seu precursor quitosana, apresentam como vantagens a sua ampla disponibilidade e a sua viabilidade econômica, sendo uma fonte renovável e de baixo custo (Hudson e Smith, 2013). Dessa maneira, este trabalho visa desenvolver uma visão contextualizada, cidadã e sustentável da obtenção e caracterização da quitosana como um copolímero natural com potencial de aplicação em diferentes áreas, principalmente no setor emergente de engenharia de tecidos, fornecendo ao professor uma metodologia de aplicação deste tema em sala de aula.

### Quitina e Quitosana: Copolímeros Naturais

Atualmente, os polímeros sintéticos são notadamente identificados como um dos pilares contemporâneos do estilo de vida moderna, estando cotidianamente presentes em inúmeros produtos de ampla comercialização (automóveis,

vestuários, embalagens *etc.*). Tal fato foi possibilitado pelos estudos desenvolvidos por Hermann Staudinger – Prêmio Nobel no ano de 1953 - acerca da química dessas moléculas (Ringsdorf, 2013; Shampoo *et al.*, 2013). Mas afinal, o que são polímeros?

Os polímeros são definidos como macromoléculas (de cadeia longa e/ou de alta massa molecular) (IUPAC *Gold Book*). Estruturalmente são constituídos por unidades menores, os chamados monômeros. Assim, a macromolécula é formada, sob condições determinadas, pela reação entre os monômeros a partir de uma reação denominada de polimerização. Dependendo da extensão da reação, o número de unidades repetidas agrupadas pode variar, definindo-se assim, o grau de polimerização (GP) da molécula (Rodríguez *et al.*, 2014). Ainda, de acordo com a composição da cadeia, os polímeros podem ser divididos em dois grandes grupos: os homopolímeros (constituído por um único tipo de monômero) e os copolímeros (constituído por diferentes tipos de monômeros) (IUPAC *Gold Book*).

Contudo, a despeito da contemporaneidade dos polímeros sintéticos, os polímeros naturais (biopolímeros) são considerados a base da vida. Dentre as classes principais dessas macromoléculas naturais, estão: (i) as proteínas (constituídas a partir de monômeros de aminoácidos), (ii) os ácidos nucleicos (formados a partir de monômeros de nucleotídeos) e (iii) os polissacarídeos (estruturados a partir de monômeros de açúcares) (*Biological Macromolecules*). No que diz respeito aos polissacarídeos, os mesmos podem assumir função energética (amido, glicogênio) e estrutural (celulose, quitina) (Dumitriu, 2004).

É inquestionável a importância das moléculas estruturais na manutenção das diferentes formas de vida, sendo abundantes e largamente distribuídas na natureza, com destaque para a celulose (de maior ocorrência natural), seguida da quitina (Dumitriu, 2004).

Dessa maneira, enquanto a celulose é definida como um homopolímero (constituída unicamente por meros de glicose), a quitina é reconhecidamente um copolímero (constituída majoritariamente por meros de *N*-acetil-*D*-glicosamina e resíduos de *D*-glicosamina). No caso da quitina, a mesma é precursora de outro importante copolímero: a quitosana. Essa última, constituída principalmente de meros de *D*-glicosamina e resíduos de *N*-acetil-*D*-glicosamina (Figura 1). Apesar da composição variável, uma característica comum é compartilhada pelos três biopolímeros anteriormente citados: os meros constituintes da cadeia polimérica são unidos por ligações glicosídicas  $\beta$  (1→4) (Figura 2) (Thomas *et al.*, 2012).

### Quitina e Quitosana: Método de Obtenção

A quitina como polissacarídeo apresenta função estrutural e protetora, podendo ser identificada em diferentes organismos (Tabela 2). Dentre as fontes em que pode ser encontrada, destaca-se o exoesqueleto de crustáceos (Rinaudo, 2006).

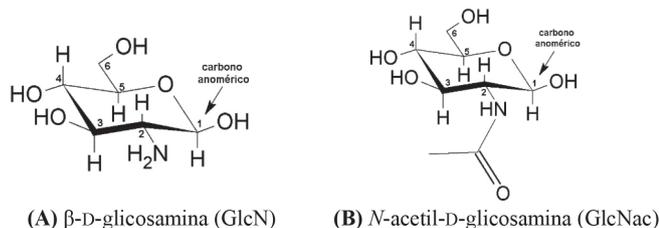


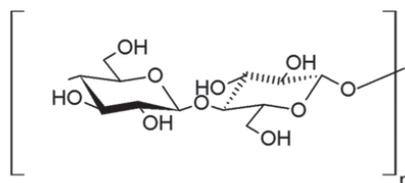
Figura 1: Representação esquemática da estrutura da (A)  $\beta$ -D-glicosamina (GlcN) e (B) *N*-acetil-D-glicosamina (GlcNAc): ambos, monômeros estruturais da quitosana.

No que diz respeito às características, tanto a quitina quanto a quitosana são insolúveis em água. Contudo, enquanto a quitina é insolúvel na maior parte dos solventes (exceto para o sistema-solvente *N,N*-dimetilacetamida/LiCl), a quitosana apresenta solubilidade em soluções diluídas de ácidos orgânicos (acético, fórmico, cítrico) e inorgânicos (ácido clorídrico, por exemplo). A massa molecular média e o grau médio de acetilação (GA) - dado pelo teor de *N*-acetil-D-glicosamina - distingue ambos os biopolímeros (Tabela 3) (Pillai *et al.*, 2009).

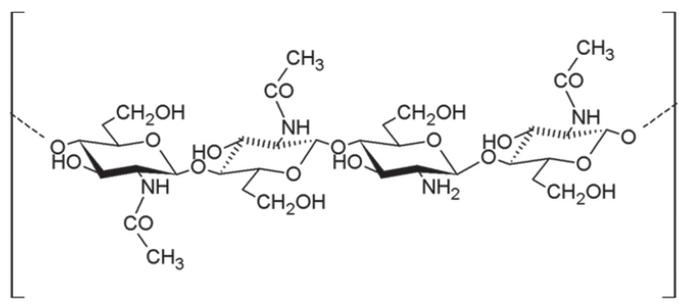
Tabela 2: Fontes naturais do copolímero quitina. Adaptado de: Rinaudo (2006).

Seres marinhos	Insetos	Fontes diversas
Anelídeos	Escorpião	Algas verdes
Celenterados	Formigas	Leveduras (tipo $\beta$ )
Crustáceos	Besouro	Fungos (parede celular)
Moluscos	Aranha	Algas castanhas
	Barata	Micélio de <i>Penicillium</i>

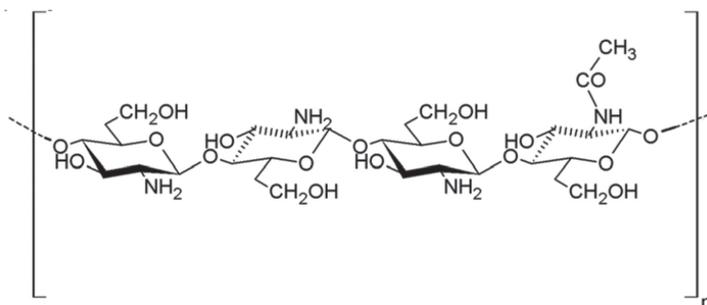
Observa-se, portanto, que a partir da desacetilação da quitina purificada (Figura 3) é obtida a quitosana. A desacetilação pode ser feita por dois mecanismos diferentes: (i) ação enzimática (quitinases) e pela (ii) hidrólise alcalina (Figura 4), sendo este último extensamente utilizado. Para tal, várias metodologias são propostas para a desacetilação alcalina (Muzzarelli, 2013). Todavia, o método consiste basicamente na imersão de quitina pré-purificada em NaOH/KOH concentrado, sob agitação e aquecimento a alta temperatura, intercalados com ciclo de filtração,



(A) **Celulose:** homopolímero constituído unicamente de meros de glicose. Forma molecular  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . CAS<sup>1</sup>: 9004-34-6.



(B) **Quitina:** copolímero constituído majoritariamente por meros de *N*-acetil-D-glicosamina e resíduos de  $\beta$ -D-glicosamina. Forma molecular  $(C_8H_{13}NO_5)_n$ . CAS: 1398-61-4.



(C) **Quitosana:** copolímero constituído majoritariamente por meros de  $\beta$ -D-glicosamina e resíduos de *N*-acetil-D-glicosamina. Forma molecular  $(C_6H_{11}NO_4)_n$ . CAS: 9012-76-4.

Figura 2: Representação esquemática da estrutura de três biopolímeros: (A) celulose, (B) quitina e (C) quitosana, sendo .<sup>1</sup> CAS (*Chemical Abstracts Service*): Número com registro único (*CAS Registry Number*) atribuído a cada composto químico descrito na literatura. Tais registros são constantemente atualizados e armazenados no banco de dados do *CAS Registry* e administrado pelo *Chemical American Society* (*CAS REGISTRY: Chemical substances*).

Tabela 3: Quitina e quitosana - comparação entre a massa molecular média e o grau médio de acetilação (GA). Adaptado de: Pillai *et al.* (2009)

Copolímero	Massa molecular média (Daltons)	GA
Quitina	> 1.000.000	90% <sup>1</sup>
Quitosana	10.000 - 1.000.000	< 40% <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Conteúdo de nitrogênio: ≈ 7%. <sup>2</sup>Unidades desacetiladas: ≈ 60%

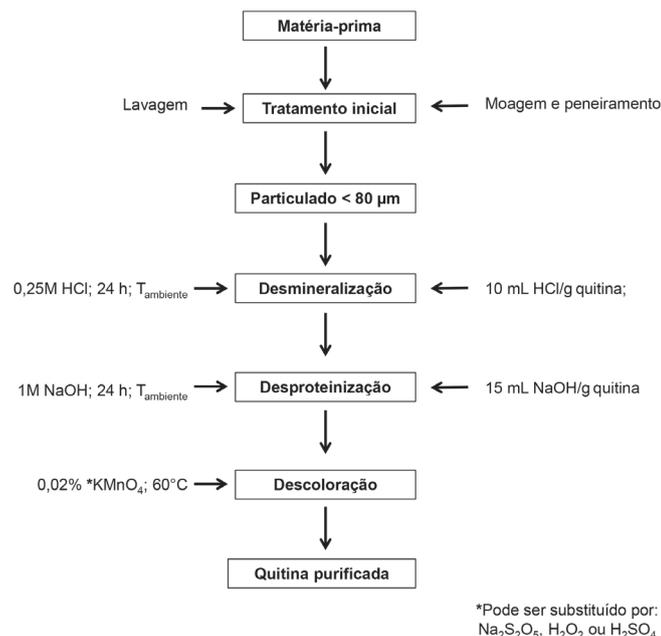


Figura 3: Método de obtenção da quitina purificada. Adaptado de: Muzzarelli (2013) e Percot *et al.* (2003)

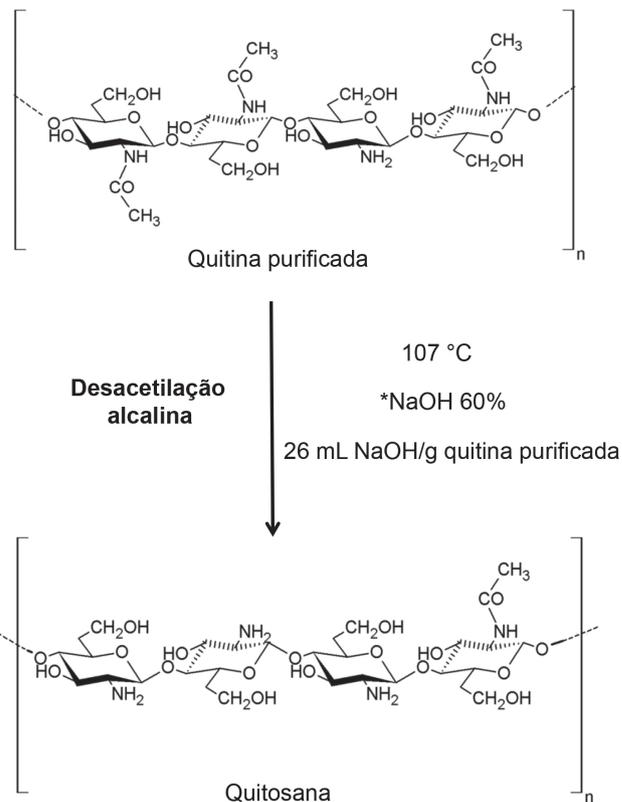
resfriamento e secagem/liofilização (Campana-Filho *et al.*; 2007).

Dessa forma, de acordo com o método empregado pode-se obter quitosanas com diferentes GA e, conseqüentemente, diferentes propriedades físico-químicas (viscosidade, pKa, massa molecular média, solubilidade, densidade e tamanhos de partículas), ocasionando uma enorme versatilidade no uso da quitosana (Younes e Rinaudo, 2015).

### Quitosana: Propriedades e Ampla Versatilidade de Aplicação

A quitosana apresenta um conjunto de propriedades específicas (Tabela 4) que a tornam uma molécula única.

Além disso, esse mesmo polímero também é classificado como um polieletrólito. Por definição, polieletrólitos são macromoléculas que apresentam grupos ionizáveis na extensão de toda a sua cadeia. Tais grupos ionizáveis, dependendo da funcionalidade, podem ser classificados como aniônicos ou catiônicos. Neste caso, os agrupamentos aminos, presentes na cadeia polimérica da quitosana, apresentam reatividade e, em pH menor que 6,5 (meios ácidos) são capazes de se ligar a íons hidrogênios, apresentando uma carga global positiva (Ng *et al.*, 2016). Dessa forma, a quitosana é tida



\*Pode ser substituído por: KOH

Figura 4: Processo de obtenção da quitosana a partir da quitina purificada por desacetilação alcalina. Adaptado de: Chang *et al.* (1997)

Tabela 4: Propriedades específicas da quitosana que a torna uma molécula única. Adaptado de: Pokhrel *et al.* (2015)

Propriedade	Interpretação
Atóxica	Aquilo que não é venenoso, tóxico ou nocivo.
Bioativa	Capacidade de um material em fazer parte de reações biológicas específicas.
Biocompatível	Material que apresenta compatibilidade biológica, <i>i.e.</i> , sem efeitos indesejáveis no local em que foi implantado.

como um polieletrólito catiônico, e, em decorrência desse fato, além das propriedades mostradas (vide Tabela 4), a quitosana também revela outras funcionalidades: capacidade de adsorção e habilidade quelante.

Haja vista essas características, a quitosana revela uma enorme versatilidade de aplicação (Tabela 5) em áreas completamente distintas, que incluem desde o tratamento de efluentes às utilizações mais sofisticadas, como na medicina regenerativa focada na engenharia de tecidos (Khor, 2014).

### Quitosana e sua Relevante Aplicabilidade na Engenharia de Tecidos

A técnica conhecida como Engenharia de Tecidos é aquela que busca a recuperação de tecidos e órgãos lesionados,

Tabela 5: Inúmeras aplicabilidades da quitosana em diferentes áreas.

Área	Aplicabilidade	Referência
Agricultura	Recobrimento de sementes (biocida)	Alcântara (2011)
Biorremediação	Adsorção de metais pesados e corantes	Aquino (2015)
Engenharia de Tecidos	<i>Scaffolds</i> (arcabouço, estrutura, matriz tridimensional, suporte).	Fiamingo (2016)
Farmacêutica	Analgesia, aceleração da cicatrização, promotor de regeneração óssea (osteogênese), tratamento da artrite, sistema de liberação de fármacos.	de Souza (2016)
Indústria de alimentos	Aditivo orgânico, embalagens ativas.	de Souza (2015)
Odontologia	Antimicrobiano, anti-inflamatório, inibição de biofilmes.	Tavaria <i>et al.</i> (2013)
Tratamento de efluentes	Agente floculante	Nakano (2016)

que, por algum motivo, não podem se regenerar naturalmente (Barbanti *et al.*, 2005). Os produtos artificiais obtidos por tal processo são denominados TEPs (*Tissue-Engineered Products*) e são utilizados para recuperar totalmente (reconstrução) ou parcialmente (terapia) diferentes estruturas anatômicas do corpo humano (Assis *et al.*, 2007). Dessa forma, podem tornar tangível o tratamento de queimaduras, doenças cardíacas, lesões na medula espinhal, diabetes, câncer no fígado, cirrose, entre outras diferentes aplicabilidades (Berthiaume *et al.*, 2011).

A metodologia empregada para a produção dos TEPs basicamente faz uso de células do próprio paciente - extraídas do tecido doador - cultivadas e tratadas em laboratório (*in vitro*), com posterior reimplantação no local da lesão (Figura 5) (Barbanti *et al.*, 2005).

Contudo, na maioria dos casos, durante o cultivo das células a nível laboratorial, as mesmas devem ser associadas a matrizes tridimensionais denominadas *scaffolds*. Tais matrizes são estruturas físicas, de diferentes composições, que possuem a função de mimetizar o ambiente extracelular no qual as células se encontram no organismo (Ravi *et al.*, 2014). Ainda, com o intuito de possibilitar o cultivo dos mais diferentes tipos celulares, diversos métodos e materiais são propostos para a construção desses *scaffolds*.

Os materiais empregados nos *scaffolds* devem satisfazer uma série de exigências. Além de serem atóxicos, biocompatíveis e biofuncionais, ainda devem possuir propriedades mecânicas adequadas, facilidade no processo de esterilização e garantir que, ao longo do tempo, não irão provocar qualquer distúrbio no organismo do paciente (Jozala *et al.*, 2011).

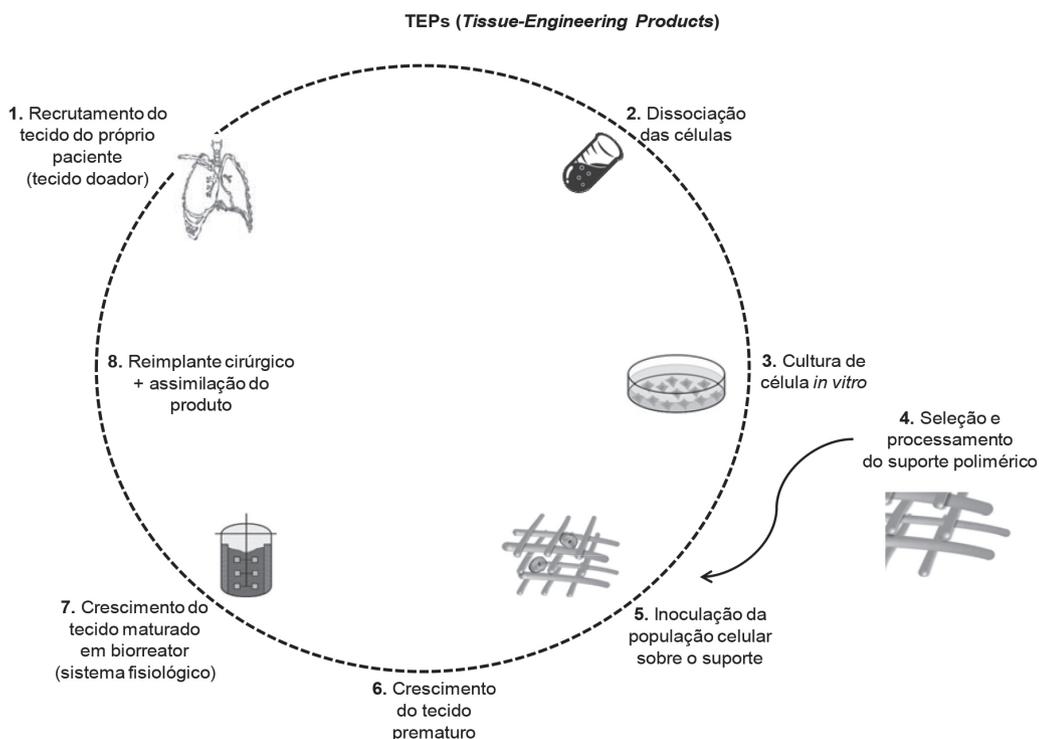


Figura 5: Esquema exemplificando a técnica básica da Engenharia de Tecidos. Adaptado de: Barbanti *et al.*, (2005). FONTE DAS IMAGENS: *Wikimedia Commons* e *Clip-art*.

Portanto, considerado estas exigências, o leque de materiais adequados à regeneração tecidual se torna bastante limitado. Dentre os materiais disponíveis, a quitosana toma posição de destaque (Laranjera e Fávere, 2009). Isso porque, além das propriedades já citadas, algumas outras particularidades tornam esse polissacarídeo extremamente atraente para a produção artificial de tecidos (Tabela 6) (Hélio *et al.*, 2006).

No que diz respeito às particularidades relacionadas na Tabela 6, grande parte delas está atrelada ao fato da quitosana ser considerada um polieletrólito catiônico (NG *et al.*, 2016). Como exemplo, em pH 7 (valor de pH na maioria dos fluidos teciduais) a quitosana adquire carga global positiva, o que acarreta na aglomeração de alguns elementos figurados do sangue que apresentam-se negativamente carregados através da atração eletrostática entre eles. Tal fenômeno ocasiona o acúmulo destes componentes ao longo da extensão de toda a cadeia polimérica (Okamoto *et al.*, 2003). A importância desse fato está no maior estímulo dado ao processo de coagulação sanguínea no local de aplicação do polímero, aumentando, assim, a taxa de sucesso do implante no organismo do paciente.

Por outro lado, apesar da ampla versatilidade apresentada pela quitosana à engenharia de tecidos, em alguns casos, *scaffolds* estruturados unicamente com esse polímero não se apresentam satisfatórios. Considerado esse motivo, inúmeros estudos na literatura científica relatam a associação da quitosana com outros biopolímeros. Entre os relatos mais comuns, são citados a combinação da quitosana com o ácido hialurônico, celulose, colágeno, gelatina e os poli(-hidróxi ácidos) (Kakkar *et al.*, 2014; Han *et al.*, 2014; Barbanti *et al.*, 2005). Nesse caso, a estruturação de *scaffolds* estáveis é novamente reforçada pela reatividade dos grupos aminos na cadeia da quitosana, os quais permitem o

estabelecimento de ligações de hidrogênio com os demais biomateriais (Ramasamy e Shanmugam, 2014).

A demanda por essas novas combinações está alinhada com a constante necessidade de se obter novas propriedades físicas (elasticidade, resistência, morfologia) e químicas (composição, grupos funcionais, ligações químicas) ideais para diferentes *scaffolds*. Por fim, levando-se em conta essas novas possibilidades, é possível inferir a vasta e importante abrangência de aplicação da quitosana na engenharia de tecidos.

### Aplicação do Tema no Ensino de Química

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013), o conhecimento escolar deve apresentar significado através da contextualização. Adicionalmente, a interdisciplinaridade também deve ser levada em conta, evitando a compartimentalização do ensino. Para tal, métodos de aprendizados ativos e interativos devem ser adotados, principalmente no que diz respeito ao ensino das Ciências da Natureza.

Portanto, considerado esses aspectos, uma sugestão é que o professor de Química poderá utilizar do conteúdo aqui abordado como temática geradora de conhecimento contextualizado na área da Química Orgânica, focada nos polímeros naturais. Ainda será possível ao docente explorar outras propriedades da quitosana, como a capacidade de formar filmes transparentes biodegradáveis, que podem ser utilizados como adesivos dérmicos, pele artificial e como revestimentos de frutos. Os filmes de quitosana podem ser obtidos adicionando uma solução de quitosana 1%(m/v) em solução de ácido acético 1%(v/v) em placas de Petri de poliestireno. Essas placas ficariam abertas até secagem total

Tabela 6: Particularidades atribuídas a quitosana que a tornam atraente na produção artificial de tecidos.

Característica	Descrição	Referência
Acelera o processo de cicatrização	Promove o estímulo de células fundamentais para a regeneração de tecidos lesionados, como macrófagos e fibroblastos.	Hélio <i>et al.</i> , 2006
Atividade antimicrobiana	Inibe a proliferação de determinados micro-organismos.	de Oliveira Júnior (2016)
Biodegradável	Capacidade apresentada por um polímero de sofrer dispersão <i>in vivo</i> em função da degradação macromolecular.	Barbanti <i>et al.</i> , (2005)
Bioreabsorvível	Sua cadeia macromolecular é passível de clivagem <sup>1</sup> e os oligômeros produzidos são reabsorvidos <i>in vivo</i> .	Barbanti <i>et al.</i> , (2005)
Efeito coagulante	Estimula a agregação de plaquetas/eritrócitos, os quais são tidos como componentes sanguíneos essenciais no processo de coagulação.	Okamoto <i>et al.</i> , 2003
Versatilidade no modo de veiculação	Pode ser manipulada em diferentes formas: filmes, géis, membrana e microesferas, permitindo assim ser aplicada em diversas situações.	Laranjera, Fávere, 2009

<sup>1</sup> Pela ação das enzimas N-acetilglicosaminidase.

da solução e formação do filme que pode ser removido facilmente da superfície da placa. O revestimento de quitosana em frutos, também seria uma outra opção de experimento para avaliar a capacidade da quitosana em aumentar o tempo de prateleira de frutos comparados a frutos não tratados.

Além disso, esse artigo permite ao aluno entrar em contato com uma das áreas em grande desenvolvimento, a biotecnologia, na qual a engenharia de tecidos está inserida. Tal área, considerada como multidisciplinar, é definida pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) como “A integração das ciências naturais e das ciências da engenharia, a fim de conseguir a aplicação de organismos, células, suas partes e análogos moleculares para produtos e serviços” (IUPAC *Gold Book*). A Figura 6 mostra com maior clareza a integração das ciências citadas na definição acima.

Finalmente, a temática aqui trabalhada também permite desenvolver no aluno a importância do reaproveitamento de resíduos no contexto da sustentabilidade ambiental.

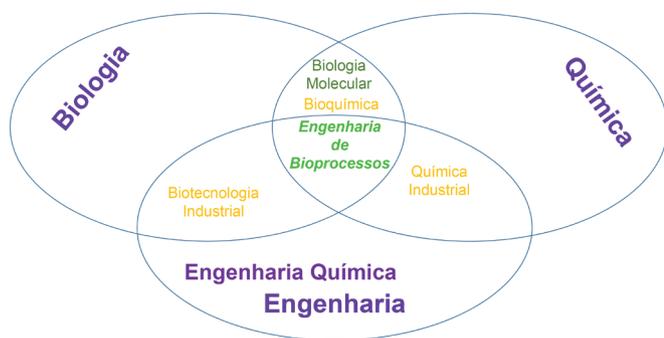


Figura 6: Multidisciplinaridade da biotecnologia. Adaptado de: Schmidell *et al.*, (2001).

### Considerações Finais

Considerada a temática abordada nesse artigo foi possível demonstrar a importância de um dos biopolímeros estruturais de abundante ocorrência natural (quitina) como precursor para a produção de outro biopolímero, a quitosana. Essa última, uma macromolécula de propriedades únicas, as quais por sua vez, permitem uma extensa versatilidade de aplicação em diferentes áreas de estudo. Dentre essas áreas, está a engenharia de tecidos, de fundamental importância para a medicina regenerativa, a qual engloba metodologias para a reconstrução de novos tecidos e órgãos. Portanto, foi possível vislumbrar o potencial de exploração da quitosana e sua importância no desenvolvimento da pesquisa científica e na contextualização de um ensino interdisciplinar, capacitando o aluno a compreender e aplicar o conhecimento científico na presunção de melhoria da vida humana.

### Glossário

**Bioengenharia:** aplicação do conhecimento da engenharia aos sistemas biológicos a fim de desenvolver novas tecnologias que proporcionem melhorias a esses sistemas.

**Biomaterial:** é uma substância ou uma mistura de

substâncias, natural ou artificial, que atua nos sistemas biológicos (tecidos, órgãos) parcial ou totalmente, com o objetivo de substituir, aumentar ou tratar. A quitosana pode ser classificada como um biomaterial, tendo em vista que existem na literatura inúmeras sugestões de aplicações de quitosana como pele artificial, lentes de contato e adesivos para liberação de drogas.

**Copolímeros:** são polímeros formados por mais de um tipo de monômero. A quitina e quitosana são exemplos de copolímeros, pois ambos são formados por dois tipos de monômeros, que são  $\beta$ -D-glicosamina (GlcN) e *N*-acetil-D-glicosamina (GlcNAc).

**Engenharia de tecidos:** é um ramo da Engenharia Biomédica que utiliza conhecimentos de biologia, química e física para desenvolver tecidos artificiais. Pode ser aplicada à produção de pele artificial, cartilagens e tecidos ósseos. Existem inúmeros artigos na literatura que sugerem o uso de quitosana para produção de pele artificial.

**Medicina regenerativa:** é o processo de substituir ou regenerar células, tecidos ou órgãos humanos para restaurar as funções normais.

**Monômeros:** sob condições adequadas, são capazes de se ligarem como unidades repetitivas ou meros, originando as cadeias poliméricas (moléculas maiores).

**Polieletrólito:** são polímeros com grupos ionizáveis ao longo da cadeia, classificados em aniônicos e catiônicos de acordo com seu grupo funcional. Os grupos amino na quitosana permitem que a mesma atue como um polieletrólito catiônico em pH menor que 6,5.

**Polimerização:** reação química que provoca a combinação de um grande número de moléculas do(s) monômero(s) para formar uma macromolécula.

**Polímeros:** são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (monômeros).

**Polissacarídeos:** ou glicanos, são carboidratos que, por hidrólise, originam uma grande quantidade de monossacarídeos. A quitina e quitosana são exemplos de polissacarídeos que apresentam o grupo amina ou acetil amina ligados a unidades monoméricas de glicose.

**Quitina:** polissacarídeo encontrado no exoesqueleto (casca) de insetos, crustáceos e na parede celular de fungos.

**Quitosana:** polissacarídeo derivado de quitina. O que diferencia a quitina da quitosana é o grau médio de acetilação (GA). O polímero que apresentar grau de acetilação até 40% é considerado quitosana, que é totalmente solúvel em solução de ácido acético 1% (v/v). O polímero com grau de acetilação superior a 40% é considerado quitina, que é insolúvel em solução de ácido acético 1% (v/v).

**Scaffolds ou arcabouços:** estruturas tridimensionais biocompatíveis que estimulam a diferenciação celular, a adesão, a proliferação e a formação tecidual.

Igor José Boggione Santos (igorboggione@ufsj.edu.br), professor adjunto no Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos na Universidade Federal de São João del-Rei. Bacharel e licenciado em Química pela

Universidade Federal de Viçosa, Doutor na área de concentração físico-química no Grupo Química Verde Coloidal e Macromolecular (QUIVECOM) pela Universidade Federal de Viçosa, e pós-doutorado júnior no Laboratório de Operações e Processos (LOP) do DTA na Universidade Federal de Viçosa. Ouro Branco, MG – BR. **Ênio Nazaré de Oliveira Júnior** (eniobio@ufsj.edu.br), é professor adjunto do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei. Graduado em Engenharia Química com Habilitação em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Minas Gerais, mestre em Ciências com

área de concentração em Agrobiotecnologia pela UFLA, especialista em Engenharia Ambiental e doutor em Engenharia Química com ênfase em Bioengenharia pela UNICAMP. Ouro Branco, MG – BR. **Lorena de Oliveira Felipe** (lorenaob@gmail.com), bacharel em Engenharia de Bioprocessos e mestre em Ciências, com área de concentração em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável, pela Universidade Federal de São João del-Rei. Ouro Branco, MG – BR. **Lucas Andrade Rabello** (lucas12rabello@gmail.com) graduando do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei. Ouro Branco, MG – BR.

## Referências

ABCC (Associação Brasileira de Criadores de Camarão) – Natal, 2014, <http://abccam.com.br/site>.

ALCÂNTARA, S. R. C. Utilização de quitosana como biocida na agricultura em substituição aos agrotóxicos. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011.

AQUINO, L. F. Biorremediação de sedimentos de manguezal contaminados com n-hexadecano por consórcio de actinobactérias imobilizado em esferas de quitosana. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International Journal of Food Science & Technology*. v. 43, n° 4, p. 726–745, 2008.

BARBANTI, S. H.; ZAVAGLIA, C. A. C.; DUEK, E. A. R. Polímeros Bioreabsorvíveis na Engenharia de Tecidos. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. v. 15, n° 1, p. 13-21, 2005.

BERTHIAUME, F., MAGUIRE, T. J., YARMUSH, M.L. Tissue engineering and regenerative medicine: history, progress, and challenges. *Annu Rev Chem Biomol Eng*. v. 2, p. 403-430, 2011.

BESSA-JUNIOR, A. P.; GONÇALVES, A. A. Análises econômica e produtiva da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. *Actapesca*. v. 1, n° 1, p. 13-28, 2013. Disponível em: <<http://seer.ufs.br/index.php/actapesca/article/view/1589>>. Acessado em: 28. Jan. 2016.

BIOLOGICAL MACROMOLECULES. Disponível em: <<https://www.boundless.com/biology/textbooks/boundless-biology-textbook/biological-macromolecules-3/>>. Acessado em: 28. Jan. 2016.

BONINI, Roberta Santos. Carcinicultura: problemas de saneamento que podem desestabilizar a atividade: estudo de caso no Rio Grande do Norte. 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

BRASIL (2013). Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192) Acessado em: 14. Nov. 2016.

CAHÚ, T. B.; SANTOS, S. D.; MENDES, A.; CÓRDULA, C. R.; CHAVANTE, S. F.; CARVALHO Jr., L. B.; NADERB, H. B.; BEZERRA, R. S. Recovery of protein, chitin, carotenoids and glycosaminoglycans from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) processing waste. *Process Biochemistry*. v. 47, n° 4, p. 570–577, 2012.

CAMPANA-FILHO, S. P.; BRITTO, D.; CURTI, E.; ABREU, F. R.; CARDOSO, M. B.; BATTISTI, M. V.; SIM, P. C.; GOY, R. C.; SIGNINI, R.; LAVALL, R. L. Extração, estruturas e proprieda-

des de - e -quitina. *Química Nova*. vol. 30, n° 3, 644-650, 2007.

CAS REGISTRY: *Chemical substances*. Disponível em: <<https://www.cas.org/content/chemical-substances>>. Acessado em: 28. Jan. 2016.

CHANG, K. L.; TSAI, G.; LEE, J.; FU, W-R. Heterogeneous N-deacetylation of chitin in alkaline solution. *Carbohydrate Research*. v. 303, p. 327-332, 1997.

DE OLIVEIRA JÚNIOR, E. Fungal Growth Control by Chitosan and Derivatives. *Agricultural and Biological Sciences*. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/fungal-pathogenicity/fungal-growth-control-by-chitosan-and-derivatives>>. Acesso em: 26 Mai. 2016.

DE SOUZA, M. M. Desenvolvimento e caracterização de filme ativo a base de metil celulose incorporado com nanopartículas de quitosana e nisina. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015.

DE SOUZA, T. A. Hidrogel de quitosana em diferentes graus de desacetilação na cicatrização de feridas cutâneas de ratas diabéticas. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2016.

DUMITRIU, S. *Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility*. 2° Ed. Nova York: CRC Press, 2004. 1224 p.

ELLIOT, J. *An Introduction to Sustainable Development*. 4° Ed. Taylor and Francis Group, 2012. 384 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries and Aquaculture Department. Fishery Statistical Collections Global Production. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/query/en>>. Acessado em: 28. Jan. 2016.

FIAMINGO, A. Propriedades físico-químicas e mecânicas de membranas porosas de carboximetilquitosana e hidrogéis de quitosana para aplicação em engenharia de tecidos. Tese (Doutorado em Ciências do Instituto de Química de São Carlos) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2016.

HOLANDA, H. D. Hidrólise enzimática do resíduo do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e caracterização dos subprodutos. 2004. 162 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

HUDSON, S. M.; SMITH, C. Polysaccharides: Chitin and Chitosan: Chemistry and Technology of Their Use As Structural Materials. In: KAPLAN, D. L. (ed.). Springer Science & Business Media, 2013. *Biopolymers from Renewable Resources*. Ch. 4, p. 96-118.

IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*. 2 Ed. (“Gold Book”). In: McNaught, A. D.; Wilkinson, A. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997. Disponível em: <<http://goldbook.iupac.org/PDF/goldbook.pdf>>. Acessado em: 14. Nov. 2016.

JAYATHILAKAN, K.; SULTANA, K., RADHAKRISHNA, K.,

- BAWA, A. S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*. v. 49, n° 3, p. 278-293, 2012.
- JOZALA, A., F., NOVAES, L., C., L., LOPES, A., M., Produção De Celulose Bacteriana: Uma Nova Tendência. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/51999189\\_Produto\\_de\\_celulose\\_bacteriana\\_uma\\_nova\\_tendencia](http://www.researchgate.net/publication/51999189_Produto_de_celulose_bacteriana_uma_nova_tendencia)>. Acesso em: 13 set. 2015.
- KAKKAR, P.; VERMA, S.; MANJUBALA, I.; MADHAN, B. Development of Keratin-Chitosan-Gelatin Composite Scaffold for Soft Tissue Engineering. *Materials Science & Engineering*. v. 45, p. 343-347, 2014
- KHOR, E. Chitin and Chitosan Tissue Engineering and Stem Cell Research. 2° Ed In: *Chitin: Fulfilling a Biomaterials Promise*. Oxford: Elsevier, 2014. Ch. 4, p. 51-66.
- LARANJEIRA, M. C. M.; FÁVERE, V. T. Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. *Química nova*. Florianópolis. v. 32, n. 3, p. 672-678, abr. 2009.
- MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*. v. 65, p. 28-41, 2014.
- MUZZARELLI, R. A. A. Deacetylation of chitin. *Chitin*. Elsevier: 2013. Ch. 3, p. 96.
- Nakano, F. P. Obtenção de microesferas quitosana/taninos extraídos da casca de Eucalyptus urograndis para utilização piloto na tratabilidade físico-química de água bruta com turbidez entre 100-110 NTU. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo. Lorena, 2016.
- NG, W. L.; YEONG, W. Y.; NAING, M. W. Polyelectrolyte gelatin-chitosan hydrogel optimized for 3D bioprinting in skin tissue engineering. *International Journal of Bioprinting*. v. 2, n° 1, 10 p., 2016.
- OKAMOTO, Y.; YANO, R.; MIYATAKE, K.; TOMOHIRO, I.; SHIGEMASA, Y.; MINAMI, S. Effects of Chitin and Chitosan on Blood Coagulation. *Carbohydrate Polymers*. v. 53. p. 337-342, 2003.
- OLSEN, R. L.; TOPPE, J.; KARUNASAGAR, I. Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. *Trends in Food Science & Technology*. v. 36, n° 2, p. 144-151, 2014.
- PERCOT, A.; VITON, C.; DOMARD, A. Optimization of Chitin Extraction from Shrimp Shells. *Biomacromolecules*. v. 4, p. 12-18, 2003.
- PILLAI, C. K. S.; PAUL, W.; SHARMA, C. P. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*. v. 34, n° 7, p. 641-678, 2009.
- POKHREL, S.; YADAV, P. N.; ADHIKARI, R. Applications of Chitin and Chitosan in Industry and Medical Science: A Review. *Nepal Journal of Science and Technology*. v. 16, n° 1, p. 99-104, 2015.
- RAMASAMY, P., SHANMUGAM, A., Characterization and wound healing property of collagen-chitosan film from Sepia kobsiensis. *International Journal of Biological Macromolecules*. Tamil Nadu. v. 74, p. 93-102, mar. 2014.
- RAVI, M.; PARAMESH, V.; KAVIYA, SR.; ANURADHA, E.; SOLOMON, F. D. 3D Cell Culture Systems - Advantages and Applications. *Journal of cellular Physiology*. Chennai. v. 230, n. 1, p. 16-26, jan. 2015.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23> Acessado em: 14. Nov. 2016.
- RINAUDO, M. Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*. v. 31, n° 7, p. 603-632, 2006.
- RINGSDORF, H. A Moment of Reflection: Sixty Years After the Nobel Prize for Hermann Staudinger. In: PERCEC, V. (ed.). *Hierarchical Macromolecular Structures: 60 Years after the Staudinger Nobel Prize I*. Springer, 2013. Série: *Advances in Polymer Science*. v. 261, Ch. 1, p. 1-19.
- RODRÍGUEZ, F.; COHEN, C.; OBER, C. K.; ARCHER, L. 6° Ed. Polymer Formation. CRC Press, 2014. *Principles of Polymer Systems*. Ch. 4, p. 107-186.
- SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (2001). *Biotecnologia Industrial: Fundamentos*. São Paulo, Edgar Blucher.
- SHAMPOO, M. A.; KYLE, R. A.; STEENSMA, D. P. Hermann Staudinger—Founder of Polymer Chemistry. *Mayo Clinic Proceedings*. v. 88, n° 3, p. e23, 2013.
- SILVA, H., S., R., C.; SANTOS, K., S., C., R.; FERREIRA, E., I. Quitosana: Derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. *Química Nova*. v. 29, n° 4, p. 776-785, 2006.
- SOFIA: The State of World Fisheries and Aquaculture. *Opportunities and Challenges*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/d1eaa9a1-5a71-4e42-86c0-f2111f07de16/i3720e.pdf>>. Acessado em: 28. Jan. 2016.
- TAVARIA, F. K.; COSTA, E. M.; PINA-VAZ, I.; CARVALHO, M. F.; PINTADO, M. M. A quitosana como biomaterial odontológico: estado da arte. *Rev. Bras. Eng. Biom.*, v. 29, n. 1, p. 110-120, 2013.
- THOMAS, S.; VISAKH, P. M.; MATHEW, A. P. Natural polymers: Their Blends, Composites, and Nanocomposites. State of Art, New Challenges and Opportunities. In: THOMAS, S.; VISAKH, P. M.; MATHEW, A. P. (ed.). Springer Science & Business Media, 2012. *Advances in Natural Polymers: Composites and Nanocomposites*. Ch. 1, p. 1-20.
- VÁZQUEZ, J. A.; RODRIGUEZ-AMADO, I.; MONTEMAYOR, M. I.; FRAGUAS, J.; GONAZÁLEZ, M. P.; MURADO, M. A. Chondroitin Sulfate, Hyaluronic Acid and Chitin/Chitosan Production Using Marine Waste Sources: Characteristics, Applications and Eco-Friendly Processes: A Review. *Marine Drugs*. v. 11, n° 3, p. 747-774, 2013.
- VEIGA, J. E. *Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 220 p.
- YOUNES, I.; RINAUDO, M. Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications. *Marine Drugs*. v. 13, n° 3, p. 1133-1174, 2015.

**Abstract:** Chitosan: from basic chemistry to bioengineering. Chitosan is a polymer of natural origin derived from chitin deacetylation process. The characteristics presented by the chitosan allows a wide versatility of application in different areas. These areas range from effluent treatment to more sophisticated uses, such as in regenerative medicine. Therefore, this paper discusses the concept of natural copolymer, showing the main ways of obtaining chitosan, the characteristics and properties of chitosan, as well as highlight the multi-functionality of this biomaterial with high technological potential in different areas, especially in tissue engineering. Finally, based on the contextualization of this theme, it will be possible for the student to envisage the multidisciplinary of the biotechnology area, in which tissue engineering is inserted and to develop the importance of the reuse of waste in the context of environmental sustainability.

**Keywords:** natural copolymer, chitin, biotechnology, tissue engineering, reuse of waste.

## Contribuições da sociologia de Bourdieu para repensar a educação e o ensino de ciências

**Luciana Massi**

Apresentamos, neste texto, a perspectiva sociológica de Pierre Bourdieu para uma releitura sobre o papel da educação na sociedade e os processos de ensino-aprendizagem. Inicialmente, trazemos os princípios gerais da teoria bourdiana; em seguida, explicamos como esses princípios nos ajudam a entender a realidade escolar, com exemplos nacionais e da área de ensino de ciências, e, por fim, apontamos caminhos que podem nos ajudar a pensar em possibilidades de melhoria para a escola e a ação docente. A perspectiva divulgada neste texto pode contribuir para a atuação do professor de ciências ou de química, pois discutimos a importância do diagnóstico da realidade social dos alunos e da consequente contextualização do ensino, analisamos as dificuldades linguísticas e mentais da aprendizagem em ciências e repensamos o currículo e a avaliação a partir da perspectiva sociológica bourdiana.

► sociologia; Pierre Bourdieu; educação e sociedade ◀

Recebido em 23/08/2016, aceito em 16/01/2017

321

**A** falta de motivação e interesse dos estudantes, em geral, é identificada como um dos principais problemas a serem enfrentados pelos professores. Em paralelo a isso, eventualmente são divulgadas notícias de pessoas advindas de realidades bastante adversas que conseguem se formar em cursos prestigiados<sup>1</sup>. Diante desse quadro, a principal preocupação do professor já formado ou durante sua formação inicial costuma ser a descoberta ou desenvolvimento de técnicas e estratégias de ensino, acreditando que elas seriam capazes de fornecer um caminho já pronto e acabado, que possa resolver todos os problemas de motivação e aprendizagem dos estudantes.

Essa preocupação com a motivação e as notícias referidas partem do pressuposto (e o reforçam) de que, para a sociedade em geral e para os professores, caso houvesse mais “empenho”, qualquer aluno conseguiria alcançar o sucesso escolar, graças a seu próprio mérito e talento. Mas será mesmo que a falta de motivação dos alunos é o principal

*Mas será mesmo que a falta de motivação dos alunos é o principal problema da educação? Por que será que alguns alunos são mais motivados que outros? Será mesmo possível solucionar o problema da motivação exclusivamente através de ações dos professores em sala de aula?*

problema da educação? Por que será que alguns alunos são mais motivados que outros? Será mesmo possível solucionar o problema da motivação exclusivamente através de ações dos professores em sala de aula?

Uma melhor compreensão desse quadro exige que essas questões sejam pensadas em um contexto mais amplo. Apresentamos, neste texto, a perspectiva sociológica de Pierre Bourdieu, que possibilita uma releitura sobre o papel da educação na sociedade e sobre os processos de ensino-aprendiza-

gem. Em sala de aula, ela ajuda o professor a repensar suas estratégias de ensino e sua forma de avaliação, considerando as características dos alunos que atende. Em uma perspectiva mais ampla, contribui para combater a “culpabilização” que o professor vem sofrendo diante dos fracassos escolares, ao mostrar que, apesar de extremamente importante, ele não é o único capaz e responsável pelas melhorias educacionais almeçadas pela sociedade. Para construir essa argumentação, este texto aborda, inicialmente, os princípios gerais da teoria bourdiana, em seguida, aplica-os para entender a realidade escolar, trazendo exemplos nacionais e da área de ensino de ciências e química, e, por fim, aponta caminhos que

A seção “Espaço aberto” visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

podem ajudar a pensar em possibilidades de melhoria para a escola e a ação docente em relação ao ensino em geral e às disciplinas científicas.

### A sociologia de Pierre Bourdieu e seus principais conceitos

Podemos dizer, resumidamente, que a sociologia estuda os condicionantes sociais da ação individual, ou seja, como práticas são fruto da inserção social<sup>2</sup>. Bourdieu propõe uma leitura praxiológica do mundo, entendendo que as práticas sociais refletem a incorporação do social no agente ou a “interiorização da exterioridade e exteriorização da interioridade” (Bourdieu, 1983a, p. 47). Ele adota uma perspectiva macrosociológica para interpretar as práticas sociais, procurando então a regularidade de práticas que permitam compreender os condicionantes sociais da ação individual (Bourdieu, 1983a). Para construir sua teoria geral de interpretação sociológica da realidade, Bourdieu (2007a, p. 97) elabora alguns conceitos-chave (*habitus*, capitais e campo) que permitem interpretar a prática social como um resultado de seu agrupamento.

O *habitus* é um dos mais conhecidos e importantes conceitos do autor, sendo definido como um “sistema de disposições [mecanismos de ação] duráveis e transponíveis que, integrando todas as experiências passadas, funciona como uma matriz de percepções, de apreciações e de ações” (Bourdieu, 1983a, p.65). Ele se forma na primeira socialização do agente, geralmente na família (considerada uma das esferas de socialização mais importantes), e está diretamente vinculado ao pertencimento a uma classe social. É a classe social que confere coerência ao conjunto de disposições compondo um “estilo” (Bourdieu, 1983a). Muitas vezes, o indivíduo só reconhece marcas do seu *habitus* através do contato com o *habitus* de outros agentes, principalmente aqueles oriundos de outras classes sociais.

O capital pode ser entendido de modo mais claro a partir da definição de Nogueira e Nogueira (2009, p. 35) como “uma espécie de moeda que propicia a quem o possui uma série de recompensas”. Essas trocas se dão em diferentes esferas e se apresentam na forma de capital cultural, social, econômico e simbólico. O capital econômico é mais diretamente associado ao dinheiro e, portanto, fica mais claro pensar na sua conversão em bens e produtos. O capital social é a rede de relações mobilizadas pelo agente que pode ser convertida em uma indicação de emprego, em uma bolsa de estudos, em clientela para seu negócio, etc. O capital simbólico remete ao prestígio e reconhecimento do agente.

Por fim, o capital cultural – um conceito fundamental para entender a educação – se manifesta em três formas: objetivado, materializado em objetos como quadros, instrumentos musicais, computadores; institucionalizado através

de diplomas, certificados; e, na sua forma mais importante, incorporado, quando o agente se apropriou da cultura manifestada no objeto ou no certificado, por exemplo, tem um piano em casa (capital cultural objetivado) e sabe tocá-lo (capital cultural incorporado) ou tem um certificado de curso de inglês (capital cultural institucionalizado) e fala inglês fluentemente (capital cultural incorporado).

Para Bourdieu (1998a), a aquisição do capital cultural é como um bronzado: para mantê-lo, exige-se um trabalho individual e constante. Além disso, em nossa sociedade existe um capital cultural considerado legítimo, em geral, o capital cultural das classes dominantes que é “eleito” de modo arbitrário. Essa imposição configura uma “violência simbólica” sentida por todos os agentes que não pertencem a essa classe e, portanto, não possuem este capital cultural considerado legítimo.

Por fim, o conceito de campo trata de lutas e disputas, logo, emprega vocábulos bélicos para representar o espaço social como uma espécie de “batalha naval” em que cada agente ocupa um lugar definido, nem sempre evidente para seu adversário, mas passível de disputa por aquela posição. Segundo Bourdieu (1983b, p. 90), campo é um microcosmo pertencente ao macrocosmo do espaço social,

podendo existir diversos campos, como o político, econômico, acadêmico, esportivo, artístico etc. O campo é essencialmente um local de luta pela distribuição de um capital específico de cada campo, sendo sua estrutura resultante do “estado da relação de força entre os agentes ou instituições”. Por exemplo, no campo acadêmico ou científico, o capital

específico remete à “verdade científica”, definida por um determinado grupo de dominantes em um determinado momento histórico. Através de seu *habitus* e história, os agentes ocupam posições definidas e distintas, mas a luta no interior do campo visa alterá-la, empregando estratégias de conservação e subversão.

Reunindo esses conceitos, Bourdieu (2007a) entende a prática social através da seguinte fórmula: [(*habitus*) (capital)] + campo = prática. Ou seja, a prática social de um agente pode ser interpretada a partir do pertencimento a um determinado campo, em função do seu *habitus* e dos seus capitais. Cada campo exige um *habitus* e capitais específicos, mas o mesmo *habitus* e capital se manifestam de forma diferente em função do campo. Essa teoria foi proposta e pensada na França, nos anos 60. Ao longo do tempo, ela continuou sendo desenvolvida<sup>3</sup>, mas seus conceitos principais têm se mostrado adequados para interpretar outras sociedades e períodos históricos, pois Bourdieu desenvolveu uma “teoria geral” da sociologia. Procuramos trazer, neste texto, exemplos nacionais, atuais e focados no ensino de ciências e química para contextualizar melhor a contribuição desse autor.

Para Bourdieu (1998a), a aquisição do capital cultural é como um bronzado: para mantê-lo, exige-se um trabalho individual e constante. Além disso, em nossa sociedade existe um capital cultural considerado legítimo, em geral, o capital cultural das classes dominantes que é “eleito” de modo arbitrário.

## A sociologia da educação bourdiana: estratégias de escolarização de diferentes classes sociais

Com base em análises estatísticas sobre um grande volume de dados do sistema escolar francês, Bourdieu e Passeron (2014) mostraram que a escola não era uma instituição que promovia democraticamente a mudança social. Eles enunciaram o que ficaria conhecido como a “sociologia da reprodução”, afirmando que a escola serve como instrumento de reprodução da sociedade, mantendo uma estrutura de dominação ao se pautar no capital cultural das classes dominantes. Isso se dá porque ela exige e pressupõe comportamentos e conhecimentos (um *habitus* e um capital cultural) característicos de uma determinada classe, sem ensiná-los diretamente, exercendo uma “violência simbólica” que favorece a exclusão dos que não os detêm.

Dessa forma, Bourdieu e Passeron (2014) refutaram fortemente o “mito do dom e do talento” que atribuía o interesse e o sucesso escolar ao mérito individual dos estudantes. Através de uma analogia, podemos imaginar que a escola e seus sistemas avaliativos seriam uma piscina e que vários alunos, com diferentes origens sociais, seriam colocados diante dela com o objetivo de atravessá-la. No entanto, desconsideramos que as condições de origem dos alunos são diferentes: alguns não sabem nadar; outros competem na natação desde pequenos; outros possuem equipamentos que auxiliam a realização da tarefa. Independente disso, a escola considera todos iguais e planeja o ensino com base nessa premissa, contribuindo para a manutenção das segregações de classe existentes na sociedade. Simplificando ainda mais, Bourdieu e Passeron (2014) mostraram que quanto menos recursos os alunos tivessem, em termos de capital cultural, econômico e social, menores seriam suas chances de ascensão dentro do sistema escolar.

Desse modo, podemos pensar a relação dos estudantes com a escola em uma escala social e não como fruto de uma característica pessoal inerente ao indivíduo. Segundo Bourdieu (1998b, p. 121), “o ‘interesse’ que um agente ou uma classe de agentes dedica aos ‘estudos’ depende de seu êxito escolar”, anterior, atual e pressentido, “e do grau em que seu êxito escolar é, em seu caso particular, condição necessária e suficiente para seu êxito social”. Soma-se a esse fator o retorno do título escolar e o lucro almejado no mercado de trabalho e simbólico. A partir dessa teoria, a percepção corriqueira dos professores de que alguns alunos não têm “interesse” na escola pode ser resignificada para entendermos que esse aluno “desinteressado” não consegue perceber uma ascensão social, através da escola, como possível para sua classe social. Isso ocorre pois ele não almeja para seu futuro colocações sociais que dependam de conhecimento ou

Com base em análises estatísticas sobre um grande volume de dados do sistema escolar francês, Bourdieu e Passeron (2014) mostraram que a escola não era uma instituição que promovia democraticamente a mudança social. Eles enunciaram o que ficaria conhecido como a “sociologia da reprodução”, afirmando que a escola serve como instrumento de reprodução da sociedade, mantendo uma estrutura de dominação ao se pautar no capital cultural das classes dominantes.

diploma escolar. Por exemplo, como motivar um aluno que só vislumbra como possibilidade futura seguir a profissão dos pais, que são trabalhadores braçais, ou buscar alternativas de trabalho ilegal com maiores ganhos financeiros?

Soma-se a essa explicação sobre o interesse o conceito bourdiano de “causalidade do provável”, entendido como uma tendência do agente em antecipar seu futuro em conformidade com a experiência do presente, não desejando aquilo que parece pouco provável para o seu grupo social (Bourdieu, 1998b). Em estudo anterior, exploramos a teoria bourdiana empiricamente para analisar um curso de licenciatura em química (MASSI; VILLANI, 2014). Com base nos dados do vestibular do curso de Química da UNESP, que separa a licenciatura (LIC), oferecida em período noturno, do bacharelado (BAC), oferecido em período integral, no momento da inscrição, percebemos que os alunos de classe popular nem sequer se inscreviam para o BAC (MASSI; VILLANI, 2014). Nesta instituição, o BAC atende principalmente alunos de classe alta e classe média alta, enquanto a LIC atende classe média baixa e classe popular. Assim, já no vestibular, encontramos alunos da classe popular inscritos apenas na LIC, provavelmente devido à “causalidade do provável”, pois acreditavam que o BAC “não era para eles”,

a partir das colocações da maioria das pessoas de classes populares que eles conhecem<sup>4</sup>. Isso mostra à comunidade de educadores em química que boa parte dos licenciandos nessa área são oriundos de famílias com baixo capital cultural e econômico, o que implica a necessidade de se considerar esse ponto de partida ao formar os professores nos cursos de licenciatura, buscando caminhos para ampliar seu repertório cultural.

Da mesma forma que em sua teoria geral, existe uma forte dependência da variável classe social para a explicação bourdiana sobre a realidade escolar. Nesse contexto, é importante explicar que essas classes e frações internas não são pré-definidas para o autor e também não dependem apenas de critérios econômicos, devendo ser reconstruídas em cada contexto social estudado, considerando todas as formas de capital (Bourdieu, 2007a).

Em geral, é possível encontrar três grandes classes, divididas em alta (ou elite), média e baixa (ou popular), que empregam “estratégias de manutenção” ou “estratégias de subversão” dependendo de sua posição social (Bourdieu, 1998b). A elite e a classe baixa tendem a buscar manter sua posição. Apesar de parecer contraditório, para Bourdieu (2007a, p. 311), a classe popular é incapaz de “vislumbrar para os filhos um futuro diferente de seu próprio presente”, portanto, não percebe a ascensão como possível e busca, mesmo que de modo inconsciente, sua manutenção ou sobrevivência. Apenas a classe média emprega “estratégias

de subversão”, pois, de sua posição intermediária, enxerga como possibilidade tanto a queda quanto a ascensão. Para essa camada, a escola representa um dos principais caminhos para a mudança de classe.

É claro que sempre existem exceções que contrariam essas regularidades de classe, como as citadas no início deste texto. No entanto, a sociologia bourdiana foi proposta a partir de análises estatísticas e macroscópicas, interpretando as principais tendências sociais através de regularidades, ou seja, trajetórias sociais mais recorrentes. Isso não exclui a possibilidade da exceção e ela não contradiz a teoria, pois o autor não apresenta sua teoria social na forma de “regras”, mas sim de “regularidades”. Os raros casos que alcançam a ascensão social através da escola, apesar de sua condição adversa, são citados para justificar o papel das características individuais e, indiretamente, colaboram para a manutenção da reprodução escolar de desigualdades sociais.

Passamos a desenvolver as ideias de Bourdieu (2007b) sobre a relação diferenciada que cada classe social estabelece com o universo escolar em função, principalmente, do quanto ela depende da escola para sua manutenção ou ascensão social.

324

*Elite: desenvoltura e confiança*

Por não depender da escola para assegurar sua posição social e, ao mesmo tempo, encontrar nesse espaço uma cultura muito próxima da sua cultura de origem, em termos linguísticos e artísticos, por exemplo, as classes altas estabelecem uma relação de desenvoltura e confiança com a escola. Frações dentro dessa mesma classe social criam uma clivagem interna em função da presença de um maior capital cultural ou econômico que gera princípios de diferenciação em relação à escola: os que pertencem à elite e têm maior capital cultural são marcados por hedonismo e ascetismo aristocrático que levam a carreiras escolares longas e prestigiosas; os que têm mais capital econômico do que cultural, como as famílias de grandes empresários, têm uma relação com a escola marcada por diletantismo e laxismo, fruto de um distanciamento desse universo levando-os à escola apenas pela certificação.

Independente da fração de classe, a elite é marcada por um princípio de distinção, uma preocupação em se diferenciar das outras classes sociais e de seus próprios integrantes, cultivando a “diferença em todas esferas da vida social” (Nogueira; Nogueira, 2009, p. 68). Esse princípio também se manifesta em relação à escola, de modo que essa classe sempre procura espaços escolares diferenciados que garantam exclusividade para a elite.

No Brasil, um estudo de Maria Alice Nogueira (2002), com 25 famílias de empresários de pequeno e médio porte de Belo Horizonte (Minas Gerais), entrevistou alunos que estavam cursando o nível superior e suas mães. Ela percebeu que essa classe “não aposta todas as fichas na escola” e que esse espaço cumpre mais o papel de desenvolver o capital

social dos filhos, através de relações que gerem futuras alianças comerciais ou matrimoniais (Nogueira, 2002, p. 63). A autora notou ainda que, devido a sua baixa escolaridade, os pais não conseguem impor aos filhos o amor pelo estudo, embora exortem o empenho escolar. Em outro estudo com a elite brasileira, Prado (2000) realizou um levantamento preliminar de dados quantitativos, analisando uma estratégia educativa específica das elites: os intercâmbios culturais. Ele percebeu que a elite passou a buscar esse tipo de aprendizagem distintiva de línguas estrangeiras diante da ampliação de acesso a cursos de línguas.

*Classes Médias: malthusianismo e ascetismo*

Segundo Bourdieu (2007a, p. 318), a camada média, ou pequena-burguesia, exprime fisicamente, através de sua *hexis corporal*, sua relação objetiva com o mundo social: “um homem que deve se fazer pequeno para passar pela porta estreita que dá acesso à burguesia”. Assim, empregam diferentes estratégias, em função da fração de classe a que pertencem, e tendem a investir pesada e sistematicamente na escolarização dos filhos. Nogueira e Nogueira (2009) sintetizam algumas características que marcam esse grupo: ascetismo, isto é, uma maneira austera de viver, renúncia a prazeres imediatos, disciplina, autocontrole e dedicação aos estudos; malthusianismo, através da

Os raros casos que alcançam a ascensão social através da escola, apesar de sua condição adversa, são citados para justificar o papel das características individuais e, indiretamente, colaboram para a manutenção da reprodução escolar de desigualdades sociais.

estratégia de fecundidade de controle do tamanho da prole, “na impossibilidade de aumentar a renda, precisa reduzir a despesa, isto é, o número de consumidores” (Bourdieu, 1998b, p. 106); e a boa vontade cultural, ou seja, a docilidade, o esforço e a tenacidade com que se entregam ao trabalho de aquisição da cultura legítima.

Maria Alice Nogueira (1995, 2010) realizou duas grandes sínteses sobre as estratégias de escolarização de famílias da camada média brasileira. Ela indicou que essas famílias aderem intensamente a valores escolares; realizam investimentos escolares de energia e tempo; acompanham cuidadosamente a escolaridade dos filhos dentro e fora da escola; acreditam na necessidade de um trabalho conjunto entre pais e professores; reivindicam o tipo de formação, estabelecimento de ensino e até a sala de aula, mesmo nas escolas públicas; detêm um amplo leque de informações sobre o sistema escolar e a “capacidade estratégica” de investimentos no ensino, apoiada em uma rede de contatos com outros pais de alunos; estimulam atividades extra-escolares; apelam à internacionalização da formação e da carreira escolar dos filhos, com variação de intensidade segundo a fração de classe e país de origem; pertencem a uma “parentocracia”, em que a riqueza e os desejos dos pais são mais importantes do que a capacidade e o esforço do filho (aluno).

*Camadas populares: rejeição e esperança*

As classes baixas são marcadas pela escolha do

necessário, resultante da internalização de suas chances objetivas de vida, ou seja, da “causalidade do provável”. Por seus membros não vislumbrarem um futuro diferente daquele dos seus pais, desenvolvem uma baixa expectativa em relação à escola, que costuma exigir investimentos prolongados com resultados a longo prazo. Por exemplo, muitos alunos dessa classe social tendem a abandonar a escola para procurar um trabalho cujo retorno financeiro seja imediato. Esse quadro implica em uma relação resignada com o sistema de ensino e um envolvimento moderado com os estudos. Além disso, por não terem o capital cultural distintivo da elite, os pais costumam apresentar um liberalismo em relação à educação da prole (sem cobrança e acompanhamento).

Apesar dessa tendência, é possível encontrar caminhos para superar esse destino mais provável, mesmo que eles não representem regularidades. Estudos brasileiros sobre a camada popular investigaram estratégias escolares de estudantes de ensino superior e encontraram elementos que diferenciavam essas trajetórias. Viana (2000) estudou a trajetória de sete estudantes de ensino superior no estado de Minas Gerais e identificou que eles tiveram oportunidades de acesso a boas escolas; recusavam a perspectiva profissional do pai, manifestando um desejo de emancipação de suas origens rurais; estavam inseridos em grupos de amigos da classe média; tinham suportes familiares, principalmente na figura da mãe; apresentavam afinidade com a cultura legítima; tinham desempenho escolar bom e regular na educação básica pública, apesar de períodos acidentados; percebiam o vestibular como grande obstáculo, contornado pela utilização frequente de cursos preparatórios para o vestibular (chamados “cursinhos”); apresentavam dificuldade de conciliação entre trabalho e estudo.

Portes (2000) estudou trajetórias de estudantes de classes populares matriculados em cursos de ensino superior altamente seletivos e elitizados. Ele identificou como “circunstâncias atenuantes” dessas trajetórias uma ordem moral doméstica (atenção para com o trabalho escolar do filho, esforço para compreender e apoiar o filho); a eterna aproximação dos professores; a busca de ajuda material; e a existência e importância de um duradouro grupo de apoio, construído no interior do estabelecimento escolar.

### **Implicações da teoria para repensar a educação e os processos de ensino-aprendizagem em ciências**

Apesar de não ser uma teoria pedagógica, é possível considerar a perspectiva bourdiana para repensar a escola e os processos de ensino-aprendizagem, bem como

contextualizá-los no ensino de ciências. Para tal, o conceito de capital cultural é central, pois influencia diretamente o desempenho escolar (já discutido), os esquemas mentais do agente e sua relação com a língua culta.

*As classes baixas são marcadas pela escolha do necessário, resultante da internalização de suas chances objetivas de vida, ou seja, da “causalidade do provável”. Por seus membros não vislumbrarem um futuro diferente daquele dos seus pais, desenvolvem uma baixa expectativa em relação à escola, que costuma exigir investimentos prolongados com resultados a longo prazo. Por exemplo, muitos alunos dessa classe social tendem a abandonar a escola para procurar um trabalho cujo retorno financeiro seja imediato.*

A apropriação da língua culta é fundamental para todos os processos de ensino-aprendizagem escolar, desde a língua portuguesa padrão, presente em todas as disciplinas, até as especificidades de linguagem de cada área de ensino – cujo papel fundamental a pesquisa em educação em ciências vem mostrando desde seu surgimento. Essa relação com a língua culta foi identificada por Bourdieu (1983c) como uma forma de capital linguístico. Para o autor, este é um dos capitais mais difíceis de serem adquiridos, visto

que exige um trabalho constante e prolongado, geralmente fruto da primeira socialização familiar.

Para pensar no ensino de ciências, recuperamos a discussão de Mortimer (1998) que mostra como a linguagem científica da química é diferente da cotidiana, através da comparação entre as seguintes frases: “Quando colocamos sal em água e aquecemos, conseguimos dissolver uma maior quantidade do que em água fria” (cotidiana) e “O aumento de temperatura provoca um aumento da solubilidade do sal” (científica). A diferença mais imediata são os termos científicos específicos que, segundo Mortimer (1998), são formados através de processos de nominalização e, portanto, aumentam a densidade léxica do texto.

O autor acrescenta que a diferença entre essas duas linguagens está presente também na estrutura gramatical. Enquanto na linguagem cotidiana o agente está presente, os verbos designam ações dos agentes e os fatos são apresentados em ordem linear; na linguagem científica, o agente desaparece e o verbo indica uma relação entre grupos nominais. Ademais, o texto científico tem uma estrutura própria, em que a primeira frase ou parte representa o que já se conhece através da nominalização e a segunda parte ou frase traz a nova informação também nominalizada (1998).

Portanto, nos parece claro que, embora se mantenha dependente de regras gerais da língua culta, a linguagem científica da química é mais complexa que a linguagem cotidiana. Nesse sentido, podemos ampliar nossa percepção sobre a dimensão do desafio colocado para o ensino de química e ciências em geral, pois um estudante que não tenha domínio da língua culta padrão, provavelmente, em função de um baixo capital cultural e linguístico familiar, terá que se apropriar da língua culta padrão e das especificidades da linguagem científica para compreender a química ensinada na escola.

Além do capital linguístico, como enunciamos, o conceito de capital cultural inclui a constituição dos esquemas mentais

dos indivíduos. No texto “Sistemas de ensino e Sistemas de Pensamento”, Bourdieu (2007c, p. 205) explica que “a cultura escolar propicia aos indivíduos um corpo comum de categorias de pensamento que tornam possível a comunicação”. Portanto, os indivíduos devem à escola “não apenas um discurso e uma linguagem comuns, mas também terrenos de encontro e de acordo, problemas comuns e maneiras de abordar tais problemas comuns” (Bourdieu, 2007c, p. 207). O autor explica, ainda, que essas categorias de pensamento são dependentes do contexto social e histórico em que a escola se insere e podem refletir a “personalidade intelectual de uma nação” (Bourdieu, 2007c, p. 222). Pensando especificamente na aprendizagem de ciências, nos parece fundamental apresentar a seguinte reflexão de Bourdieu (2007b, p. 209-210) sobre a constituição desses esquemas mentais:

*De fato, pode-se supor que cada sujeito deve ao tipo de aprendizagem escolar que recebeu um conjunto de esquemas fundamentais, profundamente interiorizados, que servem de princípio de seleção no tocante às aquisições ulteriores de esquemas, de modo que o sistema dos esquemas segundo os quais organiza-se o pensamento desses sujeitos deriva sua especificidade não apenas da natureza dos esquemas constitutivos e do nível de consciência com que estes são utilizados e do nível de consciência em que operam. É claro, tais propriedades encontram-se ligadas às condições de aquisição dos esquemas intelectuais mais fundamentais.*

Portanto, cada novo esquema mental depende daqueles constituídos anteriormente. No ensino de ciências em geral e, em especial, na química, buscamos desenvolver junto aos alunos esquemas mentais específicos, mas que são fundamentalmente dependentes de esquemas anteriores. Entendemos que um dos principais esquemas envolvidos na aprendizagem em química seja a abstração. Em geral, a diferença entre uma concepção cotidiana e científica está diretamente relacionada à abstração. Segundo Mortimer (1992), a maior parte das nossas ideias de senso comum são realistas e intuitivas. Acreditamos, ainda, que outros esquemas mentais anteriores e fundamentais para a aprendizagem em ciências sejam o raciocínio matemático e o espacial.

É comum ouvirmos dos alunos que sua dificuldade ou desinteresse em química sejam reflexo da sua relação com a matemática. Segundo Bourdieu (2007b), os esquemas mentais são acumulativos, portanto, no nível médio, um aluno só poderá imaginar o modelo atômico de Rutherford se tiver capacidade de “visualizar” o sistema solar, contrariando suas

indicações imediatas sobre a movimentação da Terra e dos planetas. Já no ensino superior de química, o modelo atômico quântico é totalmente dependente de um raciocínio matemático e de uma capacidade de abstração muito mais complexa, porém ainda dependente do exigido no nível médio.

Kleinke e Gebara (2007) realizaram um amplo estudo quantitativo, comparando a influência do capital cultural familiar e da frequência a cursos pré-vestibulares com o desempenho dos candidatos oriundos de escolas públicas e privadas em questões de física no vestibular. Os autores perceberam que a frequência a cursinhos tem efeito similar nos alunos de escola pública e particular. Para os alunos da escola pública, que geralmente apresentam um capital cultural menos favorecido, essa variável tinha maior influência no desempenho no vestibular do que o cursinho. Isso se explica pois o desempenho em questões com linguagem direta e matemática era influenciado pelo cursinho, enquanto questões que exigiam diferentes linguagens e/ou leitura de textos mais elaborados eram influenciadas pelo capital cultural. Esse dado mostra que os cursos pré-vestibulares são eficazes no treinamento para a resolução de questões, no entanto, aprendizagens mais complexas dependem mais da influência familiar e da trajetória de escolarização do sujeito, materializadas como capital cultural.

Além desses elementos, segundo Bourdieu (2007b, p. 219), “a relação que um indivíduo mantém com sua cultura depende, fundamentalmente, das condições nas quais ele a adquiriu”, isso ocorre, pois, “o ato de transmissão cultural é, enquanto tal, a atualização exemplar de um certo tipo de relação com a cultura”. Portanto, quando estou ensinando não transmito apenas o conteúdo, mas minha relação com ele. Uma mãe que estimula o filho a encapar e cuidar do livro escolar ensina, indiretamente, que um livro é importante, representa um saber que deve ser respeitado, portanto, estudar

também é importante e tem valor. Um professor que consegue transmitir aos alunos sua paixão pelo conhecimento leva-os a buscar sempre novas aprendizagens; infelizmente, o contrário também se aplica para aprendizagens marcadas por experiências traumáticas e negativas, como costumam ser as histórias de estudantes com as ciências exatas.

O conjunto dessas ideias pode apontar inicialmente para uma leitura pessimista e estática da realidade escolar. Esse é um dos aspectos mais criticados na socio-

logia bourdiana. No entanto, entendemos que uma leitura sociológica do mundo fornece uma melhor compreensão sobre a realidade que não está carregada necessariamente de uma conotação positiva ou negativa. A própria sociologia mostrou, por exemplo, que o capital cultural tem maior peso que outras formas de capital nas trajetórias escolares.

**Segundo Bourdieu (2007b), os esquemas mentais são acumulativos, portanto, no nível médio, um aluno só poderá imaginar o modelo atômico de Rutherford se tiver capacidade de “visualizar” o sistema solar, contrariando suas induções imediatas sobre a movimentação da Terra e dos planetas. Já no ensino superior de química, o modelo atômico quântico é totalmente dependente de um raciocínio matemático e de uma capacidade de abstração muito mais complexa, porém ainda dependente do exigido no nível médio.**

Em nosso estudo, adotando a perspectiva bourdiana para analisar trajetórias de licenciandos em química, percebemos um aumento na frequência a cursos pré-vestibulares e ensino médio privado entre os aprovados no vestibular, que não é proporcional a uma melhoria na condição econômica do aluno (MASSI; VILLANI, 2014). Ou seja, para conseguir a aprovação no vestibular, os estudantes buscaram outras formas de escolarização, por meio de seu capital cultural, mesmo sem vivenciar um aumento no capital econômico familiar. Isso mostra que esses candidatos à licenciatura em química reconheceram a importância do investimento em sua formação para se preparar para o ingresso no ensino superior.

Diante dessas análises, acreditamos que cabe aos educadores pensar na sua prática pedagógica levando em consideração os elementos identificados pelo autor e pelos pesquisadores que o seguiram. Essa discussão sobre a influência (linguística, mental e de trajetória social) que o capital cultural tem nos processos de ensino-aprendizagem pode ajudar o professor a perceber melhor sua esfera potencial de atuação, bem como planejar seu ensino diante da realidade dos seus alunos.

Um dos primeiros pontos a ser considerado pelos educadores é que, apesar da teoria apontar para o papel fundamental da família na constituição do *habitus* e do capital cultural, enquanto esperarmos que elas entreguem para a escola um aluno com um conjunto mínimo de características pré-estabelecidas, estaremos admitindo que a escola nunca será democrática. Segundo Bourdieu (1998c, p. 53), “tratando todos os educandos, por mais desiguais que sejam eles de fato, como iguais em direitos e deveres, o sistema escolar é levado a dar sua sanção às desigualdades iniciais diante da cultura”. Portanto, ele propõe, de modo quase utópico e em poucos de seus textos iniciais, alguns princípios de uma “pedagogia racional e universal”, que combateria essa desigualdade (BOURDIEU, 1998c, p. 53):

*[...] uma pedagogia racional e universal, que, partindo do zero e não considerando como dado o que apenas alguns herdaram, se obrigaria a tudo em favor de todos e se organizaria metodicamente em referência ao fim explícito de dar a todos os meios de adquirir aquilo que não é dado, sob a aparência do dom natural, senão às crianças das classes privilegiadas.*

Transpondo-a para o ensino de ciências e química, pensamos que os professores poderiam se preocupar inicialmente em conhecer o público que recebem na escola. Esse diagnóstico ajuda a estimar qual é o capital cultural, social, econômico e o *habitus* desses indivíduos. Isso pode ser feito através de questionários, entrevistas ou, ainda, solicitando ao aluno que escreva sua história no formato de narrativas. Entendemos que esse reconhecimento não deve ter como objetivo nivelar a escola e a ação educativa em relação aos alunos que atende, mas repensar o ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem. Considerar o contexto e as aprendizagens anteriores dos estudantes ajuda o professor a alcançar os pontos de

chegada almejados nos diferentes níveis de ensino. Assim, práticas como retomar conteúdos anteriores (eventualmente até de outras áreas, como a matemática para ensinar química), estabelecer articulações entre conceitos e formas de ensino diferentes e procurar, na medida do possível, promover um maior conhecimento sobre o sistema de ensino e acesso a diversas formas de cultura podem contribuir para a melhoria da qualidade de ensino que oferecemos, principalmente, para as classes menos favorecidas.

A transposição dessa discussão para o campo do currículo reforça e ressignifica a importância da contextualização no ensino dos conteúdos escolares, amplamente indicada pela literatura educacional e pelas orientações curriculares oficiais. Torres (1995, p. 100) explica que, através da teoria bourdiana, podemos entender que “os recursos didáticos funcionam como um filtro de seleção dos conhecimentos e verdades que coincidem com os interesses das classes e grupos sociais dominantes”. Portanto, para ele, o currículo reflete uma ideologia mesmo que através de vazios e silêncios. No ensino de ciências, essa discussão pode ser complementada a partir da noção de campo científico. Apoiados na sociologia da ciência bourdiana, Lima Júnior e colaboradores (2015) mostram como a física é uma construção cultural arbitrária, pois não reconhece a contribuição de um físico brasileiro para a discussão do conceito de forças inerciais. Assim, os currículos escolares silenciam uma parte da produção científica que, assim como os estudos em história e filosofia da ciência vêm defendendo há bastante tempo, poderia ser explorada para aproximar o conteúdo da realidade do estudante.

Por fim, a sociologia bourdiana também ajuda o professor a repensar suas práticas de avaliação. Como já indicamos no exemplo da piscina, a ideia de que uma avaliação justa consiste em avaliar todos os alunos da mesma forma pode ser questionada. Bourdieu (2007b) mostra que a escola costuma avaliar melhor as performances que não são fruto do aprendizado escolar, mas de uma desenvoltura do estudante que só pode ser adquirida na família. Dito de outra forma, o aluno que adere completamente aos valores escolares, exibindo comportamentos tipicamente atribuídos ao “CDF” (termo vulgar que remete a uma dedicação intensiva ao estudo), não costuma ser melhor avaliado que os “naturalmente brilhantes” (2007b).

Bourdieu (2012) propõe que uma avaliação realmente justa deveria atribuir conceitos/notas iguais para desempenhos diferentes e conceitos distintos para os mesmos desempenhos. Isso se daria pois o professor deveria avaliar a evolução do estudante ao longo do processo de ensino e não o produto final entregue para avaliação. Considerando as diferenças sociais e escolares de origem, cada aluno seria proporcionalmente avaliado pelo seu desempenho na resolução da tarefa proposta pelo professor. O próprio autor aponta este como um caminho extremo ou absurdo, mas acreditamos que ele possa ser um norte – complementado pelas propostas já amplamente discutidas das avaliações formativas – para alcançarmos não apenas processos de ensino-aprendizagem, mas também formas de avaliação mais justas e democráticas.

<sup>1</sup>Recentemente, conhecemos o caso de um lixeiro que, através dos livros encontrados no lixo, conseguiu estudar e ingressar em um curso de medicina. Fonte: <http://www.hype-ness.com.br/2014/07/jovem-se-torna-medico-com-ajuda-de-livros-encontrados-no-lixo/>. Acesso em: 19jul2016.

<sup>2</sup>A ação humana também é interpretada por outras áreas que, assim como a sociologia, reconhecem não serem capazes de fornecer sozinhas essa explicação.

<sup>3</sup>Alguns limites e prolongamentos dessa sociologia foram

## Referências

- BOURDIEU, P. Esboço de uma teoria da prática. In: ORTIZ, R. (Ed.). *Pierre Bourdieu: Sociologia*. São Paulo: Ática, 1983a.
- \_\_\_\_\_. Algumas propriedades do campo. In: ORTIZ, R. (Org.). *Questões de Sociologia*. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero, 1983b.
- \_\_\_\_\_. O mercado linguístico. In: ORTIZ, R. (Org.). *Questões de Sociologia*. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero, 1983c.
- \_\_\_\_\_. Os três estados do capital cultural. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Org.). *Escritos de Educação*. Petrópolis: Vozes, 1998a.
- \_\_\_\_\_. Futuro de classe e causalidade do provável. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Org.). *Escritos de Educação*. Petrópolis: Vozes, 1998b.
- \_\_\_\_\_. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Org.). *Escritos de Educação*. Petrópolis: Vozes, 1998c.
- \_\_\_\_\_. *A distinção: crítica social do julgamento*. São Paulo: EDUSP, 2007a.
- \_\_\_\_\_. A excelência e os valores do sistema de ensino francês. In: MICELI, S. (Org.). *A economia das trocas simbólicas*. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007b.
- \_\_\_\_\_. Sistemas de ensino e sistemas de pensamento. In: MICELI, S. (Org.). *A economia das trocas simbólicas*. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007c.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. *Les héritiers: les étudiants et la culture*. Paris: Les éditions de minuit, 2012.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J.-C. *A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino*. 7ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- KLEINKE, M. U.; GEBARA, M. J. F. Física: capital cultural e treinamento. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6., Florianópolis, 2007. Atas... Florianópolis, 2007. p. 1-12.
- LIMA JUNIOR, P.; DA SILVEIRA, F.; OSTERMANN, F.; PINHEIRO, N. A física como uma construção cultural arbitrária: Um exemplo da controvérsia sobre o status ontológico das forças inerciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em*

*Ciências*, v.15, n. 1, p. 195-217, 2014.

sintetizados por Bernard Lahire, no artigo “Reprodução ou prolongamentos críticos?”, publicado em 2002 na revista *Educação e Sociedade*.

<sup>4</sup>Esse efeito no vestibular é encontrado em vários cursos e instituições e foi denominado “auto-seleção”.

**Luciana Massi** (lu.massi.ana@gmail.com), doutora em Ensino de Química pela USP, licenciada em Química pela UNESP e mestre em ciências pela USP. Atua como docente da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara e do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências de Bauri UNESP. Bauri, SP – BR.

*Ciências*, v.15, n. 1, p. 195-217, 2014.

MASSI, L.; VILLANI, A. Contribuições dos estudos de perfil dos graduandos: o caso dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química da UNESP/Araraquara. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, p. 151-170, 2014.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: perfil epistemológico e mudança conceitual. *Química Nova*, v. 15, n.3, p. 242-249, 1992.

MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. p. 99-118.

NOGUEIRA, C. M. M.; NOGUEIRA, M. A. *Bourdieu e a Educação*. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2009.

NOGUEIRA, M. A. Famílias de camadas médias e a escola: bases preliminares para um objeto em construção. *Educação e Realidade*, v. 20, n. 1, p. 9-25, 1995.

\_\_\_\_\_. Estratégias de escolarização em famílias de empresários. In: ALMEIDA, A. M. F.; NOGUEIRA, M. A. (Ed.). *A escolarização das elites: um panorama internacional da pesquisa*. Rio de Janeiro: Vozes, 2002. p.49-65.

\_\_\_\_\_. Classes médias e escola: novas perspectivas de análise. *Curriculo sem Fronteiras*, v. 10, n. 1, p. 213-231, 2010.

PORTES, É. A. O trabalho escolar das famílias populares. In: NOGUEIRA, M. A.; ROMANELLI, G. *et al.* (Ed.). *Família e escola: trajetórias de escolarização em camadas médias e populares*. Petrópolis: Vozes, 2000. p.157-170.

PRADO, C. L. Em busca do primeiro mundo: intercâmbios culturais como estratégias educativas familiares. In: NOGUEIRA, M. A.; ROMANELLI, G. *et al.* (Ed.). *Família e escola: trajetórias de escolarização em camadas médias e populares*. Petrópolis: Vozes, 2000. p.157-170.

TORRES, J. *O curriculum oculto*. Trad. Anabela Leal de Barros e Antonio Barbole Alves. Porto Editora: Porto, 1995.

VIANA, M. J. B. Longevidade escolar em famílias de camadas populares: algumas condições de possibilidade. In: NOGUEIRA, M. A.; ROMANELLI, G. *et al.* (Ed.). *Família e escola: trajetórias de escolarização em camadas médias e populares*. Petrópolis: Vozes, 2000. p.47-80.

**Abstract:** *Contributions from Bourdieu's sociology to rethink Education and Science education.* In this article, we present Pierre Bourdieu's sociological perspective to rethink the role of education in society and the process of learning and teaching. Initially, we present the general tenets of Bourdieu's theory; then we explain how these tenets help us to understand the educational reality, based on national examples from the science education area; finally, we indicate ways to think about improvements for school and professor's actions. The perspective propagated in this text can contribute to science or chemistry teacher's actions, because: 1) we discuss the importance of a student's social reality diagnosis and the following teaching contextualization; 2) we analyse the linguistics and mental predicaments of learning science; 3) we rethink curriculum and evaluation based on Bourdieu's perspective.

**Keywords:** sociology; Pierre Bourdieu; education and society.

## Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos

**Francisco Erivaldo F. da Silva, Viviane G. P. Ribeiro, Nilce V. Gramosa e Selma E. Mazzetto**

A nomenclatura dos compostos orgânicos abordada no ensino médio é um assunto no qual muitos alunos encontram dificuldades em função das regras, das definições e das classificações. Pensando nisso, no presente trabalho a temática *Chás* foi empregada como uma ferramenta de ensino devido às suas propriedades benéficas no organismo e pelas substâncias orgânicas que os constituem. O estudo envolveu aulas expositivas, discussões e questionários, todos com a finalidade de analisar as concepções prévias e conhecimentos adquiridos pelos alunos. Também foi desenvolvida uma atividade de identificação dos chás através da combinação multissensorial. Os resultados mostraram que a utilização de um assunto presente no cotidiano dos alunos, sobretudo na região Nordeste do país, combinado ao estímulo dos sentidos, favorecem e estimulam a busca pelo conhecimento, contribuindo para a formação cidadã de forma consciente e saudável.

► nomenclatura dos compostos orgânicos, chás, combinação multissensorial ◀

Recebido em 17/08/2016, aceito em 15/02/2017

329

**A** Química Orgânica está relacionada com o estudo dos compostos que contém carbono, os quais são classificados em diversas funções, de acordo com as suas estruturas e as suas propriedades físicas e químicas. Estes compostos são bastante abundantes no nosso planeta e essenciais para a manutenção dos seres vivos, pois estão presentes nas plantas, nos alimentos, no DNA, dentre outros (Solomons e Fryhle, 2012).

A *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* é um dos conteúdos fundamentais na disciplina de Química Orgânica no ensino médio. A maior parte dos alunos encontra muitas dificuldades devido às exigências de memorização quanto às suas regras, às suas denominações e classificações (Matos et al., 2009). Dessa forma, os alunos não conseguem perceber as relações entre o conteúdo ministrado pelos professores e as

substâncias orgânicas utilizadas no dia a dia, ocasionando um desinteresse pelo assunto.

Contextualizar, no ensino de Química, utilizando um

**Contextualizar, no ensino de Química, utilizando um tema que tenha vínculo com o cotidiano é fundamental para favorecer uma melhor participação em sala de aula e melhorar o aprendizado.**

**A contextualização das disciplinas surgiu como um dos pilares da reforma do Ensino Médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB no 9.394/96), valorizando a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano.**

tema que tenha vínculo com o cotidiano é fundamental para favorecer uma melhor participação em sala de aula e melhorar o aprendizado. A contextualização das disciplinas surgiu como um dos pilares da reforma do Ensino Médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/96), valorizando a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Outra diretriz importante, também nesta vertente, são os Parâmetros Curriculares

Nacionais (PCNs), os quais orientam as escolas e os professores em um novo modelo ancorado sobre dois eixos: a contextualização e a interdisciplinaridade.

Os conteúdos de Química não se limitam apenas à própria disciplina, mas inter-relacionam-se com as outras áreas, explicando fenômenos biológicos, físicos e históricos. Deste modo, ensinar utilizando ferramentas importantes como a

A seção "Relatos de sala de aula" socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

contextualização e a interdisciplinaridade não é apenas citar exemplos de fatos do cotidiano, mas sim, vincular esses fatos ao conhecimento científico, de maneira a facilitar a aprendizagem e atrair o aluno a fazer reflexões sobre o assunto em debate. Além disso, também pode criar um clima de discussão em sala, dando significância ao papel do aluno, daquilo que ele é capaz de pensar, de formular teorias e de se sentir bem na escola e fora dela, é incentivar o aluno a se tornar importante, fazendo com que surja dentro dele o interesse pelo conhecimento (Vidal e Melo, 2013).

Por outro lado, a LDB estabelece que os currículos devem ter uma base nacional comum, que devem ser complementados, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar por uma parte diversificada, exigida pelas *características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos* (Brasil, 1996). Neste sentido, a temática *Chás* surge, então, como uma ferramenta muito importante na perspectiva de possibilitar a relação entre a contextualização e a interdisciplinaridade, contribuindo para uma aprendizagem que permita a formação do conhecimento químico pelos alunos (Sá et al., 2012). O hábito de beber chá devido à sua ampla variedade de sabores e de aromas, além da finalidade terapêutica, abrange muito mais do que apenas o consumo de uma bebida, é um acontecimento cultural e tem um importante papel social no Brasil. A utilização de chás de plantas medicinais, por exemplo, costuma ser um dos recursos para uma parcela da população, especialmente a de baixa renda, em função do custo elevado dos medicamentos industrializados e do acesso, muitas vezes limitado a um sistema de saúde de qualidade. Há também de se mencionar que seu uso tem aumentado ultimamente entre as classes de maior poder aquisitivo, na procura por tratamentos alternativos mais saudáveis (Cavaglier e Cesseder, 2014).

O chá tem destaque também nas regiões brasileiras, embora essas sejam muito diferentes entre si, é unânime, em todas elas, o emprego do chá na culinária e na finalidade terapêutica, mesmo nas regiões mais quentes como no Norte e no Nordeste do país. Em Fortaleza, por exemplo, a sabedoria popular se uniu ao conhecimento científico e resultou em 1983 no projeto Farmácias Vivas, criado na Universidade Federal do Ceará pelo Prof. Dr. Francisco José de Abreu Matos (*In memoriam*); o projeto já analisou centenas de plantas e comprovou suas funções terapêuticas decorrentes da raiz, da casca, da folha, da flor ou do fruto das árvores ou das ervas existentes na região, atribuídas previamente pelos sertanejos. Atualmente, as Farmácias Vivas trabalham em três dimensões: (1) **Básica**, na qual as pessoas cultivam algumas plantas devidamente orientadas, podem produzir chás e xaropes em suas comunidades; (2) **Intermediária**, as ervas são dessecadas para a formulação

O hábito de beber chá devido à sua ampla variedade de sabores e de aromas, além da finalidade terapêutica, abrange muito mais do que apenas o consumo de uma bebida, é um acontecimento cultural e tem um importante papel social no Brasil. A utilização de chás de plantas medicinais, por exemplo, costuma ser um dos recursos para uma parcela da população, especialmente a de baixa renda, em função do custo elevado dos medicamentos industrializados e do acesso, muitas vezes limitado a um sistema de saúde de qualidade.

de sachês (chás em saquinhos) e (3) **Avançada**, para atender com medicamentos às unidades de saúde em maior escala (Moreira, 2013).

Sendo assim, o conhecimento dos alunos sobre as propriedades medicinais dos chás e a análise das estruturas de seus principais constituintes justificam a abordagem dessa temática no conteúdo de *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* aplicada a alunos do último ano do ensino médio.

#### *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos, Segundo as Recomendações da IUPAC*

A principal finalidade da nomenclatura química é identificar os compostos por intermédio de palavras escritas ou pronunciadas. Este objetivo exige um sistema de princípios e normas, cuja aplicação origina uma nomenclatura sistemática, contida nas recomendações de 1979 da União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC), sigla que vem do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*.

As Recomendações da IUPAC de 1993 modificaram alguns princípios fundamentais utilizados na *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* e introduziram novos conceitos, como por exemplo, na posição dos localizadores (número e/ou letras usados para indicar posição dos átomos, grupos substituintes, ligações duplas ou triplas), e os nomes de alguns compostos sofreram mudanças (Power, 1993; Tomé, 2010; Rodrigues, 2011).

A nomenclatura tem como primórdio essencial definir que cada substância seja nomeada sem que ocorra qualquer ambiguidade. Sendo assim, a IUPAC admite vários tipos de nomenclatura para um mesmo composto. As mais relevantes inseridas no ensino médio são: nomenclatura sistemática ou substitutiva, nomenclatura de classe funcional e nomenclatura trivial. Isso demonstra que uma substância pode ter diversos nomes sistemáticos, mas cada um deve, sem ambiguidade, conduzir a uma única fórmula.

A nomenclatura sistemática ou substitutiva baseia-se em prefixos, infixos e sufixos (também se usa localizadores antes dos grupos ligantes, quando necessário). O uso do prefixo remete à quantidade de carbonos, o infixo informa o tipo de ligação entre os carbonos e o sufixo refere-se à função orgânica presente. A nomenclatura de classe funcional aponta a função e o grupo orgânico no qual o composto está ligado.

Além dessa nomenclatura sistemática, muitos compostos apresentam também uma nomenclatura trivial, de uso frequente na indústria e no comércio. O mentol, por exemplo, é o nome trivial do composto 2-isopropil-5-metilciclohexanol, sendo também uma substância responsável pelo aroma característico do chá hortelã (Morais et al., 2009). O

nome trivial é comparado a um *apelido*, ou seja, não possui significado sistemático.

À vista disto, podemos citar, por exemplo, a substância de fórmula  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ . De acordo com a IUPAC ela pode possuir três nomenclaturas distintas: propanona (sistemática ou substitutiva), cetona dimetilica (classe funcional) e acetona (trivial), mas também pode ser considerada como nomenclatura semitrivial, pois cita a função existente no composto.

*Chás: um hábito saudável*

A história sobre a origem do chá baseia-se em fábulas, lendas e mitos. Uma lenda muito conhecida menciona que esta bebida teve sua origem na China. O Imperador Shen Nung, por volta de 2.700 a. C., tinha o costume de ferver a água que bebia por uma questão de higiene. Certa ocasião, ele repousava sob a sombra de uma árvore quando algumas folhas caíram em seu recipiente contendo água fervida. Ele ficou fascinado pelo aroma e a mudança de cor da bebida e resolveu experimentá-la, achando-a saborosa. A partir daí, difundiu-se o hábito de se consumir chá naquele país (Valenzuela, 2004).

Segundo Valenzuela (2004), não se sabe ao certo sobre a veracidade da citação, porém, uma das primeiras referências escritas sobre o chá foi no ano de 200 a. C. no livro chinês sobre plantas medicinais, livro que descreve as ações desintoxicantes das folhas utilizadas no preparo dos chás, o que evidencia que, nessa época a população já fazia o uso das propriedades medicinais dessa bebida.

Os primeiros chás foram oriundos de uma planta originária da China, *Camellia sinensis* que produz flores similares às das camélias, recebendo este nome científico que em latim significa *Camélia da China*. Dependendo do processo de preparação das folhas, este arbusto pode originar quatro tipos de chás: branco, verde, *oolong* e o preto. Apesar disso, outras plantas que apresentam propriedades bem diferentes da *Camellia sinensis* também podem ser utilizadas em infusões e o procedimento de obtenção é o mesmo, ou seja, fervura em água. Depois disso, qualquer tipo de infusão em água quente passou a ser denominada popularmente de *Chá* (Rhommer, 2002; Duarte e Menarim, 2006).

São diversos os tipos de chás utilizados para fins terapêuticos, dentre os mais difundidos nas regiões brasileiras podemos citar: o boldo (para problemas digestivos), camomila (efeito calmante), capim-santo (indicado em problemas gastrointestinais), erva-doce (empregado para dor de cabeça), erva-cidreira (reduz as contrações musculares involuntárias), hortelã (empregado nas afecções estomacais e intestinais), canela (incentiva o organismo a eliminar as substâncias tóxicas e bactérias através do suor) e carqueja (exerce ação benéfica sobre o fígado e intestinos). Seu consumo é um

hábito de muitas famílias passado de geração para geração (Morais e Braz Filho, 2007; Moraes et al., 2009).

Apesar do avanço tecnológico dos medicamentos, o uso de práticas alternativas na saúde, por meio de chás de plantas medicinais tem permanecido. Alguns aspectos têm contribuído para que isso aconteça, como: costumes populacionais, melhoria nos hábitos de vida, facilidade de utilização, relação custo-benefício, baixos efeitos colaterais, baixo custo, eficiência e/ou melhoras significativas no combate a inúmeras enfermidades (Cavaglier e Messeder, 2014). Contudo, é necessário que haja um consumo adequado da bebida, pois o excesso pode trazer problemas à saúde. A diferença entre o benefício e o malefício depende da dosagem administrada (França et al., 2008).

A presença dos chás no cotidiano e as suas propriedades benéficas ao organismo do ser humano gera um tema muito importante para discussão, pois permite abordar alguns conceitos envolvendo a Química Orgânica, em especial o conteúdo de *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos*, capaz de despertar o interesse dos alunos e tornar o estudo da disciplina mais atrativo, contextualizado e de fácil compreensão.

Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou entender a extensão do conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto *Chás* e fazer uma inter-relação com a *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos*, combinada à identificação dos chás através de análise multissensorial.

## Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em duas turmas do último ano do ensino médio de uma escola da rede pública da cidade de Fortaleza-CE. As turmas foram compostas por 30 alunos cada, 60 no total, 29 do sexo feminino e 31 do sexo masculino.

A metodologia envolvida no trabalho foi realizada através de cinco aulas expositivas e interativas. A primeira teve duração de 50 minutos e as demais, 100 minutos. Da primeira à quarta aula os alunos foram reunidos na sala de aula para facilitar a aplicação da metodologia proposta. A primeira aula foi desenvolvida por meio do seguinte protocolo: apresentação prévia, finalidades do trabalho e, por último, foi solicitado aos alunos que respondessem um questionário inicial (Material Suplementar), utilizado como ferramenta de coleta de dados. As perguntas foram elaboradas com a finalidade de analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre a Química Orgânica, *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* e a temática *Chás*.

Na segunda aula, foram abordados conteúdos básicos fundamentais para compreender a temática a ser desenvolvida, ou seja, o surgimento do chá, tipos, vantagens e o consumo do

Os primeiros chás foram oriundos de uma planta originária da China, *Camellia sinensis* que produz flores similares às das camélias, recebendo este nome científico que em latim significa *Camélia da China*. Dependendo do processo de preparação das folhas, este arbusto pode originar quatro tipos de chás: branco, verde, *oolong* e o preto.

mesmo. Durante a aula o assunto em pauta foi contextualizado com o dia a dia dos alunos, através de aula expositiva.

A terceira aula teve o intuito de apresentar os hidrocarbonetos e as principais funções orgânicas (álcool, fenol, aldeído, cetona, ácido carboxílico, éster e éter), para em seguida conduzir os alunos a realizarem uma análise da estrutura química das substâncias orgânicas mencionadas, identificando seus grupos funcionais e atribuindo seus nomes sistemáticos, segundo as normas da IUPAC de 1993.

A quarta aula abrangeu o conteúdo de *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* contextualizada com a temática Chás. Por exemplo: iniciou-se com a nomenclatura de um hidrocarboneto. Em seguida, o chá que continha aquela substância foi classificado do seguinte modo: nome do chá, propriedades terapêuticas e representação do composto em fórmula estrutural plana com seu respectivo nome trivial. Posteriormente, foi verificado se havia algum grupo funcional presente na estrutura química apresentada. Finalmente, o nome sistemático de cada composto foi designado de acordo com as normas da IUPAC.

Na Tabela 1 são apresentados os tipos de chás selecionados para a contextualização do conteúdo na quarta aula, assim como a estrutura da principal substância orgânica presente em cada um deles, identificada pelo nome trivial e sistemático, de acordo com as recomendações da IUPAC. Esses chás foram selecionados por serem de fácil acesso, de baixo custo e, principalmente, por conterem em sua composição substâncias com fórmulas estruturais simples. Sendo assim, cada composto representou uma função orgânica para facilitar a abordagem do conteúdo.

Na quinta aula houve uma atividade de identificação dos chás através dos sentidos (atividade multissensorial), realizada em duas turmas separadamente para uma melhor interação com os alunos. Os chás utilizados nessa atividade foram selecionados pelos alunos com a finalidade de facilitar o desempenho dos mesmos durante a realização do procedimento. Para o desenvolvimento dessa atividade foram numerados sete sachês de chás: erva-doce (1), erva-cidreira (2), boldo (3), hortelã (4), canela (5), carqueja (6) e camomila (7). Em seguida, houve a formação de sete equipes, sendo duas com cinco participantes e o restante com quatro, totalizando trinta alunos em cada turma. Posteriormente, os sachês foram sorteados para os grupos e os mesmos receberam um *kit* (xícara, pires, colher e sachê) juntamente com uma folha que continha os nomes dos chás. Em seguida foi solicitado aos integrantes de cada equipe que utilizassem os sentidos para analisar os chás por meio do aroma, sabor, cor e aspectos das plantas (tato). Após o término da aula houve a aplicação de um segundo questionário (Material Suplementar), cujas perguntas tinham por objetivo averiguar o conhecimento adquirido pelos alunos com relação à metodologia aplicada.

## Resultados e Discussão

Com o intuito de identificar o entendimento dos alunos acerca da definição correta de uma *Substância Orgânica*, foi

a eles perguntado qual seria a melhor definição para o termo (Figura 1). Dentre as respostas citadas, 53% responderam de forma equivocada e/ou incompleta enquanto que 47% não conseguiram responder a pergunta. Esses resultados sugerem que os alunos têm ainda um conhecimento fragmentado sobre o assunto. De acordo com Gerhard (2012), um dos efeitos da fragmentação do conhecimento é a ausência de sentido que surge nos alunos como rejeição a determinadas disciplinas, fazendo com que eles não percebam as semelhanças e as relações entre as áreas de conhecimento.

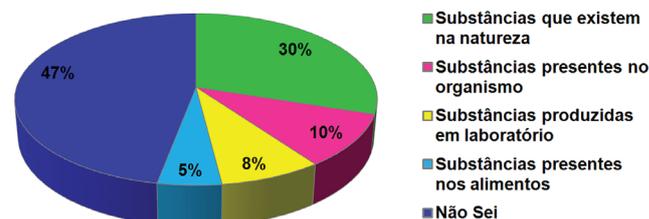


Figura 1: Entendimento dos alunos em relação à definição de substâncias orgânicas.

Então, para verificar o conhecimento prévio sobre a temática, foi perguntado se os alunos já tinham utilizado algum tipo de chá de forma terapêutica e, de forma unânime, observamos que os mesmos apresentaram bastante conhecimento no sentido de associá-los ao seu uso e benefícios obtidos. Como demonstrado na Figura 2, os chás citados e seus benefícios foram: boldo (dor de estômago); camomila (calmante); erva-doce (dor de cabeça); erva-cidreira (dor de estômago e insônia); capim-santo (ansiedade e nervosismo) e canela (mau hálito).

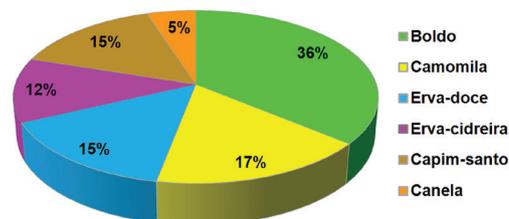
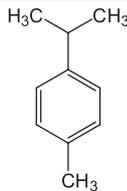
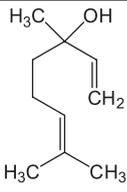
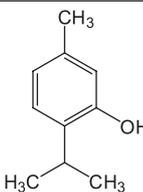
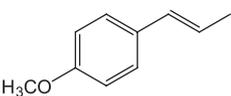
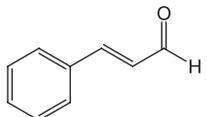
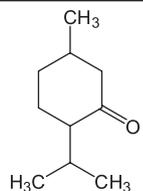
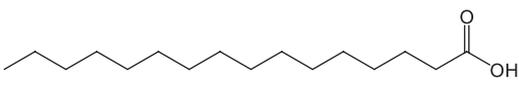
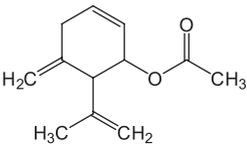


Figura 2: Percentual dos chás citados pelos alunos.

Na perspectiva de entender um pouco mais sobre a forma pela qual estes alunos se comportam em relação aos problemas de saúde cotidianos, os questionamos sobre qual procedimento eles adotam em caso de serem acometidos com alguma enfermidade de pouca urgência e de fácil controle. De acordo com a Figura 3, apenas 22% dos alunos preferem procurar uma farmácia e 12% algum centro de saúde, justificando que já se habituaram a tomar remédios para alívio dos sintomas como gripe, enxaqueca e dores de cabeça. Uma maioria muito significativa (63%) utiliza-se dos chás para combater os mais diversos males, afirmando ser um hábito familiar adquirido; mostrando que na região o chá faz parte do cotidiano da maioria dos alunos envolvidos no trabalho.

De acordo com Rohmer (2002), são muitos os tipos de chás que agradam diversas pessoas no mundo, sendo assim,

Tabela 1: Seleção dos chás: principal substância orgânica presente, nome trivial e nomenclatura sistemática (IUPAC)

Tipo de chá	Substância (Nome trivial)	Nomenclatura Sistemática
 Boldo ( <i>Pneumus boldus</i> Molina)	 <i>p</i> -cimeno	1-isopropil-4-metilbenzeno
 Capim-santo ( <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf)	 Linalol	3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol
 Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> Labill)	 Timol	2-isopropil-5-metilfenol
 Erva-doce ( <i>Pimpinella anisium</i> )	 Anetol	( <i>E</i> )-1-metóxi-4-(prop-1-en-1-il)benzeno
 Canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees)	 Aldeído cinâmico	( <i>E</i> )-3-fenilprop-2-enal
 Hortelã ( <i>Mentha piperita</i> )	 Mentona	2-isopropil-5-metilciclohexanona
 Malva-santa ( <i>Plectranthus barbatus</i> Andr.)	 Ácido palmítico	Ácido hexadecanoico
 Carqueja ( <i>Baccharis trimera</i> Less.)	 Acetato de carquejilo	Etanoato de 5-metilideno-6-(1-metiletetil)ciclohex-2-en-1-ila

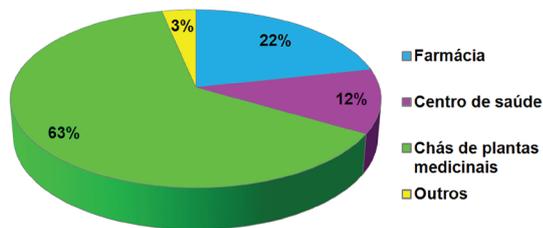


Figura 3: Preferência dos alunos no tratamento de enfermidades cotidianas.

eles se tornam um recurso a mais no tratamento de enfermidades. O Ministério da Saúde reconhece sua segurança, eficácia e efetividade, através do registro dos produtos tradicionais fitoterápicos do Brasil, organizado e atualizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Segundo o órgão, são considerados produtos tradicionais fitoterápicos aqueles registrados com base em literatura que indique uso seguro do produto em seres humanos por, no mínimo, 30 anos (Brasil, 2014).

Dando continuidade ao estudo do conhecimento prévio, um último questionamento tentou analisar as relações de conhecimento dos alunos entre a *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* e os *Chás*, neste caso, 80% dos alunos se mostraram indecisos, ao passo que, apenas 20% entendiam que havia relação entre os temas, apontando uma visão estreita e generalizada sobre o assunto, baseada apenas em concepções limitadas, sem compreender sua aplicação em situações do cotidiano. De acordo com Matos et al. (2009), os alunos do ensino médio, muitas vezes, são levados a memorizar regras e classificações na nomenclatura dos compostos orgânicos que, por não serem utilizadas com frequência, acabam caindo no esquecimento; e, pela forma como são abordadas, não contribuem efetivamente para uma aprendizagem significativa, uma vez que esta só acontece quando o aluno consegue internalizar um conceito de modo que ele passe a fazer parte da sua visão de mundo.

Um segundo questionário foi aplicado ao final de toda a atividade metodológica proposta neste trabalho (5 aulas), o qual teve por finalidade averiguar o conhecimento adquirido pelos alunos acerca do assunto abordado de forma contextualizada, além de saber a opinião dos alunos acerca da metodologia empregada em sala de aula.

Os alunos foram conduzidos a analisar a estrutura molecular do mentol (substância responsável pelo aroma do chá de hortelã) e responder questionamentos a respeito dos seus grupos substituintes, função orgânica presente, nomenclatura e citar uma propriedade medicinal. De acordo com a Figura 4, foi possível observar que os percentuais de acertos nos itens solicitados foram bastante superiores em relação aos percentuais de erros, que, em média não passaram de 16%. Um ponto que merece destaque é o fato de que 84% dos alunos acertaram o nome sistemático da substância (item d), demonstrando uma evolução na compreensão do conteúdo. O acerto máximo no item referente à propriedade medicinal (e) demonstra que os alunos puderam adquirir um bom conhecimento sobre os efeitos terapêuticos dessa

bebida, conforme demonstraram nos comentários sobre os benefícios do mesmo, tais como: combate a dor de garganta, alívio da tosse, combate a gripes e resfriados.

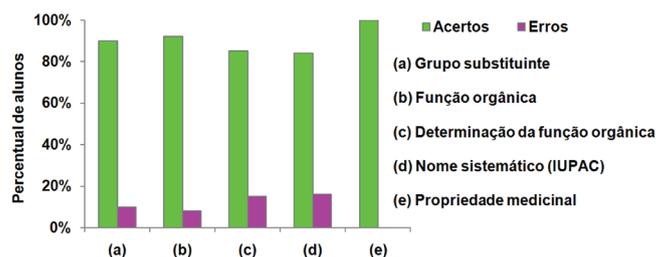


Figura 4: Percentuais de acertos e erros referente à estrutura molecular do Mentol.

Na pergunta seguinte, foi fornecida a nomenclatura sistemática do princípio ativo da erva doce e solicitado que os alunos desenhassem a fórmula estrutural. Foi observado que a grande maioria (95%) desenhou corretamente a estrutura do composto. Os outros 5% erraram a estrutura devido à localização da ligação dupla presente no grupo substituinte. Esse resultado mostrou que os alunos compreenderam o conteúdo abordado, provavelmente consequência da metodologia aplicada, conduzindo-os a relacionar o conteúdo ensinado em suas experiências cotidianas e, deste modo, proporcionando uma melhora na aprendizagem.

Além disso, os alunos foram questionados sobre quais as maiores dificuldades no aprendizado no decorrer das aulas. A maioria dos alunos apontou a alternativa *Estrutura Química dos Compostos* (65%) enquanto que, em segundo lugar (35%), ficou *Compostos Polifuncionais*. A partir destes percentuais atrelados a relatos e dúvidas dos próprios alunos ocorridos durante as aulas, pode-se inferir que a percepção espacial de uma molécula (espaço tridimensional) é o ponto mais complicado de visualização pelos discentes, assim como a identificação de grupos funcionais em compostos que apresentam várias funções orgânicas. Tal como observado por Rezende et al. (2016), a visualização da estrutura espacial (bi/tridimensional) das moléculas foi o maior empecilho encontrado pelos estudantes, mesmo após a aplicação de estratégia didática no ensino de estereoquímica.

De maneira geral, os resultados apontam que as aulas contextualizadas mostraram-se bastante elucidativas, conceitos de Nomenclatura sistemática e trivial dos compostos utilizando substâncias ativas nos chás foram via de aprendizado eficaz e diferenciada para os alunos. Sem contar que estes se sentiram estimulados e atentos às aulas, não havendo faltas dos mesmos no período, considerando o caráter voluntário na participação. Neste sentido, pode-se inferir que a motivação na abordagem destes conteúdos influenciou positivamente no processo de aprendizagem, e que o estímulo através dos sentidos tornou o processo ainda mais animador e instigante. De acordo com Moraes e Varela (2007), os professores devem trabalhar para atrair a atenção dos alunos para o assunto estudado, e uma maneira interessante é a de estimular todos os sentidos do aluno. Segundo Soler (1999),



Figura 5: Etapas da atividade de identificação dos chás através dos sentidos.

o sujeito aprende melhor e as informações vão fazer mais sentido para ele na medida em que é possível disponibilizar situações que sejam multissensoriais: visão, tato, audição, olfato e paladar, o máximo possível.

Deste modo, a análise de identificação dos chás através dos sentidos foi realizada como elemento motivacional, a fim de despertar o interesse dos alunos pela temática e fixar o conteúdo abordado em aulas anteriores. No início da atividade foram distribuídos diferentes chás em sachês para que os alunos pudessem sentir, através do aroma, tato e visão para, em seguida, identificá-los. Em um segundo momento, a visão e o paladar foram testados simultaneamente, os alunos puderam observar as cores dos chás e experimentá-los, para dessa forma, contar com mais subsídios na identificação dos mesmos. Em um último momento, os alunos tocaram as plantas sentindo suas texturas e aromas. Essa combinação multissensorial permitiu que os alunos fossem capazes de identificar os sachês que lhes foram dados inicialmente (Figura 5). Após a identificação dos 7 sachês, o professor demonstrou para a turma a substância orgânica presente em cada chá.

Os alunos obtiveram excelente desempenho na atividade, em todas as turmas, surpreendendo a todos. Eles disseram ter gostado muito, pois tiveram que usar seus conhecimentos prévios, adquiridos no cotidiano familiar e interagir com os colegas; despertando a curiosidade e o interesse. A combinação multissensorial e a parceria com os colegas foram fundamentais na identificação dos chás, pois, apenas os sachês ou a cor da bebida não foram conclusivos, pois foi necessário um esforço conjunto e o emprego de todos os sentidos para o sucesso da atividade.

Proporcionar oportunidades para que os alunos se sintam motivados favorece o avanço da aprendizagem, fazendo dos alunos os próprios protagonistas na construção do seu conhecimento. Ao introduzir a atividade ficou claro o envolvimento pela observação e estímulo dos sentidos, e possibilitou uma discussão didática dos conceitos relacionados à *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos*, nem sempre visto pelos alunos como simples ou de fácil compreensão.

Uma última pergunta foi elaborada no sentido de saber se os alunos acharam o conteúdo de *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* mais interessante e compreensível através do emprego da temática *Chás*. Todos responderam

que concordavam plenamente com a afirmação, mencionando ainda que a assimilação do conteúdo foi facilitada, pois eles já conheciam muito sobre chás e suas aplicações e também pelo interesse em aprender mais para informar aos pais e parentes sobre o assunto.

### Conclusão

Nem sempre é uma tarefa fácil despertar o interesse dos alunos com temáticas apropriadas aos conteúdos estudados, atrelados a um conhecimento prévio cotidiano. Por outro lado, os resultados deste estudo apontaram que a utilização da temática *Chás* como elemento motivacional na abordagem do conteúdo de *Nomenclatura dos Compostos Orgânicos* no ensino médio, contribuiu sobremaneira na aprendizagem do conteúdo, que é um dos assuntos fundamentais dentro da disciplina de Química Orgânica. O estudo mostrou que levar em conta um assunto muito difundido na região e utilizado no cotidiano dos alunos, favoreceu e estimulou a busca pelo conhecimento, uma vez que os alunos conseguiram perceber a importância do conteúdo didático em suas vidas, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e capazes de optar por um estilo de vida mais saudável. Sem dúvida, a combinação multissensorial foi essencial para a exploração do conteúdo, pois os sentidos são responsáveis por nossa capacidade de interpretação daquilo que nos cerca. Explorá-los adequadamente cria condições para que determinados processos cognitivos se desenvolvam, auxiliando os alunos na construção do conhecimento. Portanto, a atividade valorizou as experiências e conhecimentos prévios dos alunos, mostrando claramente que eles podem e são capazes de trazer conhecimentos relevantes que os auxiliem no desenvolvimento do assunto em sala de aula.

**Francisco Erivaldo Freitas da Silva** (erivaldo\_009@hotmail.com), licenciado em Química pela UFC, é mestrando em Química na UFC. Fortaleza, CE - BR. **Nilce Viana Gramosa** (nilce@dqi.ufc.br), graduada em Química Industrial pela UFC, mestre em Química Orgânica pela UFC, doutora em Química Orgânica pela UFC, é professora de Química Orgânica na UFC. Fortaleza, CE - BR. **Viviane Gomes Pereira Ribeiro** (vivianepribeiro@live.com), licenciada em Química pela UFC, mestre em Química pela UFC, é doutoranda em Química na UFC. Fortaleza, CE - BR. **Selma Elaine Mazzetto** (selma@ufc.br), bacharel em Química pela USP, licenciada em Química pela UFC, mestre em Ciências pela USP, doutora em Química pela USP, é professora de Química na UFC. Fortaleza, CE - BR.

## Referências

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei número 9.394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 8 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. *Ministério da Saúde*. Instrução Normativa nº 02 de 13 de maio de 2014 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária publica a “Lista de medicamentos fitoterápicos de registro simplificado” e a “Lista de produtos tradicionais fitoterápicos de registro simplificado”. Disponível em: [http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saude/legis/anvisa/2014/int0002\\_13\\_05\\_2014.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saude/legis/anvisa/2014/int0002_13_05_2014.pdf). Acesso em: 13 jun. 2016.

CAVAGLIER, M.C. dos S. e MESSEDER, J.C. Plantas medicinais no ensino de química e biologia: propostas interdisciplinares na educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 55-71, 2014.

DUARTE, M.R. e MENARIM, D.O. Morfodiagnose da anatomia foliar e cauliar de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, n. 4, p. 545-551, 2006.

FRANÇA, I.S.X.; SOUSA, J.A.; BAPTISTA, R.S.; BRITTO, V.R.S. Medicina Popular: benefícios e malefícios das plantas medicinais. *Revista Brasileira de Enfermagem*. Brasília, v. 61, n. 2, p. 201-208, 2008.

GERHARD, A.C. e ROCHA FILHO, J.B. A Fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.

MATOS, A.C.S.; TEIXEIRA, D.D.; SANTANA, I.P.; SANTIAGO, M.A.; PENHA, A.F. da; MOREIRA, B.C.T.; CARVALHO, M.F.A. Nomenclatura de compostos orgânicos no ensino médio: influência das modificações na legislação a partir de 1970 sobre a apresentação no livro didático e as concepções de cidadãos. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 40-45, 2009.

MORAES, C.R. e VARELA, S. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. *Revista Eletrônica de Educação*, ano I, n. 1, agosto/dezembro, p. 01-15, 2007.

MORAIS, S.M. de e BRAZ FILHO, R. *Produtos naturais*: estudos químicos e biológicos. Fortaleza, CE: EdUECE, 2007.

MORAIS, S.M. de; CAVALCANTI, E.S.B.; COSTA, S.M.O.; AGUIAR, L.A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, p. 315-320, 2009.

MOREIRA, D. Ervas medicinais: elas são boas para... *Revista*

*Globo Rural*, 2013. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI330103-18283,00-ERVAS+MEDICINAIS+ELAS+SÃO+BOAS+PARA.html>. Acesso em: 10 jun. 2016.

POWER, W.E. (coord.), *Revised nomenclature of radicals, ions, radical ions and related species* (IUPAC recommendations 1993). *Pure Appl. Chem.*, 1993, 65: 1357-1455.

REZENDE, G.A.A.; AMAURO, N.Q.; RODRIGUES FILHO, G.; Desenhando isômeros Ópticos. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 133-140, 2016.

RODRIGUES, J.A.R. Nomenclatura de compostos orgânicos segundo as recomendações da IUPAC. Uma breve introdução, *Chemkeys - Liberdade para Aprender*, [www.chemkeys.com](http://www.chemkeys.com), 1-11, 2011.

ROHMER, F. *O livro do chá*. São Paulo: Aquariana, 2002.

SÁ, L.D.C.; OSÓRIO, L.R.; SOUSA, G.F.N.; SILVA, D. Contextualizando o estudo das propriedades dos compostos orgânicos com uso de plantas medicinais no ensino médio no município de Floriano-Pi. In: Simpósio brasileiro de educação química, 10., 2012, Teresina. *Anais*. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2012/trabalhos/280-13444.html>. Acesso em: 15 jun. 2015.

SOLER, M.A. *Didáctica multisensorial de las ciencias*, Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A, p. 237, 1999.

SOLOMONS, T.W.G. e FRYHLE, C.B. *Química orgânica*. v. 1, 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

TOMÉ, A. *Introdução à nomenclatura de compostos orgânicos*. 2. ed. Lisboa: Escolar Editora, 2010.

VALENZUELA, A.B. El Consumo te y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria. *Revista Chilena de Nutrición*, Santiago, v. 31, n. 2, p. 72-82, 2004.

VIDAL, R.M.B. e MELO, R.C. A química dos sentidos – uma proposta metodológica. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 182-188, 2013.

## Para saber mais

BRAIBANTE, M.E.F.; SILVA, D. da; BRAIBANTE, H.T.S.; PAZINATO, M.S. A química dos chás. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

MATOS, F.J.A. *Farmácias vivas*. 2ª ed. Fortaleza: Ed. UFC, 1994.

SILVA, D. da; BRAIBANTE, M.E.F.; BRAIBANTE, H.T.S. Chás: uma temática para o ensino de grupos funcionais. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 6 (2), p. 86-95, 2011.

**Abstract:** *Thematic Teas: A contribution to teaching the Nomenclature of the Organic Compounds.* Nomenclature of the organic compounds is a subject in which many students find learning difficulties because its rules, definitions and classifications. In this work the thematic *Teas* was applied as a teaching tool due to their beneficial properties in the organism and their chemical compositions. This study involved classes, discussions and questionnaires with the purpose of analyzing the previous conceptions and acquired knowledge by the students. Also an activity of identifying the teas through of the multisensory combination was developed. The results showed that the thematic teas, present in daily life of the students, especially in the Brazilian Northeast, combined with the stimulus of the senses, promotes the search for knowledge and contribute to the citizen formation in a conscious and healthy way.

**Keywords:** Nomenclature of the Organic Compounds; Teas; Multisensory Combination.

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO REFERENTE AO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS

1) A Química Orgânica está presente no nosso cotidiano.

- a) Concordo totalmente
- b) Concordo
- c) Indeciso
- d) Discordo
- e) Discordo totalmente

2) É importante conhecer a composição de um chá.

- a) Concordo totalmente
- b) Concordo
- c) Indeciso
- d) Discordo
- e) Discordo totalmente

3) A nomenclatura dos compostos orgânicos tem alguma relação com chás.

- a) Concordo totalmente
- b) Concordo
- c) Indeciso
- d) Discordo
- e) Discordo totalmente

4) O que você entende por substâncias orgânicas?

\_\_\_\_\_

5) Você já bebeu algum tipo de chá?

( ) Não ( ) Sim, Qual? \_\_\_\_\_

Uso medicinal: \_\_\_\_\_

6) O que você costuma usar em casos de problemas de saúde como gripe, dor de cabeça, dor de estômago que são enfermidades de pouca urgência e de fácil controle?

( ) Farmácia ( ) Centro de Saúde

( ) Chás de plantas medicinais

( ) Outros

Motivo: \_\_\_\_\_

7) Qual o principal motivo que levou o chá a tornar-se uma das bebidas mais consumidas no mundo e possuir um importante papel social no Brasil?

( ) Aroma e sabor

( ) Propriedades Medicinais

( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO REFERENTE AO CONHECIMENTO ADQUIRIDO PELOS ALUNOS

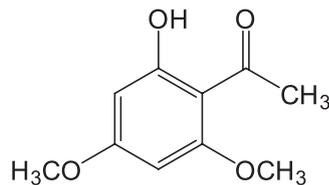
1) Assinale a alternativa que melhor define o termo: composto orgânico.

- a) Os compostos orgânicos são produtos naturais benéficos à saúde humana.
- b) As substâncias orgânicas são aquelas produzidas por organismos vivos.
- c) São compostos biodegradáveis.
- d) A mentona, é um exemplo de composto orgânico, já que possui carbono em sua estrutura química.
- e) São substâncias que não possuem carbono em sua estrutura.

2) Qual dos tópicos abaixo você teve mais dificuldade de entender?

- a) Identificar uma função orgânica.
- b) Grupo substituinte (anteriormente designado por radical).
- c) Identificar funções orgânicas em compostos polifuncionais (mais de uma função orgânica).
- d) Nomenclatura sistemática e trivial.
- e) Estrutura química de um composto orgânico.

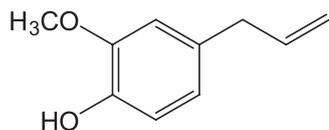
3) O chá de camomila é bastante popular e apresenta em sua composição substâncias benéficas à saúde. A estrutura de um de seus componentes é mostrada abaixo:



Nela estão presentes as funções orgânicas:

- a) Éster, cetona e fenol.
- b) Álcool, éter e cetona.
- c) Éter, fenol e cetona.
- d) Fenol, éter e aldeído.
- e) Éter, fenol e ácido carboxílico.

4) No chá de boldo encontramos o eugenol que auxilia no tratamento de náuseas e indigestão, sua estrutura química é mostrada abaixo:

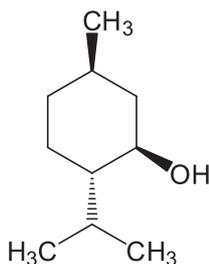


O eugenol possui o grupo funcional OH (hidroxila). Ele pertence à classe funcional álcool ou fenol? Justifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) A substância responsável pelo aroma característico do chá hortelã apresenta a seguinte fórmula estrutural:



A respeito dessa substância, pede-se:

a) Os grupos substituintes

\_\_\_\_\_

b) A função orgânica presente

\_\_\_\_\_

c) O que determina a sua função orgânica

\_\_\_\_\_

d) O nome sistemático

\_\_\_\_\_

e) Uma propriedade medicinal

\_\_\_\_\_

6) A erva doce possui anetol, 1-metoxi-4-(prop-1-en-1-il)benzeno, um estimulante das funções digestivas, que diminui gases e cólicas. Sobre esse composto, desenhe a fórmula estrutural.

7) Inserir a temática chás em nomenclatura das substâncias orgânicas torna o conteúdo mais interessante e facilita o aprendizado.

a) Concordo totalmente

b) Concordo

c) Indeciso

d) Discordo

e) Discordo totalmente

# Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa

**Francisco J. Mininel, Regina C. G. F. Di Nardo, Luiz A. A. De Oliveira e Maria E. B. Arnoni**

Visando tornar nossas aulas momentos de reflexão e ação pela intervenção pedagógica (mediação), foram utilizados diferentes dispositivos didáticos (vídeos, experimentação, textos de apoio, softwares etc.) e uma proposição metodológica para organizar o conteúdo de ensino. A opção por essa organização metodológica deu-se para que os alunos pudessem manifestar suas ideias prévias (senso comum), permitindo-nos tomar conhecimento de suas concepções acerca do tema em estudo, para problematizá-las, a fim de potencializar e sistematizar os conceitos em estudo e a expressão dos mesmos. Os resultados obtidos indicaram que a mediação pedagógica (relação dialética entre professor e aluno) e a interação entre alunos enriqueceram as atividades da aula, permitindo que os alunos trouxessem à tona os conceitos que possuíam e construísem o conhecimento significativamente, elaborando e testando suas hipóteses, criando estratégias para a solução dos problemas apresentados.

► proposição metodológica, mediação pedagógica, dispositivos didáticos ◀

Recebido em 12/09/2016, aceito em 23/02/2017

339

úmeras pesquisas têm mostrado que o ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química (Melo, 2012).

Esse fato requer do professor a ressignificação do conhecimento científico a partir das concepções prévias dos alunos, estimulando-os a participar ativamente na construção de sua aprendizagem, disponibilizando recursos e favorecendo a participação, expressão e a comunicação de todos os alunos, fugindo de posturas autoritárias que o caracterizam como detentor de um conhecimento único, absoluto e inquestionável. Assim, teremos como consequência a superação dos obstáculos epistemológicos e a efetivação da construção do espírito científico, por meio da formação de sujeitos autônomos e críticos (Medeiros et al., 2016).

Atividades elaboradas dentro deste contexto permitem a

**O processo de mediação significa a ação que se interpõe entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É pela mediação dos recursos sociais que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação do real (Ribeiro, 2007). Desse modo, o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.**

interação dialógica entre professor/aluno, com o objetivo de se estabelecer a relação entre o que o aluno já sabe sobre um determinado tema e o conceito pretendido pelo professor, ou seja, partir do senso comum (conhecimento prévio) até o estabelecimento do conceito reelaborado em sua estrutura cognitiva (Ausubel, 1980).

Nesse processo o professor deve atuar como mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-o predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo (Marcondes e Suart, 2009).

O processo de mediação significa a ação que se interpõe entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É pela mediação dos recursos sociais que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação do real (Ribeiro, 2007). Desse modo, o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Entende-se por relação direta, a relação do

sujeito com o objeto real, concreto. Relação mediada é o conhecimento desse objeto de significação através de seus significantes simbólicos, os signos/palavras. Poderão ser mediadores na prática pedagógica, além da função simbólica, os colegas, os professores e também os instrumentos de mediação, os quais denominamos aqui de dispositivos didáticos (Medeiros et al., 2016).

De acordo com Vygotsky, os conceitos espontâneos são adquiridos naturalmente enquanto os conceitos científicos são de modo deliberado, intencional e sistematizado. É nas interações com os outros que o sujeito vivencia processos de internalização dos conhecimentos (Vygotsky, 2001). Assim, o conceito de mediação é uma contribuição fundamental da Teoria de Vygotsky.

Em vista do exposto, entende-se que o professor deve assumir o papel de organizador, escolhendo situações adequadas para abordar conceitos e o maior número de capacidades; sugerindo aos alunos informações, selecionando e reformulando tarefas de acordo com a realidade dos alunos, encorajando-os, proporcionando contato com conceitos e promovendo a construção de novos conceitos.

Também, orientando pesquisas bibliográficas, adequando os problemas com uma linguagem clara, avaliando o processo e organizando o trabalho em sala de aula de maneira adequada (Lopes, 1994).

## Metodologia

Este trabalho está ancorado em três suportes: (a) **Fundamentos teóricos**, (b) **Proposição metodológica para o ensino** e (c) **Proposição avaliativa processual**, a fim de possibilitar o acompanhamento, a observação e a constatação da mudança de concepção dos alunos no decorrer do desenvolvimento dos temas, em especial, nas atividades finais. Como suporte teórico são utilizadas duas áreas do conhecimento: conceitos pedagógicos e conceitos químicos.

Os conceitos pedagógicos foram selecionados da *Teoria da Aprendizagem Significativa* de Ausubel e o *Sociointeracionismo* de Vygotsky. Da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel foram selecionados conceitos como, por exemplo, os *subsúncos*, *estrutura cognitiva hierarquizada* e *organizadores prévios* (Ausubel, 1976). O subsunção é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito (Ausubel, 1973). De acordo com este autor, o termo estrutura cognitiva refere-se à organização de ideias na mente de um indivíduo de maneira hierarquizada, podendo ser representada por uma pirâmide, na qual as ideias mais gerais, amplas e inclusivas,

ocupam o topo e as menos gerais e as informações específicas formam a base.

Desse modo, considera-se que o conhecimento do senso comum reflete o conhecimento prévio, podendo auxiliar o professor na sua prática pedagógica (Carvalho et al., 2007). De acordo com as Teorias Cognitivistas de Ensino e Aprendizagem, como a de Ausubel, é necessário ter noção do conhecimento prévio do público alvo para a realização de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1976).

Assim, uma das formas de favorecer a ocorrência de aprendizagem significativa é partir de ideias relevantes de caráter geral, amplo e inclusivo, existentes na estrutura cognitiva do aluno, e diferenciá-las progressivamente (*diferenciação progressiva*), modificá-las de maneira a chegar a ideias mais específicas, através da interação entre a já existente e as novas informações. Outra forma, seria favorecer a integração de ideias específicas a uma ideia mais ampla, geral e inclusiva, através da *reconciliação integrativa* (Gepeq, 1993).

Nesse contexto, os organizadores prévios também podem servir como ativadores de subsúncos que não estavam sendo usados pelo estudante, entretanto que estão presentes na sua estrutura cognitiva. Os organizadores prévios podem se apresentar sob a forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceituais, entre outros, que são apresentados ao estudante, em primeiro lugar, em nível de maior abrangência, permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, tornando mais fácil o relacionamento da nova informação à informação pré-existente (Gepeq, 1993).

Os conceitos químicos foram selecionados das diferentes áreas da Química. Como suporte metodológico, houve a utilização de conceitos pedagógicos na elaboração de uma *proposição metodológica* para o ensino dos conceitos químicos, empregando diferentes *dispositivos didáticos* para organizar os conceitos e estabelecer a relação de mediação dialética entre o professor e o aluno, em situação de aula. *Dispositivos didáticos*, nesse trabalho, devem ser entendidos como todos os recursos usados com o propósito de levar o aluno do senso comum ao conceito científico.

Como proposição avaliativa processual temos as questões prévias à aplicação das atividades (*dispositivos*) para resgatar os conhecimentos iniciais (*conhecimentos prévios*) dos alunos. Ao final, foram feitos questionamentos posteriores à aplicação das atividades para verificação do real aprendido dos conceitos pretendidos, incluindo a montagem de *mapas conceituais*. Os dispositivos didáticos permitiram o acompanhamento do processo de ensino e de aprendizagem, conforme indicado no fluxograma da Figura 1.

Os alunos participantes deste trabalho são alunos do

Os conceitos químicos foram selecionados das diferentes áreas da Química. Como suporte metodológico, houve a utilização de conceitos pedagógicos na elaboração de uma *proposição metodológica* para o ensino dos conceitos químicos, empregando diferentes *dispositivos didáticos* para organizar os conceitos e estabelecer a relação de mediação dialética entre o professor e o aluno, em situação de aula.

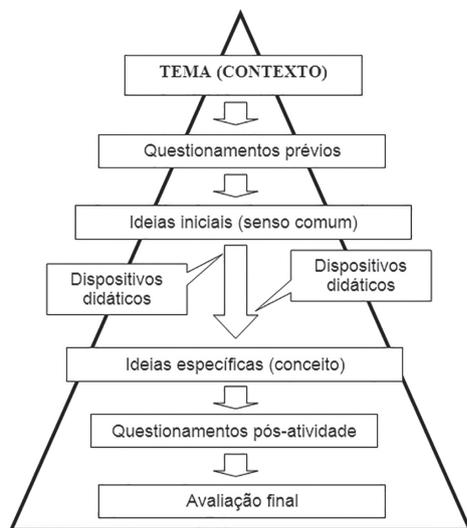


Figura 1: Esquema de organização metodológica (utilização de múltiplos dispositivos didáticos para mediação na prática pedagógica).

professor/pesquisador em uma Escola da Rede Estadual onde o mesmo é professor efetivo da disciplina Química. Inicialmente foram escolhidos “temas” para cada uma das séries (primeiros, segundos e terceiros anos do Ensino Médio) e organizou-se a metodologia, conforme indicado no Quadro 1. O trabalho transcorreu durante um ano letivo, iniciando-se as atividades com os alunos do 1º Ano (fevereiro, março e abril), 2º Ano (maio, junho e agosto), 3º Ano (setembro, outubro e novembro) em horário contrário ao período normal de aula desses alunos. As três séries pertenciam ao período da manhã.

A escola escolhida localiza-se na cidade de Fernandópolis-SP. Por conta da falta de laboratório na escola, o trabalho experimental e coleta de dados foi realizado no laboratório didático de Química de uma Universidade particular da cidade, com a qual se estabeleceu uma parceria extremamente importante para concretização dos objetivos desse trabalho. As atividades foram realizadas com os alunos do período da manhã, uma vez que os alunos do noturno não aderiram ao projeto por motivos de trabalho.

Quadro 1: Temática discutida em cada série e metodologia comum adotada.

Série (Ensino Médio)	Temática discutida	Metodologia comum adotada para cada uma das séries
1º Ano	“SOLOS”	- Levantamento das <b>ideias prévias</b> dos alunos em relação ao tema; - ( <i>Organizador prévio</i> ): análise de vídeos do programa TV Escola – Ensino Médio (Brasil, 1994); - Seleção de dispositivos didáticos diversos (experimentos relacionados ao tema); - Mediação do professor (elaboração de questões a fim de levar a uma investigação para mobilização de funções e levantamento de <b>hipóteses, previsões</b> ).
2º Ano	“ÁGUA”	- Proposição de outros dispositivos didáticos (textos de apoio, pinturas, representação de modelos elaborados através de desenhos, exercícios, outros experimentos complementares etc.).
3º Ano	“INTERAÇÃO INSETO- PLANTA”	- Confirmação das hipóteses e previsões iniciais e verificação da ocorrência de aprendizagem significativa. - Construção de mapas conceituais para acompanhar a aprendizagem (avaliação final).

Os alunos do 1º Ano do Ensino Médio inscritos no Projeto (1º A, 1º B e 1º C), se organizaram em um total de 06 grupos, o qual denominamos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6), contendo cada grupo formado, cerca de 06 a 07 alunos. Do mesmo modo, dividiram-se os alunos do 2º Ano em 07 grupos com 04 ou 05 alunos em cada. O 3º Ano do Ensino Médio foi dividido em 04 grupos, com 04 alunos cada.

O trabalho nas diferentes séries tinha início a partir da análise de vídeos do Programa TV Escola MEC, os quais foram denominados de Organizadores (contexto/ motivador inicial). Foram selecionados em diversas fontes experimentos (**dispositivos didáticos**) relacionados com os temas do vídeo assistido. Antes dos alunos assistirem ao vídeo ou realizarem atividades ou experimentos, era feito o levantamento das *ideias prévias* dos alunos em relação aos temas abordados. Nesse processo o professor tinha o papel de mediador, colocando questões acerca do observado, possibilitando aos alunos a interação com os conceitos. As questões para discussão foram elaboradas com o propósito de levar a uma investigação para levantamento de *hipóteses, previsões*, confirmação dessas hipóteses, ou não. Visando alcançar os objetivos, uma série de outros dispositivos didáticos foram propostos (textos de apoio, pinturas, representação de modelos elaborados através de desenhos, exercícios, outros experimentos complementares etc.). Esses eram organizados de modo a permitir a interação entre os alunos (aprendizes) e o professor, alunos-alunos e alunos-dispositivos didáticos.

### Resultados e discussão

As atividades com os primeiros anos iniciaram-se a partir da análise do vídeo: “*Pigmentos – Linhas, formas e cores*” – TV Escola – Ensino Médio (Brasil, 1994). Tratava-se de um programa com tema interdisciplinar envolvendo as áreas de Química, Arte e História. Dentro da temática solos realizou-se a “*extração de pigmentos para produção de tintas*”. Tal atividade foi sugerida pela equipe de professores do vídeo– TV ESCOLA – MEC (Brasil, 1994). Dentro desse

experimento pôde-se trabalhar com conceitos introdutórios importantes dentro da Química, tais conceitos relacionados com substâncias puras e misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, separação de misturas (decantação, filtração etc) e existência de substâncias responsáveis pelas diferentes colorações dos diferentes tipos de solo. Tais conceitos afloravam espontaneamente a partir da execução da atividade e eram sistematizados a partir da visita do professor em cada um dos grupos. Ao final da atividade, os alunos expressaram sua criatividade, pintando telas com a “tinta” produzida a partir do solo, sendo algumas delas mostradas na Figura 2.



Figura 2: Telas produzidas com tinta feita a partir de diferentes tipos de solo.

Em continuidade às atividades experimentais dentro do tema solo, propôs-se a “verificação da condutividade elétrica dos solos” (Pitombo e Marcondes, 1998, p. 39-40). Em relação a esse experimento, trouxemos pronto de antemão, o equipamento para medir a condutibilidade elétrica (um para cada grupo). Cada grupo tinha na sua bancada os diferentes tipos de solo os quais trabalharam na aula anterior, água de torneira e água destilada. Em seguida, foi proposto que analisassem se o solo possui a capacidade de condução da corrente elétrica. Após entrega da folha de atividades, iniciou-se com os seguintes questionamentos: 1) Será que a água destilada pode conduzir a corrente elétrica? Por quê? 2) Na sua opinião o solo totalmente seco poderia conduzir corrente elétrica? 3) O que vocês poderiam fazer para que o solo seco passasse a conduzir corrente elétrica? Os alunos foram orientados para que discutissem em grupo e escrevessem os resultados das discussões na folha de resposta.

Na Questão 1, todos os grupos indicaram que seria possível a água destilada conduzir a corrente elétrica, contudo somente um dos grupos (G4) relacionou a condutibilidade elétrica à presença de cargas elétricas, apesar de não indicarem a existência de cargas de sinais contrários. Constatou-se que a maioria dos alunos traz do senso comum a ideia de que a água seria condutora, porém não relacionaram o fato à presença dos íons em solução. Verificou-se aí, a necessidade

de intervenção do professor na proposição de outras atividades e questionamentos para elaboração do conhecimento pretendido. O professor é, portanto, o mediador desse processo, devendo estimular outras situações e busca de novos instrumentos de mediação (dispositivos) que propiciem a aprendizagem dos conceitos ainda não elaborados na estrutura cognitiva do aluno. Por isso, foi solicitado que os alunos realizassem o teste de introdução dos eletrodos no béquer contendo água destilada. Os alunos perceberam que a lâmpada acendia muito fracamente. Solicitou-se, então, que misturassem o solo em água e antes da introdução dos eletrodos questionou-se: “O solo totalmente seco seria condutor de corrente elétrica”? Para essa questão, todos os grupos disseram que “não”. Mais uma vez foram questionados: Por quê? Os alunos discutiram nos grupos e responderam:

(G1) Não, porque os minerais dele não podem agir; (G2) Não, pois nesse caso a condutibilidade elétrica é nula; (G4) Não pode conduzir a corrente elétrica porque as cargas elétricas do solo não estão dissolvidas.

A partir da resposta do (G1), pôde-se perceber que existe a noção de que as substâncias do solo é que são responsáveis pela condutibilidade elétrica desse, mas os obstáculos conceituais ainda são grandes para uma explicação com rigor científico maior. O (G2) relaciona a não condutibilidade elétrica a uma certa neutralidade do material solo quando seco. O (G4), como demonstrado na resposta anterior, é o que mais se aproxima da resposta desejada, ainda que, de forma bastante simplória, mostrando a noção de que para ocorrer a condução elétrica seria necessária uma certa separação das substâncias em cargas. Todavia, o grupo ainda não tem clara a noção de existência de íons em movimento na solução. Solicitou-se, então, que fizessem o teste. Pôde-se verificar que, apesar da confirmação das suas previsões, ainda não tinham claro a exata noção sobre o fato que tinham observado. Em continuidade ao experimento, solicitou-se que misturassem água no solo e introduzissem os eletrodos. Questionou-se novamente: “O solo agora, conduz corrente elétrica? O que se observa em relação à luminosidade da lâmpada? Por quê?” Tomemos para análise as respostas dadas pelo (G1), (G4) e (G6):

(G1) A lâmpada se acende com maior intensidade que a água destilada porque os seus minerais estão dissolvidos na água. Na água destilada tem poucos minerais; (G4) O solo agora conduz a corrente elétrica porque existe os minerais em maior quantidade e esses minerais estão dissolvidos na água de acordo com suas cargas; (G6) A água destilada é pura por isso conduz pouco a energia, no entanto o solo tem várias matérias e essas ficam dissolvidas na água que colocamos e a energia elétrica passa em maior quantidade.

Novamente, verificou-se que os alunos têm a noção de que substâncias químicas são responsáveis pela menor ou maior condutibilidade elétrica da solução, porém ainda manifestam uma visão simplista e pouco rigorosa a respeito do fenômeno observado, fato esse que nos motivou a intervir junto aos alunos para fazer com que construíssem de maneira efetiva o conhecimento pretendido. Para um maior

entendimento acerca dessa questão, trabalhou-se na aula seguinte com o software (*Rutherford-Scattering*<sup>®</sup>), acessível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering), em que os alunos tiveram a oportunidade de observar e trabalhar com a Estrutura Atômica, sob mediação do professor. A partir do uso do software, pôde-se chegar a definições de átomos neutros e íons e ao entendimento do porquê da condutibilidade elétrica da água destilada e da solução de água e solo. No desenrolar da atividade, outras questões foram propostas: “Ao se adicionar sal de cozinha na água destilada e medir a sua condutibilidade elétrica com o dispositivo, o que você esperaria observar”? Por quê? Após discussões os grupos se expressaram:

*(G1) Nós achamos que a água pura (destilada) vai conduzir um pouco e a água quando colocar o sal aumentará o brilho da luz porque tem mais substâncias e íons se movimentando; (G2) A água destilada tem menor número de íons e ao adicionar o sal, este deixará a água com maior quantidade de íons e as lâmpadas vão se acender; (G3) Por causa dos íons que são positivos e negativos e que estão circulando na água.*

Pôde-se perceber que agora os alunos conseguiram entender melhor a ideia de que o brilho da lâmpada está relacionado à solubilidade e à maior ou menor concentração de certas partículas carregadas, explicando a alta condutibilidade elétrica da água com sal e ao acendimento somente da lâmpada de neônio quando os eletrodos são introduzidos na água destilada. Portanto, constatou-se que os conceitos científicos pretendidos começavam a ser construídos de maneira mais efetiva pelos alunos, demonstrando que as ideias de caráter mais geral, amplo e inclusivo existentes na estrutura cognitiva dos alunos começavam a se diferenciar progressivamente, modificando-se em ideias mais específicas, através da interação entre o já existente e as novas informações, estabelecendo-se a *diferenciação progressiva* (Ausubel, 1980).

Com os segundos anos do Ensino Médio, iniciou-se com o estudo do tema “Água”, assistindo ao filme da TV-Escola – Água (Brasil, 1994). Foram elaboradas as seguintes questões prévias: “(1) De onde vocês acham que vem a água que chega à sua casa? Essa água é pura? (2) Como reconhecer que uma substância é pura? (3) A água que você bebe é potável? O que é água potável? (4) De onde vem o oxigênio que os peixes respiram?”

Para a primeira questão, constam as seguintes respostas:

*(G1) A água de Fernandópolis é retirada dos poços (água subterrânea), ela vai para a estação de tratamento e depois é distribuída para toda a cidade. Ela não é pura, é apenas potável; (G2) Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos na nossa casa. Essa água não é pura porque ela não contém só moléculas de água, tem também sais minerais dissolvidos em sua composição; (G3) Da SABESP, local onde efetua-se o tratamento para torná-la própria para consumo. Porém, não é um líquido puro, pois contém outros elementos como o cloro, flúor, etc.; (G4) A água vem das represas ou dos*

*poços e ela precisa ser tratada para eliminar os resíduos que sujam ela. A água tem muitos materiais e não é só água pura. Nesse caso, achamos que ela não é pura. Ela vai ser tratada, mas não é pura; (G7) Vem de lençóis freáticos e depois passa por uma estação de tratamento até chegar por encanamentos às casas. Não, pois ela não contém só moléculas de água, mas também sais minerais dissolvidos em sua composição.*

A partir das respostas dadas, verifica-se que existe a noção de que a água que consumimos não é pura (sentido químico), mas sim uma mistura de outras substâncias. O (G1) indica que ela não é pura, mas apenas potável. O (G2) apresenta a clara noção de que a água pura só deve conter molécula de H<sub>2</sub>O. O (G3) indica ser a água composta por elementos. Tem a noção de que a água não pode ser considerada pura quimicamente, entretanto faz-se confusão entre substância química e elemento químico (confusão essa, muito comum entre alunos de nível médio). O (G7) indica que a água tratada contém sais minerais dissolvidos, demonstrando o conhecimento de que apesar de própria para o consumo, a mesma não é pura no sentido químico. De acordo com o exposto, verifica-se que todos os grupos dão o mesmo padrão de respostas, o que nos permite concluir que possuem conhecimento sobre as diferenças entre os conceitos de substância pura e mistura.

Na segunda questão prévia, pretendia-se verificar o grau de conhecimento dos alunos em relação ao reconhecimento de uma dada substância quanto à pureza:

*(G1) No caso da água, ela só é considerada pura desde que apresente somente moléculas de água; (G2) Quando ela possui características específicas. Exemplo: no caso da água, a densidade é 1, ebulição é 100 °C e solidificação é 0°C. Quando ela não se mistura a outro tipo de substância; (G3) Através dos sentidos (tato, olfato, paladar, etc.) ou de experiências bem efetuadas.*

A partir das respostas dadas percebe-se que muitos dos alunos apresentam a informação correta a respeito da pureza da água do ponto de vista químico (G1) e (G2). O (G2) consegue relacionar a pureza do material água com as propriedades específicas da substância pura água. O (G3) relaciona a pureza aos aspectos que se pode perceber através órgãos dos sentidos, não tendo uma visão clara do que seria uma substância pura. Esse grupo relaciona a pureza do material à ausência de cor ou cheiro. Entende-se daí que os alunos do grupo (G3) não têm claro ainda o conceito de pureza no sentido cientificamente correto. O fato dos alunos apresentarem explicações para os fenômenos, muitas vezes diferentes daquela aceitável cientificamente, caracteriza suas concepções alternativas. As concepções alternativas podem ser entendidas como as ideias dos alunos que interagem com demonstrações do professor, com a linguagem científica, com as leis e teorias e com as experiências, tentando reconciliar suas ideias empíricas com conceitos aceitos cientificamente (Fernandez e Marcondes, 2006).

A terceira questão procura verificar se os alunos tem a noção do que significa a potabilidade da água. Nas respostas

dadas fica claro que os alunos têm a noção de que uma água para ser considerada potável deve estar tratada e livre de micro-organismos patogênicos. Como podemos perceber, o seu conceito de qualidade está diretamente ligado ao atendimento da sua qualidade de consumo. Provavelmente, consideram água de qualidade a que apresenta-se incolor, insípida e inodora. Transcrevem-se algumas das respostas dadas:

(G4) *Sim, a água própria para beber, ela é incolor, inodora e insípida;* (G5) *A água que bebemos é bem potável e a água que bebemos é uma água incolor, inodora e insípida;* (G6) *Sim, a água que bebemos é potável porque não tem impurezas e é inodora e insípida;* (G7) *Sim, porque ela é tratada e não contém microorganismos nocivos para nossa saúde.*

Na quarta questão prévia ao vídeo buscou-se verificar se o aluno tinha uma noção clara sobre a presença do oxigênio dissolvido na água (dissolução de gases). Perguntou-se de onde viria o oxigênio que os peixes respiram. Essa pergunta aparentemente muito simples, é muito importante. É comum o aluno supor que o oxigênio utilizado na respiração dos peixes seja o oxigênio presente na própria molécula de água. Este raciocínio indica o quanto é difícil para os alunos, compreenderem o conceito de *solubilidade*. Seguem as respostas dadas pelos diferentes grupos:

(G1) *Das moléculas da água ( $H_2O$  H = hidrogênio e O = oxigênio);* (G2) *Do ar que se dissolve na água e da fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas;* (G3) *O oxigênio surge através de processo realizado pelos vegetais aquáticos. Os peixes extraem o oxigênio da água.*

Alguns dos grupos indicam que o oxigênio surge durante o processo fotossintético. Os grupos (G2) e (G3) parecem ter uma noção mais clara de que o oxigênio que os peixes respiram está dissolvido na água a partir da interação ar - água.

Com o objetivo de se reconhecer que a água potável contém sais minerais em solução e que a água servida contém também partículas em suspensão, realizou-se o experimento intitulado “Análise de água de diferentes procedências” (Campos, 1978). Foram feitas duas questões prévias ao experimento com a intenção de detectar quais as concepções dos alunos em relação ao que seria água pura e uma água mineral: 1) Existem diferenças entre água mineral e água pura (destilada)? Discuta em grupo e escreva a resposta no espaço abaixo. 2) O que você acha que aconteceria se evaporássemos água destilada e água mineral? Para a primeira questão, temos as seguintes respostas:

(G1) *Sim. A água mineral apresenta em sua composição as moléculas de água e sais minerais e a água pura apresenta apenas as moléculas de água;* (G2) *Sim. A água mineral como o próprio nome diz, existem minerais em sua composição e água pura é só as moléculas de água.*

Para a segunda questão, temos praticamente o mesmo padrão de respostas em todos os grupos. Parece-nos que existe a noção do conceito do que seria uma água quimicamente pura e de mistura (água mineral). Tomemos como exemplo as respostas dadas por dois dos grupos:

(G1) *Com a evaporação da água mineral, irá ficar os sais minerais e com a evaporação da água destilada (pura)*

*não irá sobrar nada, já que as moléculas de água apenas evaporam;* (G3) *Sobrará resíduos da água mineral após a sua evaporação. Na água destilada nada sobra.*

Visando à ampliação dos conhecimentos, executou-se, em seguida, a atividade experimental. Para esse experimento cada grupo trouxe amostras de água de diferentes procedências (água mineral, água filtrada, água servida etc), as quais foram evaporadas. Ao final do processo, os alunos puderam comparar os resultados obtidos e confirmar suas hipóteses. Observou-se bastante interesse por parte dos alunos nos grupos e o estabelecimento de relações de diálogo entre os pares e/ ou entre grupos.

As atividades com os alunos do 3º Ano do Ensino Médio iniciaram-se a partir da análise do vídeo da Série: “O Mundo Secreto dos Jardins – A vida reprodutiva das plantas” - TV Escola (Brasil, 2007). Buscou-se a interação entre a Química e a Biologia (interdisciplinaridade) ao se propor a análise da morfologia de um inseto e de uma flor.

No intuito de um maior aprofundamento acerca da interação inseto-planta e pensando em um texto que servisse de base para a construção de conhecimentos químicos relacionados à Química Orgânica, escolheu-se um texto publicado na “Revista Ciência Hoje”, intitulado “De aromas de insetos e plantas” (Craveiro e Machado, 1986). No texto eram indicados vários conceitos da Química de Produtos Naturais, como a diferenciação entre substâncias do metabolismo primário e secundário, inclusão de diversas estruturas químicas dotadas de atividades biológicas e o fenômeno da isomeria.

Após releitura de trechos do artigo, pediu-se que observassem atentamente as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos presentes no texto. Aproveitou-se desse momento para que se estabelecessem conceitos relativos a tetravalência do átomo de carbono, formação de cadeias, elementos organógenos etc. Solicitou-se aos alunos que escolhessem qualquer um dos compostos do texto e que procedessem a montagem da molécula (fórmula estrutural), utilizando bolinhas de plástico de diferentes cores e tamanhos. Indicou-se as ligações simples, duplas ou triplas com palitos de madeira (tipo churrasco). Após montagem da molécula escolhida pelo grupo, solicitou-se que escrevessem no papel a fórmula molecular do composto escolhido.

Notou-se que o modelo molecular constitui-se um importante dispositivo mediador de aprendizagens. O meio pelo qual o modelo é expresso é conhecido como *modo de representação*. No caso do modelo construído denominamos *modo concreto*, caracterizado pela utilização de materiais resistentes para a produção de uma representação tridimensional (Justi, 2006).

Aproveitou-se o momento para que os alunos fizessem o reconhecimento de grupamentos funcionais. A intervenção do professor foi solicitada por diversas vezes, notando-se uma certa insegurança, que foi sendo paulatinamente abandonada a partir da interação com o professor e à medida que se fazia mais exercícios. Ao analisarem um dos quadros apresentados no texto, os alunos puderam entender que nesse só apareciam compostos que possuíam carbono e hidrogênio

(mirceno, cis-ocimeno, (+) limoneno, etc.), portanto denominados *hidrocarbonetos*. Em aula seguinte, iniciou-se o estudo do fenômeno da isomeria, uma vez que os próprios alunos indagavam o que seria os *cis* ou o (+) e o (-) que aparecia ora ou outra na frente dos nomes dos compostos químicos. Aproveitando-se do interesse manifestado pelos alunos, procedeu-se a explicação do que seria o efeito da isomeria.

Escolheu-se, a partir do texto, um composto para cada grupo (fórmulas estruturais mais simples), sendo este isômero geométrico. Solicitou-se que os alunos construíssem o composto utilizando-se novamente das bolinhas coloridas e palitos. Depois de construídos, questionou-se: Os diferentes grupos ligados à dupla ligação poderão ser dispostos em posições diferentes? Os alunos ficaram em dúvida no primeiro momento, mas responderam que sim quando foram solicitados a manipular os grupos (bolinhas coloridas) trocando-os de posição:

*(G1) Ahamos que sim, pois podemos colocar grupos iguais de um mesmo lado ou colocar grupos iguais em lados contrários; (G2) Podemos, desde que se faça a troca de lados; (G3) Bolinhas de cores iguais podem ficar do mesmo lado ou em lados diferentes; (G4) Os grupos podem ser trocados de lado: grupos iguais de um mesmo lado da ligação dupla ou grupos iguais em lados opostos.*

Após a manipulação dos modelos classificou-se, sem dificuldades, os isômeros em *cis* ou *trans*. Visando levar os alunos a compreender a conversão de um isômero geométrico em outro, como por exemplo, ácido maleico em ácido fumárico (Sardella, 1997), realizou-se mais uma atividade experimental. Antes, porém, de iniciarem o experimento, fez-se o seguinte questionamento: “Seria possível a conversão de um isômero geométrico em outro?” Após discussão nos grupos, os alunos responderam que sim. Questionados mais uma vez do porquê da resposta afirmativa, responderam:

*(G1) Seria possível, pois em atividades anteriores nós conseguimos trocar os grupos ligados na dupla e transformar um isômero no outro (cis) para (trans); (G2) É possível a transformação, porque no modelo de bolinhas conseguimos mudar as bolinhas diferentes e obter um outro isômero; (G3) O isômero cis pode ser transformado em trans por um processo de transformação química. Um pode ser mudado no outro, mudando as posições dos grupos; (G4) Podemos transformar um isômero em outro quando mexemos nas bolinhas do modelo, portanto seria possível fazer a conversão.*

Após realização da atividade experimental para conversão de ácido maleico em ácido fumárico, foi solicitado que colocassem 1 g do material produzido em 10 mL de água e em seguida acrescentassem a mesma quantidade de ácido maleico na mesma quantidade de água. Os alunos observaram os resultados e à medida que iam anotando, eram questionados: “Como foi possível reconhecer que os cristais formados (ácido fumárico) eram diferentes dos cristais usados inicialmente?”

*(G1) O ácido fumárico produzido na experiência se dissolve muito mais fácil em água, fato que não ocorre ao ácido maléico. Daí podermos verificar que houve uma*

*transformação de um em outro; (G2) Um se dissolve e o outro não. Nós achamos que isso prova a mudança de um em outro; (G3) Como podemos perceber pelos dados que pesquisamos, o ácido fumárico é menos solúvel que o ácido maléico. Portanto, um isômero foi transformado em outro após a reação; (G4) Observamos que os cristais que produzimos eram pouco dissolvidos pela água. Não conseguia ser dissolvido. O ácido maléico é mais solúvel e houve uma boa dissolução. Os dados que achamos no livro confirmam isso.*

Percebe-se claramente a partir do encaminhamento das atividades, que os alunos começaram a construir novas ideias que lhes possibilitaram novas explicações aos fatos observados durante as aulas experimentais. Desse modo, podemos novamente verificar a diferenciação progressiva das ideias iniciais (mais gerais, amplas e inclusivas) até se chegar ao conhecimento científico pretendido.

### Considerações finais

A partir desse trabalho, parece-nos claro que a aprendizagem realmente acontece quando o aprendiz associa uma nova informação em sua estrutura cognitiva que continha o senso comum. A explicitação dessa constatação encontra-se na *proposição metodológica* que pautou o trabalho apresentado e que permitiu ao professor-pesquisador, responsável pelo processo de ensino, intervir no processo de aprendizagem do aluno, por intermédio da mediação pedagógica, centrada na relação dialética entre professor e aluno. Nessa proposição, os diferentes dispositivos didáticos utilizados se constituíram em diferentes linguagens que propiciaram o estabelecimento da mediação pedagógica e, simultaneamente, possibilitaram, ao aluno, a superação das suas ideias iniciais, o senso comum, para elaboração do conceito estudado, ou seja, pela compreensão do conteúdo de ensino desenvolvido nas atividades propostas. A partir dos múltiplos dispositivos didáticos utilizados para cada uma das séries e a mediação pedagógica estabelecida (professor/aluno, aluno/aluno e aluno/dispositivos didáticos) no processo de ensino-aprendizagem, ficou evidente, portanto, a *diferenciação progressiva* dos conceitos partindo-se do senso comum (ideias mais gerais, amplas e inclusivas e de dados da vivência e escolaridade anterior) até chegar às ideias mais específicas (reelaboração de conceitos).

Assim, a importância da aprendizagem efetiva e duradoura se dá por meio da compreensão do aprender como superação dos conceitos previamente construídos, em que conhecimentos oriundos do senso comum e conhecimentos científicos são reorganizados, constituindo o conhecimento escolar, por meio de estratégias adotadas pelo professor com vistas à transposição didática (Medeiros, 2016).

**Francisco José Mininel** (coord.quimica.fer@universidadebrasil.edu.br), doutor em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, é professor da Rede Estadual de Ensino e professor/coordenador pedagógico na UNIVERSIDADE BRASIL. Fernandópolis, SP - BR.

**Regina Célia Galvão Frem Di Nardo** (rcgrem@iq.unesp.br), Doutora em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo e professora do Departamento de Química Inorgânica Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara. Araraquara, SP - BR. **Luiz Antonio Andrade de Oliveira** (dqgiluz@iq.unesp.br), Doutor em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo é professor adjunto da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e credenciado junto ao Programa de

Pós-Graduação de Ensino de ciências, da Faculdade de Ciências UNESP / Bauru. Bauru, SP – BR. **Maria Eliza Brefere Arnoni** (melizaarnoni@hotmail.com), Doutora pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professora Assistente Doutor da UNESP/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” IBILCE/Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas Campus de São José do Rio Preto Departamento de Educação. São José do Rio Preto, SP - BR.

## Referências

AUSUBEL, D. P. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Ed. Trillas, 1976.

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

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química - água, parte I e água parte II. Brasília, DF, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: química-pigmentos (Linhas, Formas e Cores). Brasília, DF, 1994.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. **TV na escola**: a vida reprodutiva das plantas. Brasília, DF, 2007.

CAMPOS, M. (Coord.). Subsídios para a implementação da proposta curricular de química para o segundo grau. São Paulo: SE/CENP, v.3, 1978.

CARVALHO, A.F.P.; ANACLETO, J.C.; ZEN-MASCARENHAS, S.H. Uso de Conhecimento de Senso Comum para Atender a Requisitos Pedagógicos no Planejamento de Ações de Aprendizagem. XVIII Simpósio de Informática na Educação – SBI – Mackenzie, 2007.

CRAVEIRO, A.A.; MACHADO, M.I.L. De aromas, de insetos e de plantas. *Ciência Hoje* v.4, p. 54-63, 1986.

FERNANDEZ, C; e MARCONDES, M. E; Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. *Química Nova na Escola*, v. 24, p.20-24, 2006.

GEPEQ. *Interações e transformações I*: elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 1993.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en La elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n.24, p.173-184, 2006.

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering), acessada em junho de 2015.

LOPES, B. J. Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Lisboa: LDA, 1994.

MAGALHÃES, M.M.G. A perspectiva da lingüística: linguagem, língua e fala. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MARCONDES, M.E.R.; SUART, R.C. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*. v.14, p. 50-74, 2009.

MEDEIROS, C.E.; RODRIGUEZ, R.C.M.C.; SILVEIRA, D.N. Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos. Curitiba: Appris, 2016.

MELO, M. R. & SANTOS, A. O. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador, UFBA, 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: por que o gelo flutua na água? In: Encontro Sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. 1997, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, p. 139-147, 1997.

PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R. (Coord.). Experiências do solo. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 39-40, 1998.

RIBEIRO, E.C. *A Prática Pedagógica do Professor Mediador na Perspectiva de Vygotsky*. Monografia. Universidade Cândido Mendes, 2007.

SARDELLA, A. Curso de Química – Química Orgânica. São Paulo: Editora Ática, 1997.

VYGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

## Para saber mais

CHASSOT, A. Catalisando transformações na educação. Ijuí: Editora Unijuí. 1998.

TALANQUER, V. School chemistry: the need for transgression. *Science & Education*, v. 22, n. 7, p. 1757-1773, 2013.

LIMA, L.M.S. Motivação em sala de aula: A mola propulsora da aprendizagem. In: F.F.Sisto, G.C. Oliveira & L.D.T.Fini, (Orgs.), *Leituras de psicologia para formação de professores*. Petrópolis: Editora Vozes, 1999.

SANTOS, W.L.P. S e MALDANER, O.A. Ensino de Química em Foco. Ijuí. Editora Unijuí, 2010.

**Abstract:** *The Common Sense of Chemical Knowledge Development: Use of Didactic devices Pedagogical Mediation in Educational Practice.* Aiming to make our classes moments of reflection and action through pedagogical intervention (mediation), we used different teaching devices (videos, experiments, support texts, softwares, etc) and a methodological proposal to organize the teaching content. The purpose of the choice of this methodological organization was to allow the students to express their previous ideas about the subjects being studied (common sense ideas), allowing us to detect their previous concepts and to problematize them, in order to propose actions to enhance and systematize the student concepts in the construction of significant knowledge. The results indicated that pedagogical mediation (dialectic relationship between teacher and students) and student-student interactions enriched classroom activities, allowing students to bring previous concepts they had about a subject to light and to build significant knowledge about the concepts involved, by elaboration and testing of their hypothesis, and by providing strategies to solve the problems that appeared in the way.

**Keywords:** methodological proposition, pedagogical mediation, didactic devices

# O Ensino de Química para alunos surdos: o conceito de misturas no Ensino de Ciências<sup>1</sup>

**Nislaine Caetano S. Mendonça, Aline Prado de Oliveira e Anna M. Canavarro Benite**

Esta investigação versa sobre o planejamento e desenvolvimento de uma intervenção Pedagógica (IP) em uma escola da comunidade surda, o Centro Especial Elysio Campos, de Goiânia-GO, com intuito de propor e analisar diferentes estratégias de acesso ao conhecimento da ciência para alunos surdos do 9º ano do Ensino Fundamental. O conceito trabalhado foi o de “misturas”, por meio da experimentação com materiais instrucionais adaptados, privilegiando o referencial funcional da visão. O que se observou foi que a ação pedagógica bilíngue, com um professor de química e um professor de ciências (intérprete - LIBRAS), é uma alternativa para trabalhar experimentação no ensino de química para surdos.

► ensino de ciências, educação de surdos, conceitos químicos ◀

Recebido em 21/11/2016, aceito em 26/03/2017

347

## Sobre Inclusão Escolar e Surdez

Roldão (2003) afirma que a educação inclusiva (EI) pressupõe escolas abertas a todos, onde todos aprendem juntos, quaisquer que sejam as suas dificuldades. Assim, podemos observar um impasse quando esse modelo não se encontra nas escolas nomeadas inclusivas. Defendemos que a EI exige uma nova configuração para as salas de aula, que deveriam contar com outros profissionais no desenvolvimento da ação mediada, além de somente os mediadores - professores.

Desse modo, nas escolas inclusivas e em processo de inclusão, há uma necessidade de se reconfigurar o papel dos agentes envolvidos nos processos de ensino-aprendizagem do conhecimento científico, que devem, no caso da surdez (uma das especificidades da EI), apresentar um profissional especializado para fazer a comunicação entre professor e aluno. O contexto da sala de aula inclusiva ainda prioriza majoritariamente a Língua Portuguesa, e, para garantir ao sujeito surdo o direito de acesso ao conhecimento, faz-se necessária a presença

**A Língua Portuguesa é utilizada pelo surdo na modalidade escrita, mas, como toda segunda língua, ela necessita de metodologias próprias para seu ensino, o que nem sempre é disponibilizado na fase inicial de escolarização. Já a língua de sinais, mesmo não tendo sido ofertada ao surdo em sua fase de aquisição de língua, apresenta características próprias que trazem ao surdo imediata identificação.**

do intérprete de LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). Lacerda e Góes consideram que o “tradutor/intérprete atua na fronteira entre os sentidos da língua de origem e da língua alvo, com os processos de interpretação relacionando-os com o contexto no qual o signo é formado” (LACERDA e GÓES, 2000, p. 8).

A Língua Portuguesa é utilizada pelo surdo na modalidade escrita, mas, como toda segunda língua, ela necessita de metodologias próprias para seu ensino, o que nem sempre é disponibilizado na fase inicial de escolarização. Já a língua de sinais, mesmo não tendo sido ofertada ao surdo em sua fase de aquisição de língua, apresenta características próprias que trazem ao surdo imediata identificação. Dessa forma, a LIBRAS,

*[...] como toda língua de sinais, é uma língua de modalidade gestual-visual porque utiliza, como canal ou meio de comunicação, movimentos gestuais e expressões faciais que são percebidos pela visão; portanto, diferencia-se da língua portuguesa, que é uma língua de modalidade oral-auditiva por utilizar, como*

canal ou meio de comunicação, sons articulados que são percebidos pelos ouvidos. Mas, as diferenças não estão somente na utilização de canais distintos, estão também nas estruturas gramaticais de cada língua (REVISTA DA FENEIS, 1999, p. 16).

Uma sala de aula no contexto de educação inclusiva apresenta alunos ouvintes, aluno(s) surdo(s), intérprete da Língua de Sinais e professor. Os alunos ouvintes dominam a linguagem oral e escrita, os alunos surdos dominam a Língua de Sinais, o intérprete domina a linguagem oral e escrita e a Língua de Sinais, o professor domina a linguagem oral e escrita e a linguagem científica escolar. Este é um exemplo clássico, porém muitas outras especificidades podem estar presentes no mesmo ambiente. Esta realidade configura a heterogeneidade de linguagens, evidentes no processo de ensino-aprendizagem, que precisam dialogar entre si.

A literatura específica relata uma dificuldade no ensino de ciências, o qual tem simbologia própria. Este impasse se manifesta, inicialmente, pela falta de formação por parte do professor de ciências para ensinar alunos surdos, pois a “responsabilidade de ensinar é do professor”. Ademais, “a ausência de uma língua comum entre professor ouvinte e o aluno surdo traz dificuldades para o aluno em relação ao seu desempenho e participação em sala de aula” (LACERDA; GÓES, 2000, p. 35). Soma-se a este cenário a não formação do intérprete em áreas específicas do conhecimento, constituindo uma barreira na interpretação de conceitos científicos. Em vista disso, os professores de ciência possuem grande dificuldade ao trabalhar com alunos surdos e lidar com a construção dos conceitos para esse grupo particular, o que, por sua vez, gera exclusão e distanciamento dos alunos surdos nas aulas dessa área (SOUSA; SILVEIRA, 2011).

“O uso da linguagem social e culturalmente contextualizada deve respeitar sua constituição linguística funcional”, sendo assim capaz de significar a ação (BENITE; BENITE; VILELA-RIBEIRO, 2015, p. 87). A construção de conceitos por parte dos sujeitos é proporcionada pela linguagem, mas se apenas a linguagem oral for privilegiada neste processo, os surdos estarão com a apropriação comprometida (OLIVEIRA; MELO; BENITE, 2012).

### O Constructo Social da Surdez

Concordamos com Skliar que “tudo é possível com a mudança na educação: a insistência em uma única espacialidade e em uma única temporalidade, mas com outros nomes; a infinita trans-posição do outro em temporalidades e espacialidades homogêneas” (SKLIAR, 2003, p. 39). Desse modo, na perspectiva da inclusão escolar, consideramos a surdez como uma diferença, fato evidenciado pela

necessidade do indivíduo surdo ter de se comunicar através de outra Língua, a LIBRAS.

Do mesmo modo, concordamos com o autor que:

*O nosso problema, em consequência, não é a surdez, não são os surdos, não são as identidades surdas, não é a língua de sinais, mas, sim, as representações dominantes, hegemônicas e “ouvintistas” sobre as identidades surdas, a língua de sinais, a surdez, e os surdos. Deste modo, a nossa produção é uma tentativa de inverter a compreensão daquilo que pode ser chamado de “normal ou cotidiano” (SKLIAR, 2003, p. 30 apud QUADROS; PERLIN, 2007, p. 61).*

Importa considerar a autonomia desse sujeito social na busca do saber, na medida em que ele percorre um caminho cheio de barreiras imposta pelo meio social e político, marcado pela grande opressão de uma razão social dominante estabelecida pela ideologia da homogeneidade da sociedade, que não respeita as diferenças existentes nas especificidades (SKLIAR, 2003).

Apoiamo-nos em Silva (2010) para caracterizar a identidade surda que advém “de uma construção imperativa de identidade cultural dos sujeitos com suas peculiaridades e especificidades que vão além dos aspectos clínicos-patológicos (SILVA, 2010, p. 272).

Assumir o constructo da identidade surda significa aceitar sua materialidade na sociedade, garantindo seus direitos e estabelecendo sua independência no processo educacional,

no intuito de oportunizar um ensino com acesso mais humanístico, que respeite a identidade surda. Além do mais, “o sujeito se constrói quando estabelece contatos com o meio e vive situação diferenciada de representação. Os discursos que constituem as representações definem poderes desiguais que ocupam diferentes espaços e controles dentro de

grupos” (PERLIN, 1998, p. 7).

Essa identidade se organizou e se organiza

*[...] resistindo às pressões da concepção etnocêntrica dos ouvintes, organizou-se em todo o mundo e levantou bandeiras em defesa de uma língua e cultura próprias, voltando a protagonizar sua história. A princípio, as mudanças iniciais vêm sendo percebidas no espaço educacional, através de alternativas metodológicas que transformam em realidade o direito do surdo de ser educado em sua língua natural (FERNANDES, 1998, p. 21 apud QUADROS; PERLIN, 2007, p. 34).*

Assumidos os referidos pressupostos, esta investigação teve como objetivo propor e analisar diferentes estratégias de

Assumir o constructo da identidade surda significa aceitar sua materialidade na sociedade, garantindo seus direitos e estabelecendo sua independência no processo educacional, no intuito de oportunizar um ensino com acesso mais humanístico, que respeite a identidade surda.

acesso ao conhecimento da ciência para alunos surdos do 9º ano de uma escola da comunidade surda, contemplando-os em sua diferença, mediados pela linguagem.

## Os Caminhos da Investigação

Esta é uma pesquisa que possui elementos da pesquisa participante. Segundo Demo (1984), esta nasce da inquietação, propondo soluções e melhorias possíveis para a transformação.

Dessa forma, este trabalho se originou da inquietação na prática de um professor de ciências bilíngue (PP1) e de um professor da escola inclusiva (PP2), onde ambos trabalham com alunos surdos. A investigação foi desenvolvida em uma escola inclusiva e bilíngue, o Centro Especial Elycio Campos (CEEC), instituição mantida pela Associação de Surdos de Goiânia (ASG) e conveniada à Secretaria Estadual de Educação de Goiás.

Nas escolas da comunidade surda, os alunos aprendem a se afirmar enquanto sujeitos culturais, construindo suas identidades “no interior desta representação cultural que se fortalece no seio da comunidade surda” (LACERDA; GÓES, 2000, p. 24). Essa escola é ao mesmo tempo inclusiva e bilíngue, pois, apesar da maioria dos alunos serem surdos, ela também recebe alunos ouvintes na segunda fase do Ensino Fundamental. Nessa fase, as aulas são ministradas em Língua Portuguesa com o intermédio de intérpretes de LIBRAS, com exceção das aulas de LIBRAS e Cultura Surda, que são ministradas por professores surdos. A característica bilíngue se estabelece principalmente na primeira fase do Ensino Fundamental, ou seja, do 1º ao 5º ano, os quais são mediados por professores fluentes em LIBRAS, sem a presença de intérpretes. A escola também conta com uma equipe de funcionários, desde a limpeza até a secretaria, que sabem LIBRAS, proporcionando ao aluno surdo um ambiente em que ele tenha independência e autonomia.

Foram planejadas Intervenções Pedagógicas (IP's) com a intenção de se trabalhar os conceitos de matéria, material e substâncias, voltados para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental (EF). Participaram das IP's nove alunos (A1 a A9), uma professora pesquisadora bilíngue (PP1) e a professora pesquisadora (PP2). Essas IP's ocorreram nas aulas da disciplina de ciências, durante o período letivo dos alunos nos meses de setembro a novembro de 2014, e tiveram duração de 9 horas e 10 minutos de gravações em áudio e vídeo que foram transcritas para posterior análise. A transcrição das falas contidas nos vídeos passou pelo processo de tradução da LIBRAS para a Língua Portuguesa escrita, e foi organizada em turnos, procedimento que foi realizado pela professora bilíngue de ciências. Para a análise dos dados, utilizamos a técnica de análise da conversação, baseada em Marcuschi (2003). Escolhemos essa técnica por considerar que a conversação faz parte de uma organização que:

*Também é reflexo e um processo subjacente, desenvolvido, percebido e utilizado pelos participantes da atividade comunicativa, ou seja, as decisões interpretativas dos interlocutores decorrem de informações contextuais e semânticas mutuamente construídas ou inferidas de pressupostos cognitivos, étnicos e culturais, entre outros (MARCUSCHI, 2003, p. 7).*

Neste artigo, devido à limitação de espaço, optamos por apresentar os resultados obtidos em uma das IP's, identificada como IP 4, e previamente planejada segundo o quadro 1, que a descreve a seguir.

A Intervenção Pedagógica 4 foi planejada para se trabalhar o conceito de “Misturas”, por meio de atividade prática. Dessa forma, foi proporcionada aos alunos uma atividade na qual foram utilizados materiais alternativos de baixo custo, com componentes de misturas e substâncias presentes no

Quadro 1: Planejamento da IP4.

Planejamento da IP4	
Tempo	02 aulas de 50 minutos cada
Temática	Misturas
Metodologia	A atividade prática sobre o conceito de misturas homogêneas e heterogêneas utilizou materiais do dia a dia. Foram dados aos alunos sete copos contendo água. Os alunos foram instruídos a adicionar, misturar e observar, em cada copo, um ou dois tipos de substância. Após a observação, os alunos fizeram desenhos em uma folha, representando o resultado final observado. Em seguida, foi questionado aos alunos: “Como classificariam o material observado, qual critério usariam e quais grupos formariam?”. Logo depois, foi apresentado aos alunos o conceito de misturas e diferentes exemplos.
Objetivos	- Trabalhar os conceitos de misturas homogêneas e heterogêneas;
	- Demonstrar aos alunos que as misturas são constituídas por substâncias;
	- Mostrar as diferentes fases nas misturas heterogêneas;
	- Apresentar algumas misturas utilizadas no dia a dia dos alunos, levando-os a reconhecê-las no seu cotidiano.
Recursos	- Copos descartáveis, água, areia (construção civil), sal de cozinha, óleo vegetal (de soja), açúcar, papel A4, lápis de cor.

cotidiano dos alunos, conforme apresenta a Figura 1. Para a análise, os alunos utilizaram água para formar misturas com as seguintes substâncias e materiais (Quadro 2).

## Resultados e Discussão

A partir das gravações da IP4, foi realizada a tradução dos diálogos, da LIBRAS para a Língua Portuguesa, a qual consiste em “transformar um texto a partir da língua fonte, por meio de vocalização, escrita ou sinalização, em outra língua meta” (PEREIRA, 2008, p. 136 *apud* PAZ; GUTIÉRREZ, 2013, p. 11), ou seja, ela não precisa obedecer a estrutura morfológica nem sintática da outra língua.

A tradução dos diálogos foi realizada pela professora intérprete de LIBRAS formada em ciências, que também é autora deste trabalho. Passamos a apresentar agora os extratos dos diálogos produzidos na IP4.

### 1º Parte da experimentação: Observação 1 (Momento para observar)

**1-PP1:** Poder começar primeiro. Cada um misturar, observar, atenção.

**2-A8:** Sumiu! (Mostrando o copo com açúcar e água misturados)

**3-PP1:** Isso! Observar o que acontecer!

**4-A8:** Sal água, branco.

**5-A5:** Rápido, misturar, rápido!

**6-PP1:** Pronto, certo? Agora deixar cada copo descansar. Observar o que acontecer cada um, diferente, como? Esperar um pouco

**7-A8:** Partes (se referindo às fases)

**8-A3:** Aquele metade amarelo, ver?

**9-A5:** Ver, amarelo.

**10-PP1:** Certo! Colocar esse, serragem. Agora vocês observar o que acontecer cada um, exemplo, o que ter esse?

**11-A8:** Água açúcar

**12-PP1:** Certo! Onde açúcar?

**13-A8:** Derreter

**14-PP1:** Derreter, mas continua dentro? Sumiu ou não?

**15-A8:** Derreter, misturar

**16-PP1:** Certo, açúcar continuar dentro, mas derreter, misturar

**17-A8:** Isso! Entender

**18-PP1:** Outro, o que ter esse?

**19-A3:** Serragem

**20-PP1:** Mais? Misturar o que?

**21-A3:** Água

**22-PP1:** Isso! Água misturar

**23-A8:** Mas ter sujeira misturar, ficar separada, ficar pedacinhos misturar

**24-PP1:** Verdade! Outro, esse?

**25-A8:** Separado

**26-PP1:** Água óleo derreter? Como perceber esse?

**27-A8:** Separado

**28-PP1:** Outro, esse?

**29-A3:** Água sal

**30-PP1:** Derreter também

**31-A8, A5, A3:** Sim

**32-PP1:** Outro, esse?

**33-A6:** Serragem

**34-A8:** Água serragem, separado, depois misturar água junto separar

**35-A6:** Serragem misturar separar



Figura 1: Copos contendo misturas obtidas pelos sujeitos da investigação, atividade de experimentação na IP4.

Quadro 2: Sequência das misturas realizadas na IP4.

1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
Água + Óleo + Areia	Água + Areia + Serragem	Água + Sal	Água + Areia	Água + Óleo	Água + Serragem	Água + Açúcar

Os resultados do extrato 1 mostraram que os alunos visualizaram as fases das misturas. Quando A8 (Turno 2) se refere ao ato de adicionar o açúcar, afirmando que “sumiu”, ele faz alusão ao que foi solubilizado; quando perguntado se o açúcar ainda está ali, ele afirma que sim “*derreter, misturar*” (Turno 15). Da mesma forma, os estudantes do Turno 31 se referem ao sal. Os estudantes também citam os aspectos de apresentação do fenômeno quando observam o óleo adicionado: A5 (Turnos 9 e 27) afirma “*ver amarelo*” ou “*separado*” e A8 (Turno 23), sobre a serragem adicionada, aponta “*ter sujeira misturar, ficar separada, ficar pedacinhos misturar*”.

Esses resultados revelam a percepção das diferentes fases das misturas. Defendemos que é preciso estabelecer as relações entre o pensamento concreto (empírico - os experimentos) e o pensamento abstrato (conceitual - o conceito de mistura). Segundo Vigotski, o significado é constituído socialmente, ou seja, um signo é compartilhado por um grupo de pessoas e a noção de sentido depende da experiência particular de cada indivíduo (VIGOTSKI, 2001). Isto posto, os conceitos de mistura e fase como signos da ciência passam a ter significado para o estudante surdo que participou da experiência concreta e, a partir disso, estabeleceu relações.

No caso particular da surdez, defendemos, tal como Skliar (2005), que “*surdez é uma experiência visual*”, considerando que “*todos os mecanismos de processamento da informação, e todas as formas de compreender o universo em seu entorno, se constroem como experiência visual*” (SKLIAR, 2005, p. 27-28). Diante disto, oferecer o acesso ao conhecimento químico baseado em experiências - com o referencial funcional da visão como requisito maior - foi a alternativa planejada para a realização da IP.

Os resultados do extrato 2 (apresentado a seguir) mostram que houve estabelecimento do diálogo, pois os alunos produziram a contra-palavra dando retorno às assertivas do professor. De acordo com Marcuschi (2003), para se produzir e sustentar uma conversação, duas pessoas devem partilhar um mínimo de conhecimentos comuns, podendo assim haver troca ou partilha de informações. Segue-se o estabelecimento do diálogo a respeito do conhecimento científico ensinado, tal como no extrato 2. As falas aqui foram traduzidas e parte do experimento é mostrado na Figura 2.

## 2° Parte da experimentação: Análise 2 (É hora de analisar)

**36-PP1:** *Outros conseguir ver fases, esses não. Ter nome, dois iguais, só conseguir ver igual, escrever aqui (Escreve a palavra homogênea no quadro). Qual significado palavra? Homo igual, entender? Você conseguir ver só um, exemplo, aqui misturado duas substâncias, água açúcar, mas só água ver uma, porque misturar, igual, certo? Entender? Esses outros conseguir ver diferente mais uma fase (faz datilografia da palavra fase). Esse, água óleo, conseguir ver água óleo também, por quê? Porque substâncias misturar*

*não, entender? Nome desses diferente (Escreve a palavra heterogênea no quadro) exemplo se ver dois é?*

**37-A8:** *Água sal igual, igual, diferente, diferente*

**38-PP1:** *Isso! Vem observar copos. Esse, ter duas partes, entender? Diferente*

**39-A6:** *Entender não (Queria entregar a atividade sem entender)*

**40-PP1:** *Calma, tentar de novo. Por que esse você colocar nome?*

**41-A6:** *Igual*

**42-PP1:** *Certo, igual. Esses?*

**43-A6:** *Diferente!*

**44-PP1:** *Diferente por quê? Porque conseguir ver duas fases, partes, olha água óleo, conseguir ver dois água óleo, colocar nome igual escrever quadro. Entender?*

**45-A6:** *Sim!*

**46-A3:** *Qual igual?*

**47-A5:** *Ver*

**48-PP2:** *Esse? (água óleo)*

**49-A5:** *Diferente*

**50-A3:** *Esses, diferente? (água com sal e água com açúcar)*

**51-PP1:** *Comparar? Água sal*

**52-A3:** *Derreter*

**53-PP1:** *Certo, olha, só conseguir ver água. Esse (água com açúcar) também. Agora esse, água óleo quantos você ver?*

**54-A3:** *Dois*

**55-PP1:** *Certo! Diferente. Esse? (serragem, água e areia)*

**56-A3:** *Três*

**57-PP1:** *Aqui dentro tudo igual, você ver partes diferentes?*

**58-A3:** *Não*

**59-PP1:** *Nome homogêneo. Se diferente exemplo esse, conseguir ver fundo areia, depois água, em cima óleo, conseguir ver três diferente, entender?*

**60-A3:** *Sim*

**61-PP1:** *Nome diferente heterogêneo, entender?*

**62-A3:** *Sim*

Um grande impasse no ensino de surdos é a falta de aceitação da LIBRAS e sua utilização. Mesmo sendo a segunda Língua do país, ela não é utilizada como se deve, por falta de informação e de profissionais habilitados. Outro fator que dificulta o ensino em LIBRAS é a falta de sinais para termos ou palavras de áreas específicas, como é o caso da química. Assim, fica a cargo do intérprete, que geralmente não tem formação em áreas de conhecimentos específicos, aproximar o contexto do conceito para auxiliar o entendimento do aluno surdo, já que

*Somada a essa questão e agravando-a, os professores de ciências – e nesse particular, a química –, por não possuírem formação que lhes possibilitem*



Figura 2: Refere-se às duas operações (da esquerda para a direita): copo 1 – água, areia e óleo; copo 2- água, areia e serragem, feitas na IP4.

*trabalhar com deficientes auditivos, têm grandes dificuldades em lidar com a construção de conceitos científicos para esse grupo particular, o que, por sua vez, gera exclusão e distanciamento dos alunos surdos nas aulas desse conteúdo. Noutra viés, a especificidade da linguagem e dos termos químicos – átomo, elétron, mol, íon, próton, dentre outros –, que não compõem o rol de terminologias dos dicionários da libras, pode ser um elemento dificultador da construção de sentidos dos conceitos químicos e, conseqüentemente, sua tradução do português para libras (SOUSA; SILVEIRA, 2011, p. 38).*

Em trabalhos anteriores do nosso grupo de pesquisa, observou-se a relevância da participação do professor de ciências/química bilíngue, dialogando diretamente na língua de sinais, sem a intermediação do intérprete. Como afirmam Queiroz *et al.* (2012, p. 915) “é preciso mudar o foco no trabalho com os surdos, e esse trabalho deve ser centrado no desenvolvimento da linguagem”. Reiteram Oliveira e Benite (2015, p. 604): “Se o professor é o membro da cultura científica e o intérprete muitas vezes desconhece esta linguagem, percebemos que o ensino de ciências para surdos pode estar comprometido”. Considerando a especificidade da linguagem científica, concordamos com Mortimer (1998) a respeito da “densidade léxica da linguagem científica, na qual quase todos os termos usados carregam significados interligados numa estrutura conceitual” (p. 104).

A segunda parte da experimentação proposta para essa IP se constituiu em caracterizar as representações imagéticas em mistura homogênea e heterogênea. Diante da explicação que o professor pesquisador procedeu para apresentar o conceito de misturas homogêneas e heterogêneas, percebe-se o desafio encontrado para se utilizar da Língua de Sinais e se aproximar do significado da palavra que leva ao conceito. Quando PP1 (Turno 36) se refere ao conceito de homogêneo, ele utiliza a palavra/léxico “igual” para explicar que misturas homogêneas têm aspecto uniforme de ponto a ponto. Já para se referir ao conceito de heterogêneo, utiliza a palavra/léxico “diferente”, para explicar que misturas heterogêneas têm

aspecto multiforme de ponto a ponto. Remetemo-nos novamente à especificidade da linguagem científica, que “pode representar dificuldades para os alunos se o professor não introduzi-las com a preocupação de significá-las” (BENITE *et al.*, 2015, p.88). Assim, nossos resultados demonstraram que o professor atentou a esse ponto.

Quando A8 (Turno 37) diz “Água sal igual”, inferimos que o estudante identificou uma fase, percebendo uma mistura homogênea – assim como quando A5 é perguntado por PP2 (Turno 48) sobre “Água óleo?” e responde (Turno 49) “diferente”, assim identificando uma mistura heterogênea. Tal como A3, quando perguntado por PP1 (Turno 53) “Agora esse, água óleo quantos você ver?”, ao que A3 (Turnos 54 e 56) responde “Dois” e em relação à mistura entre serragem, água e areia, responde “Três”. Tais resultados mostram que, apesar de não utilizar a linguagem científica, os estudantes conseguem estabelecer relações conceituais entre estrutura e propriedade. Eles identificaram a presença de diferentes fases e classificação da mistura, propriedades visuais e classificação.

Assim, diante dos resultados apresentados na IP4, podemos entender que os estudantes surdos conseguiram produzir a contra-palavra, identificando na linguagem científica os sentidos por eles construídos durante a apresentação dos conceitos trabalhados na IP4. E que ainda, mesmo sendo de forma minimizada, foi necessária a utilização da Língua Portuguesa escrita para a caracterização das misturas (Figura 3), pois esses são os códigos da ciência e eles não têm correspondentes em LIBRAS.

Ainda na IP4, utilizamos como forma de avaliação uma atividade em que os alunos fizeram ilustrações demonstrando o que foi observado na experimentação, como a ilustração dos copos contendo as misturas (Figura 3).

Segundo Barthes, o significante é um elemento essencial para a constituição de um signo, formando esquemas de expressão que são mediadores entre o significado e o conteúdo formulado pelo significado (BARTHES, 1971). Desse modo, ao trabalhar com as representações imagéticas, o estudante refere-se ao conhecimento sistematizado, ou seja, a uma estrutura sistêmica que compõe a linguagem científica. Concordamos com Benite *et al.* que “para que um

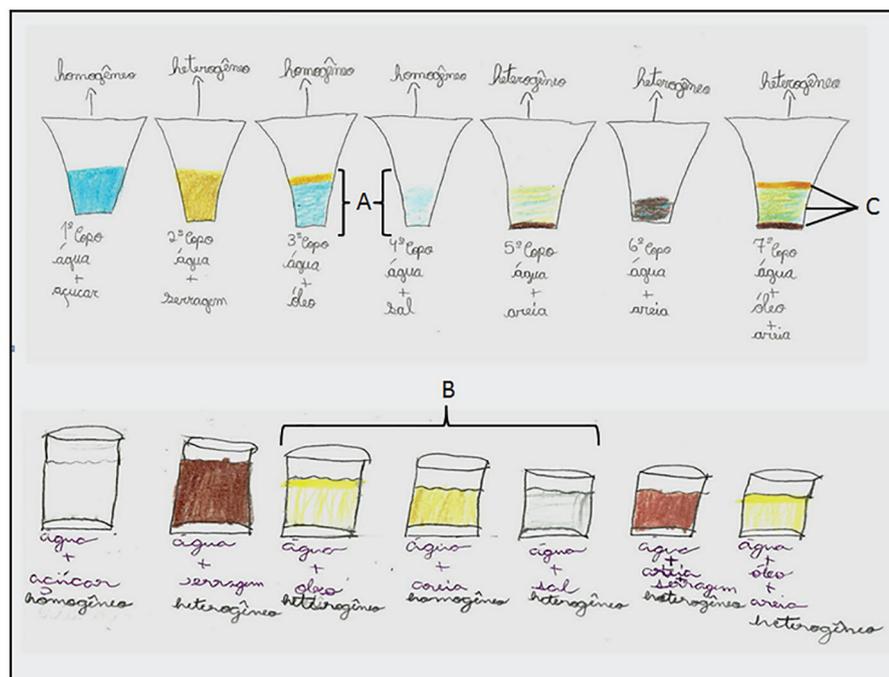


Figura 3: Exemplo de atividades dos alunos mostrando a ilustração dos copos contendo misturas, atividade de experimentação na IP4. As letras A, B e C representam as percepções dos alunos.

aprendiz se aproprie de um conceito científico, este deve ser apresentado não como um conhecimento isolado, mas como elemento estrutural da ciência”. (BENITE *et al.*, 2015, p. 90).

As representações imagéticas são importantes ferramentas que auxiliam na construção de significados. Nesse sentido, o desenho

*mantém relação de analogia qualitativa entre o significante e o referente, pois retoma as qualidades formais de seu referente (formas, cores, proporções) que permitem reconhecê-lo. Se o desenho parece com a coisa é porque não é a própria coisa, porém sua função é evocar, expressar sentidos, ou seja, ser uma representação, um signo* (BENITE; BENITE, 2013, p. 37).

Segundo Pino (1991, p. 34), os signos são designados como os “sinais que remetem ao objeto sinalizado em virtude, unicamente, da relação artificial e variável que o homem estabelece entre eles”, sendo o significante imprescindível nesse processo. Desse modo, ao utilizar representações imagéticas, o estudante busca essa relação fazendo alusão ao conhecimento sistematizado que compõe a linguagem científica. Assim, entendemos que o conhecimento não deve ser apresentado de forma isolada, mas sim como elemento estrutural da ciência, permitindo que o estudante se aproprie do conceito científico (BENITE; BENITE, 2015).

Afirmamos anteriormente que as representações imagéticas atuam como importantes ferramentas que ajudam na construção de significados; dessa forma, concordamos com Carneiro (1997) em sua definição de imagem como “representação visual, real ou analógica de um ser, fenômeno ou objeto, que normalmente se apresenta em oposição ao

texto escrito [...], onde a oposição se situa entre a imagem e linguagem, ou seja, signo linguístico e signo não linguístico” (CARNEIRO, 1997, p. 367 *apud* GIBIN; FERREIRA, 2013, p. 19). Dessa maneira o aprendiz é capaz de relacionar a imagem ao objeto aprendido, atribuindo-lhe significado.

Optamos por essa forma de avaliação, uma vez que muitos alunos surdos ainda não possuem o domínio da LIBRAS, visto que comumente a língua oficial utilizada em sala de aula é a Língua Portuguesa. Desse modo, concordamos com Pereira *et al.*, que defendem

*que as implicações do não reconhecimento da cultura surda são pelo menos as seguintes: insuficiência na aquisição da linguagem química; reconhecimento da língua oral (português falado) como meio e fim da interação social, cultural, política e científica; e em contrapartida, o não reconhecimento da língua como parte da constituição do sujeito, a significação de si e o reconhecimento da própria imagem diante das relações sociais* (PEREIRA *et al.*, 2011, p. 49).

Construímos assim, uma atividade de avaliação da IP utilizando representações imagéticas. É possível verificar nas imagens que os alunos surdos:

- Se referiram aos termos científicos aprendidos, mesmo que na modalidade não verbal da Língua Portuguesa, para reproduzir imageticamente a experiência desenvolvida;
- Ilustraram os desenhos com cores e traçados diferentes para representar a homogeneidade e a heterogeneidade de cada sistema.
- Reproduziram parte do conceito, ou seja, a identificação das fases diante das misturas heterogêneas, aproximando-o ao nível visual e macroscópico.

Considerando a marcante visibilidade do surdo, é possível inferir, tal como Benite e Benite que “esta auxilia a percepção do meio e a memória visual contribuindo para a representação gráfica” (2013, p. 37).

### Algumas Considerações

A Intervenção Pedagógica se deu a partir de uma ação bilíngue e foi realizada simultaneamente em Língua Portuguesa e LIBRAS. Essa questão mostrou ser fundamental para alcançar a superação no desafio de uma aula de ciências para surdos, visto que isso não é tão simples devido à simbologia própria de conhecimentos específicos.

Assim, os resultados obtidos mostraram que é possível trabalhar parcerias entre o professor de química que domine a Língua Portuguesa e o professor de ciências bilíngue, que domine a LIBRAS. Essa parceria mostrou que pode ser uma alternativa para o ensino de ciências para surdos e colocou o professor em posição diferenciada na sala de aula de surdos, podendo disponibilizar os conhecimentos diretamente para o aluno, sem a necessidade de um intermediador.

Nesse sentido, também podemos afirmar que essa é uma forma de trabalhar a introdução do conceito de misturas no ensino de surdos, através da experimentação de materiais e substâncias, no desenvolvimento de experiências com substâncias presentes no dia-a-dia dos alunos, gerando entre eles discussões sobre o conceito de misturas e suas classificações.

Diante dos resultados, entendemos que conseguimos atingir nossos objetivos por meio do planejamento e desenvolvimento de intervenções pedagógicas, considerando a

**A Intervenção Pedagógica se deu a partir de uma ação bilíngue e foi realizada simultaneamente em Língua Portuguesa e LIBRAS. Essa questão mostrou ser fundamental para alcançar a superação no desafio de uma aula de ciências para surdos, visto que isso não é tão simples devido à simbologia própria de conhecimentos específicos.**

perspectiva socioantropológica da surdez e proporcionando um pensar além dos conteúdos.

A estratégia de ensino utilizada mostrou ser uma opção que resguarda a apresentação do conceito, de forma visualmente clara (proporcionada pela experiência realizada), bem como possibilitou que os alunos se tornassem autores de seus experimentos, desencadeando maior interesse e autonomia.

### Agradecimentos

À CAPES, à Associação dos Surdos de Goiânia – ASG, aos professores e aos alunos surdos do Centro Especial Elycio Campos – Goiânia-GO. À FAPEG e ao CNPq.

### Nota

Este texto é uma versão revisitada e ampliada do trabalho apresentado no XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado em Florianópolis em julho de 2016.

**Nislaine C. S. Mendonça** (nislaine\_bio@yahoo.com.br), licenciada em Química pela IFG, mestre em Ciências Moleculares pela Universidade Estadual de Goiás, Doutoranda em Química, Instituto de Química - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Aline Prado de Oliveira** (alinecig@gmail.com) licenciada em Biologia, mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Anna M. Canavarro Benite** (anna@ufg.br) bacharel e licenciada em Química, mestre e doutora em Ciências (Química) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Docente do Instituto de Química - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR.

### Referências

- BARTHES, R. *Elementos de Semiologia*. São Paulo: Cultrix, 1971.
- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. Ensino de química e surdez: análise da produção imagética sobre transgênicos. *Journal of Science Education*, v. 14, special issue, p. 37-39, 2013.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. VILELA-RIBEIRO, E. B. Educação inclusiva, ensino de Ciências e linguagem científica: possíveis relações. *Revista Educação Especial*, v. 28, n. 51, p. 83-92, 2015.
- DEMO, P. Pesquisa participante: mito e realidade. Rio de Janeiro: SENAC/DM, 1984.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.
- LACERDA, C. B. F.; GÓES, M. C. R. (org.) *Surdez: Processos Educativos e Subjetividade*. São Paulo: Editora Lovise, 2000.
- MARCUSCHI, L. A. *Análise da conversação*. São Paulo: Geográfica, 2003.
- MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In:

CHASSOT, A. I.; OLIVEIRA, R. J. *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: UNISINOS, 1998.

OLIVEIRA, W. D.; BENITE, A. M. C. Estudos sobre a relação entre o intérprete de LIBRAS e o professor: implicações para o ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 597-626, 2015.

PAZ, J. F.; GUTIÉRREZ, N. R. G. *Tradução e Interpretação: o interprete de sinais na prática educativa*. São Paulo: AgBook, 2013.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de Química e Surdez: sobre Interações Pedagógicas Mediadas pela Visão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 47-56, 2011.

PERLIN, G. *Histórias de vida surda: Identidades em questão*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 51, 1998.

QUADROS, R. M.; PERLIN, G. (org). *Estudos Surdos II*. Petrópolis, RJ: Arara Azul, 2007.

QUEIROZ, T. G. B.; SILVA, D. F.; MACEDO, K. G.; BENITE, A. M. C. Estudo de planejamento e design de um módulo instrucional sobre o sistema respiratório: o ensino de ciências para surdos. *Ciência e Educação*, v. 18, n. 4, p. 913-930, 2012.

REVISTA DA FENEIS. Rio de Janeiro: Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos (FENEIS), n. 2, abr./jun. 1999, p. 16.

ROLDÃO, M. C. Diferenciação curricular e inclusão. In: RODRIGUES, D. (org.). *Perspectivas sobre a inclusão*. Da educação à sociedade. Porto: Porto Editora, 2003.

SILVA, M. S. E. Um olhar sobre a identidade surda. *Fórum Nacional de Crítica Cultural 2*, Anais Eletrônicos, p. 272-279, 2010. Disponível em <<http://www.poscritica.uneb.br/anais-eletronicos/arquivos/32%20-%20UM%20OLHAR%20SOBRE%20A%20IDENTIDADE%20SURDA.pdf>> Acesso em: 3 mai. 2016.

SKLIAR, C. A educação e a pergunta pelos Outros: diferença, alteridade, diversidade e os outros “outros”. *Ponto de Vista*, Florianópolis, n. 5, p. 37-49, 2003.

\_\_\_\_\_. (org). *A Surdez: um Olhar Sobre as Diferenças*. Porto Alegre: Editora Mediação, 2005.

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. Terminologias Químicas em Libras: A Utilização de Sinais na Aprendizagem de Alunos Surdos. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 37-46, 2011.

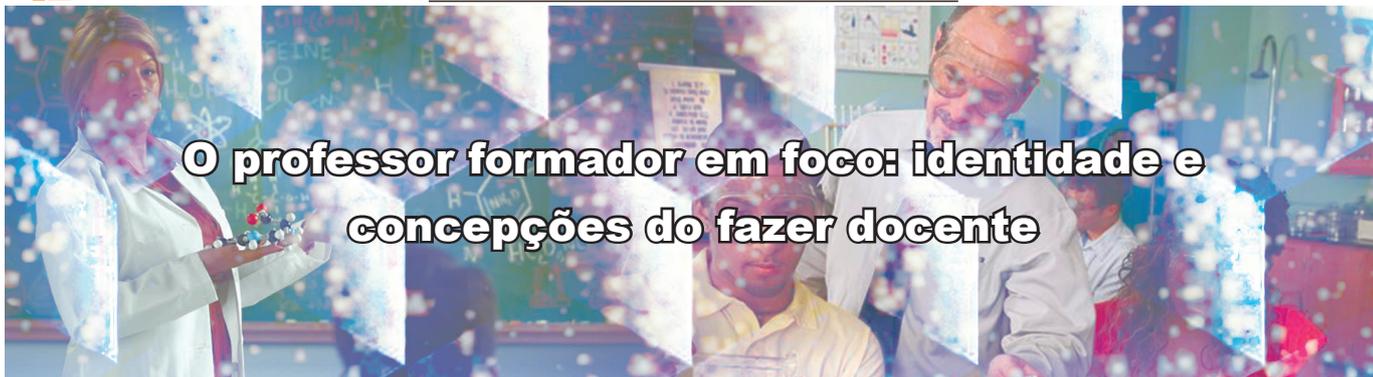
VIGOTSKI, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, p. 23-78, 2001.

### Para saber mais

OLIVEIRA, W. D.; BENITE, A. M. C. Estudos sobre a relação entre o intérprete de LIBRAS e o professor: implicações para o ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 597-626, 2015.

**Abstract:** *Teaching chemistry for deaf students: the concept of mixtures in science classes.* This paper presents discussions of a pedagogical intervention (IP) made in the classroom in a school of the deaf community, the Special Center Elysio Campos of Goiânia -GO, in order to propose and analyze different strategies of access to knowledge of science to 9th grade deaf students. The concept focused was “mixtures”, through experimentation with instructional materials adapted privileging the functional framework of vision. What was observed was that the bilingual pedagogical action with a chemistry teacher and a science teacher (interpreter - LBS) is an alternative to trial work in chemical education for the deaf.

**Keywords:** science education, deaf education, chemical concepts.



## O professor formador em foco: identidade e concepções do fazer docente

**Stephany P. Heidelmann, Gabriela S. A. Pinho e Maria Celiana P. Lima**

O presente trabalho analisa quem é o docente atuante nos cursos de Licenciatura em Química de três instituições de ensino superior do Estado do Rio de Janeiro. Para isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 26 professores, investigando questões referentes às suas formações e experiências profissionais em cursos de formação docente. A partir dos resultados foi observado que as ideias que orientam a prática pedagógica dos professores entrevistados muitas vezes são permeadas por influências de suas trajetórias acadêmicas, estando a construção de suas identidades profissionais marcadas pelo rompimento de laços com sua formação escolar ou pela reprodução de suas vivências. Destaca-se, portanto, que o profissional, quando bem formado, ciente e comprometido com seu papel na formação de futuros professores, torna-se apto a buscar uma educação que dialogue saberes e represente uma significância na construção da identidade profissional dos licenciandos em química.

► professor formador, formação de professores, licenciatura em química ◀

Recebido em 18/05/2016, aceito em 13/01/2017

356

A função primordial do ensino deve ser a de possibilitar a aprendizagem do aluno, distanciando-o do dogmatismo e passividade e proporcionando seu desenvolvimento como cidadão numa sociedade democrática, a partir da capacidade de relacionar o conhecimento construído no processo educacional com sua vivência e realidade.

A partir da década de 1990, iniciou-se o desenvolvimento de pesquisas que consideravam, além da formação acadêmica, o desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional do professor como princípios fundamentais ao se analisar a prática pedagógica e os saberes docentes (Nunes, 2001). O presente trabalho é pautado pelo entendimento de que a identidade do docente formador é a (re)significação social da profissão a partir da relação com saberes, e

é marcada por discursos de diferentes campos sociais nos quais o profissional esteve inserido durante sua vida, bem como por formas, memórias e experiências de sua cultura e instituição de origem (Pimenta, 1996; Rosa *et al.*, 2008).

Muitos licenciandos, ao iniciarem na educação superior, possuem visões simplistas do ato de ensinar, cabendo ao docente formador, em suas aulas, distanciar-se da separação teórico-prático e promover um ensino que combata visões estigmatizadas e mecanicistas do fazer docente. Entretanto, o cenário encontrado nos cursos de formação de professores muitas vezes se distancia do ideal, estando marcado pelo

tradicionalismo, no qual as formações específica e pedagógica caminham de forma paralela, sem produzir momentos de questionamentos e desconstrução de posicionamentos fechados e cristalizados.

Maldaner (2006) afirma que a ação docente do professor formador, ou seja, as práticas de formação às quais os futuros educadores são submetidos durante as licenciaturas, acabam

**Muitos licenciandos, ao iniciarem na educação superior, possuem visões simplistas do ato de ensinar, cabendo ao docente formador, em suas aulas, distanciar-se da separação teórico-prático e promover um ensino que combata visões estigmatizadas e mecanicistas do fazer docente.**

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

por modelar as posturas profissionais futuras dos formados e perpetuar-se nelas, mesmo que involuntariamente. Somado a isso, é possível identificar que nem sempre os profissionais da educação, embora se autointitulem educadores, carregam consigo o compromisso e a competência de formar professores (Gomes, 2006).

Portanto, a relevância dos cursos de formação inicial de professores é destacada por representar um ambiente profícuo para a (re)construção da identidade profissional dos licenciandos, (re)construindo modelos, formas de pensar e de agir em seu ofício (André *et al.*, 2010). Analisar a concepção desta formação é substituir a ideia de capacitação através da transmissão de conhecimentos e reprodução de modelos pela análise da prática pedagógica desenvolvida e dos sujeitos responsáveis por ela, considerando os saberes da experiência e buscando problematizar sua formação inicial e continuada (Nunes, 2001). Segundo Rivas (2013, p.2), “(...) ser professor ultrapassa o domínio de conteúdo, incorporando características que só podem ser alcançadas mediante uma reflexão e atuação intencional da atividade pedagógica”. Portanto, ao estudar a prática pedagógica do docente, é possível perceber um conjunto de ideias, concepções e teorias que dão base às suas ações (Gomes, 2006).

Desta forma, Mizukami (2005, p.8), a partir do referencial de Cochran-Smith (2003), destaca alguns pontos essenciais que devem ser trabalhados tendo o formador em foco e buscando a “aprendizagem da docência”: “base de conhecimento, estratégias formativas, comunidades de aprendizagem e atitude investigativa”. A partir disso, acredita-se ser possível traçar diretrizes e estratégias, contemplando também a formação ética e social do profissional para exercício de sua profissão.

Portanto, ser professor no ensino superior exige capacitações que vão além de diplomas e títulos. Como qualquer outro profissional, o professor necessita de formação, pois saber o conteúdo está numa perspectiva bem diferente de saber ensiná-lo. Competências específicas da profissão são exigidas para saber ensinar, e devem ser trabalhadas ainda nos cursos de formação inicial (Arroio, 2009).

A compreensão de quem é e como foi formado o professor atuante nas licenciaturas em química amplia a problematização do fazer docente e das características necessárias a um curso que se propõe a formar profissionais aptos a suprir a necessidade da educação básica. Estudar o contexto da formação de professores é procurar entender também a dimensão dos conteúdos e práticas pedagógicas que orientam as atividades educacionais e analisar se a formação realizada pelos profissionais atuantes num curso de licenciatura vem produzindo oportunidades de questionamentos e desconstrução de posicionamentos naturalizados.

**Estudar o contexto da formação de professores é procurar entender também a dimensão dos conteúdos e práticas pedagógicas que orientam as atividades educacionais e analisar se a formação realizada pelos profissionais atuantes num curso de licenciatura vem produzindo oportunidades de questionamentos e desconstrução de posicionamentos naturalizados.**

Diante disso, o presente artigo traz os resultados de uma análise do perfil dos professores formadores atuantes em três instituições que oferecem o curso de Licenciatura em Química no Estado do Rio de Janeiro, sendo uma particular e duas públicas, bem como as concepções e ações que tangem as práticas docentes.

### **Procedimentos Metodológicos**

A escolha dos sujeitos participantes do presente estudo se deu de forma aleatória, sendo estabelecido como critério somente que fossem entrevistados cerca de 10 docentes por instituição, estando entre esses os coordenadores dos cursos analisados e pelo menos dois docentes de disciplinas pedagógicas de cada instituição de ensino superior.

Os participantes envolvidos lecionam nos cursos superiores, em disciplinas da área específica que compreende química, física, matemática e biologia, e da área pedagógica, que contempla disciplinas como didática, sociologia, psicologia, filosofia e ensino de química, nas quais os alunos desenvolvem estratégias de ensino considerando o embasamento científico, teórico e prático do curso. Alguns docentes atuam em ambas as áreas, e outros em somente uma delas.

Como instrumento de coleta de dados, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas, compreendendo, ao todo, 18 questões não só relacionadas à formação profissional, titulação, experiência na área e disciplina que leciona, como também indagações que permitiram verificar as concepções e as práticas docentes relativas ao tema da pesquisa. Os dados foram coletados em forma de áudio e, posteriormente, transcritos, com autorização prévia de cada entrevistado.

Tomando como base as concepções de Chizzoti (2005, p.79), utilizou-se uma abordagem qualitativa para a análise. Dessa forma, desenvolveu-se uma análise de conteúdo segundo Minayo (2010) e Moraes (1999), que consistiu na unitarização e isolamento das unidades de análise a partir das transcrições realizadas (Quadro 1), seguida da categorização dos dados e expressão dos resultados obtidos em cada análise realizada.

### **Dos saberes às competências: uma análise das interfaces na construção da identidade do docente formador**

Ao todo, foram entrevistados 26 docentes. Somente na universidade pública o valor total pretendido não foi contemplado, já que apenas 6 professores se disponibilizaram para a entrevista.

O texto a seguir expõe parte dos resultados obtidos para as categorias estabelecidas, trazendo, em alguns momentos, transcrições das falas dos professores. Como a instituição

Título	Objetivo
Perfil do professor	Analisar a formação docente, incluindo dados como: suas instituições, curso, ano de formação, etc.
Atuação profissional	Verificar fatores que contribuíram para a escolha do magistério
Trajetória formativa e prática docente	Identificar a influência da trajetória formativa na prática docente
Concepções da responsabilidade docente	Analisar o entendimento do professor acerca de seu papel social
Necessário para a formação de professores	Analisar a percepção docente acerca do que julgam ser fundamental para formar um bom professor
Dialogo e interdisciplinaridade	Identificar a importância atribuída pelos docentes no diálogo entre disciplinas e trocas entre pares

de origem dos entrevistados não foi fator determinante em qualquer aspecto dos resultados obtidos, optou-se por identificar os docentes somente com nomes fictícios.

### Atuação Profissional

Do total de docentes entrevistados, apenas oito afirmaram ter escolhido o magistério como primeira opção de carreira. No grupo de respostas afirmativas, foi observado que, para cinco docentes, a identificação com a profissão ainda na infância ou no ciclo básico de ensino foi fator determinante para a escolha profissional. Além disso, a possibilidade de desenvolver pesquisas ao lecionar na educação superior esteve presente em discursos de quatro professores desse universo como fator contribuinte para a escolha.

Dos dezoito professores que apontaram que o magistério não havia sido a primeira escolha de profissão, nove, mesmo tendo cursado a Licenciatura em Química, afirmaram ter trabalhado na indústria antes de optarem exclusivamente pela docência, sendo que sete destes salientaram maior identificação pelo magistério como aspecto crucial para a mudança profissional.

Concorda-se com Souza (2012) quando este salienta que nem sempre tal identificação ocorre anteriormente, ou aparece como motivação para a escolha da carreira, podendo o processo formativo e o exercício profissional influenciar no envolvimento com a profissão, como visto nas seguintes falas:

*Quando eu entrei na faculdade eu queria trabalhar na indústria, meu sonho era ir para indústria, mas aí a gente vai fazendo monitoria, vai fazendo iniciação e acaba se identificando com a área da docência. Aí quando eu acabei a faculdade, eu fiz o mestrado e acabei ficando nessa área mesmo. Não quis mais sair não.*(Maria Luiza)

*Não foi minha primeira escolha, mas eu comecei a dar aula trabalhando na indústria, aí deu vontade de abandonar tudo, de estudar e de fazer mestrado e de dar aula. Não quis mais ficar na indústria.* (Julia)

O processo de escolha da carreira constitui um momento muito importante na construção da identidade docente. Segundo Souza (2012), que se referencia em Tardif (2010), alguns fatores podem ser determinantes nessa escolha, como a realidade socioeconômica, as oportunidades oferecidas e a afinidade com aspectos centrais da profissão. Portanto, mesmo que inicialmente não almejassem ser professores, esses passaram por um processo de identificação com o magistério ao longo de suas formações ou outra atividade profissional, tornando-se fator fundamental para a mudança de perspectiva profissional e contribuindo para a construção do perfil desses docentes.

**O processo de escolha da carreira constitui um momento muito importante na construção da identidade docente. Segundo Souza (2012), que se referencia em Tardif (2010), alguns fatores podem ser determinantes nessa escolha, como a realidade socioeconômica, as oportunidades oferecidas e a afinidade com aspectos centrais da profissão.**

### Trajetória formativa e suas influências no fazer docente

Inicialmente foi analisada a formação dos professores quanto às possíveis contribuições trazidas pela experiência em Ensino Básico na perspectiva da atuação num curso de Licenciatura em Química.

Do total de entrevistados, dezoito apontaram que já lecionaram no ensino médio regular ou médio-técnico. Desses, somente oito citaram em suas respostas possibilidades educativas e trocas a partir de suas vivências, tendo em vista que lecionam num curso de formação de profissionais que, provavelmente, estarão inseridos na educação básica. Em acordo com Nunes (2001), observa-se que o saber da prática, oriundo do cotidiano e das vivências, passa a fazer parte da identidade do professor, influenciando na prática e em decisões pedagógicas:

*Creio que sim, porque o contato com os alunos do ensino médio foi muito importante, até pra minha formação também, como professor.* (Ricardo)

Entretanto, destaca-se a existência de uma dissociação entre a formação e a prática cotidiana, pois mais da metade dos entrevistados relatam não utilizar de suas experiências profissionais como forma de oferecer uma formação mais completa ao licenciando em química.

A respeito da forma na qual os docentes enxergam sua prática pedagógica, foi observado que seis professores auto-definiram suas atividades em sala de aula como tradicionais, treze afirmaram estar entre o tradicionalismo e a inovação, seis se consideraram inovadores e um preferiu não se encaixar em nenhuma categoria.

Dentro das características ressaltadas pelos docentes como inovadoras, foi possível identificar com maior frequência: a utilização da experimentação em sala de aula, metodologias ativas que envolvam os alunos em discussões, exemplificação do conteúdo químico, analogias, contextualizações, uso de novas tecnologias e avaliação continuada.

Foi visto que os docentes que afirmaram estar entre o inovador e o tradicional possuíam muitas semelhanças nas formas de atuação em sala de aula em relação aos que se definiram inovadores. Diante da semelhança dos relatos e da impossibilidade de distinguir ou classificar a maioria dos discursos, em sua totalidade, como inovadores ou tradicionais, destaca-se que o sentido de inovar no ensino encontra-se atrelado à superação da visão do professor palestrante e do aluno receptor, introduzindo uma perspectiva construtivista, pela qual a aula passa a ser um momento privilegiado de encontro e ações entre alunos e professores (Pimenta e Anastasiou, 2012).

A diversidade de técnicas utilizadas visando à dinamização do processo educacional representa práticas do professor que busca inovar, estimulando a atividade e iniciativa estudantil, favorecendo o diálogo e a construção do conhecimento (Ghelli, 2004).

Em acordo com Pimenta e Anastasiou (2012), destaca-se ainda a importância de conhecer e analisar a cultura tradicional institucionalizada, para que se possa inovar, transformar e ultrapassar essa perspectiva. Tal conhecimento do valor dessa cultura, portanto, não significa ser tradicionalista, mas sim, valorizar a tradição de forma não tradicional, sabendo identificar possibilidades diante de novos propósitos.

Ressalta-se, então, que inovar no ensino não necessariamente implica na utilização do novo, mas sim na mudança de crenças, práticas e valores, que venham refletir no processo de ensino-aprendizagem de forma construtiva.

Dentro desse contexto de análise, ao serem questionados se haviam sido influenciados por algum professor na forma que lecionam, os entrevistados foram unânimes em citar pelo menos uma experiência que tenha contribuído para suas práxis de forma positiva ou não, como em:

*Eu tive alguns professores que foram importantes para eu manter essa postura que eu mantenho hoje. (Nicolas)*

*Ah, 98%. Eu sou uma mistura dos vários professores que eu tive, do que eu não gostaria de ser e do que eu tenho certeza que é bom. (Leonardo)*

*Tudo, na verdade tudo. Eu sou exatamente a figura dos meus professores... Assim, eu sou formado por aqui, como eu te contei, e meus professores estão aqui. Então, eu sou exatamente o que eles eram. Então é até uma coisa que eles brincam que alunos percebem quando eles falam assim: “Nossa, é igualzinho...” Sim, porque eu sou formado por eles, sou a figura deles! (Cintia)*

Portanto, é possível perceber o papel do professor formador em diferentes momentos da trajetória acadêmica dos docentes, que contribuem para a construção do perfil do profissional. Freire (2011, pp.44-45), a esse respeito, complementa ainda que

*se estivesse claro para nós que foi aprendendo que percebemos ser possível ensinar, teríamos entendido com facilidade a importância das experiências informais (...) em que variados gestos de alunos, de pessoal administrativo, de pessoal docente se cruzam cheios de significação.*

Ainda na perspectiva de análise das influências de antigos professores na prática pedagógica dos atuantes nos cursos de Licenciatura em Química, em alguns relatos sobre professores que os marcaram foram observadas semelhanças diretas com as características que contribuiriam para que se identificassem como tradicionais ou inovadores:

**A respeito da forma na qual os docentes enxergam sua prática pedagógica, foi observado que seis professores autodefiniram suas atividades em sala de aula como tradicionais, treze afirmaram estar entre o tradicionalismo e a inovação, seis se consideraram inovadores e um preferiu não se encaixar em nenhuma categoria.**

*Olha, na verdade eu tive um bom professor que era do colégio militar. Sempre que eu procuro dar, principalmente química geral, eu procuro me basear pelo modo dele de dar aula. Era uma pessoa calma, que gostava de explicar metodicamente, passo a passo, eu*

*procuro fazer o mesmo. (Flavia - Docente que definiu sua prática como tradicional)*

De forma geral, foram observadas relações diretas entre recordações da trajetória educativa e o fazer pedagógico nos discursos de nove professores.

No discurso de oito entrevistados foram observados relatos de experiências negativas que os marcaram, como:

*Olha, muitos influenciaram de forma assim: “Eu não quero dar aula assim!” Muitas influências foram dessa forma, eu achava ruim a forma e eu queria fazer diferente. (Carolina)*

*Ah, eu tive muitos professores ruins, aí eu tive como base não querer ser igual a eles. (Mateus)*

Diante dessa análise, é importante salientar que um dos grandes desafios nesse cenário é o de formar profissionais críticos e reflexivos o suficiente para romper com rituais pedagógicos reforçados pela didática prescritiva, que viveriam quando alunos (Ghelli, 2004).

Pela observação dos aspectos salientados ao longo da análise, ressalta-se como pode “um gesto aparentemente insignificante valer como força formadora ou como contribuição à assunção do educando por si mesmo” (Freire, p.43). Ou seja, ainda que não intencionalmente, o docente formador, por diversas vezes, contribui para a construção do perfil do profissional formado, marcando sua trajetória e refletindo em sua prática pedagógica.

### **Ser professor e ser professor formador**

Ao analisar se os professores formadores articulavam o conteúdo específico com os conteúdos trabalhados no ensino médio durante suas aulas, foi observado que dezoito docentes afirmaram realizar tal relação, quatro não, um afirmou não saber se realiza, um não respondeu e dois afirmaram fazer “mais ou menos”.

Embora a relação de conteúdos tenha aparecido em dezoito respostas, constatou-se que em somente sete delas foi estabelecido nos discursos um vínculo direto com a instrumentalização da prática do futuro docente, como em:

*Sempre que eu tenho turma da licenciatura eu tento relacionar o que a gente tá discutindo em sala de aula com aquele tema, né? Se ele está presente ou não no ensino médio e tento discutir com eles como esse tópico é tradicionalmente visto no ensino médio, como algumas perspectivas de trabalhar de uma forma diferente, mais contextualizada ou com experimentos simples que possam ser levados para o ensino médio... Eu tento trabalhar assim. (Viviane)*

*Normalmente, assim, quando eu vou dar química geral, por exemplo, eu tento sempre ver o que é abordado na escola porque eles vão retornar pra escola. (Cintia)*

Dentro dessa análise, foram observados relatos de analogias, contextualizações, discussões, exemplificações, experimentações e uso de seminários como forma de relacionar o processo de ensino-aprendizagem ao conteúdo abordado no ensino médio. Por outro lado, é feita uma crítica a algumas respostas que indicaram a utilização de tais recursos de forma igualitária, tanto na licenciatura em química, como numa graduação em outra área ou até mesmo ao trabalhar com o ensino médio.

Além disso, vale destacar que dois docentes do total de entrevistados responderam afirmando a existência de uma disciplina no curso em que lecionam justamente com tal propósito, e um terceiro entrevistado ressaltou que não realizava a articulação dos conteúdos na licenciatura, mas sim em outros cursos. Um quarto professor, mesmo afirmando realizar a articulação, revela em seu discurso que, devido ao conteúdo extenso de sua disciplina, bem como preocupações com avaliações externas, somente realiza “breves comentários de informações que estão presentes, assim, de uma forma mais simples dentro de um contexto de ensino médio.”

Com isso, é percebida a falta de compromisso com a formação mais ampla dos futuros docentes, uma vez que não somente os conteúdos químicos e pedagógicos deveriam ser desenvolvidos durante as disciplinas, mas também a formação social, política e ética, o que não exime nenhuma disciplina de seu papel na formação voltada para a atuação no Ensino Médio.

Segundo Freire (2011, p.47), “como professor num curso de formação docente não posso esgotar minha prática discursando sobre a teoria da não extensão do conhecimento”. Ou seja, o ensino

dos componentes específicos de cada disciplina é importante para a formação do profissional, entretanto a prática do formador não deve se limitar a isso, mas possibilitar também a integração do conhecimento acadêmico ao conhecimento sobre o processo de ensino.

Ao questionar os docentes acerca das diferenças entre lecionar na licenciatura em química e em outros cursos de graduação, constatou-se que em vinte e uma respostas apareceram fatores relacionados com a formação docente. Do grupo que salientou em suas falas aspectos relativos à formação de professores, oito docentes demonstraram preocupações com a forma que o futuro educador irá articular os conhecimentos para ensinar ou com seus entendimentos do processo de ensino-aprendizagem, como em:

*É, eu acho que é isso: É tentar traçar um paralelo entre o que a gente está ensinando com o que depois como ele vai ensinar aquilo. E obviamente sempre*

*mostrar o nível de dificuldade que você pode trabalhar num grau diferente (...) (Julia)*

*Professor do curso de licenciatura, ele tem que ter a preocupação com a formação do profissional que vai estar em sala de aula. No outro curso de graduação, você teria preocupação de formar um engenheiro, ou formar um administrador e aí as aulas são focadas pra isso. No caso da licenciatura, as aulas são focadas também tendo em vista que aquele profissional vai ser um futuro colega. (Fernanda)*

De acordo com o destacado pelos docentes, confirma-se o papel da instituição de ensino superior como lugar de promover a formação docente em diversos aspectos. A esse respeito, concorda-se ainda com Pimenta e Anastasiou (2010, p.102-103), quando os autores definem como funções do ensino superior:

*a criação, o desenvolvimento, a transmissão e a crítica da ciência, da técnica e da cultura; a preparação para o exercício de atividades profissionais que exijam a aplicação de conhecimentos e métodos científicos e para a criação artística; o apoio científico e técnico ao desenvolvimento cultural, social e econômico das sociedades.*

Ainda dentro do grupo que atribuiu alguma característica da formação docente em sua resposta, ressalta-se o discurso de um professor que afirmou ser difícil comparar a licenciatura com outros cursos e relatou que tenta ensinar a teoria e utilizar a prática em laboratório para fugir do “cuspe e giz”. Entretanto, no final de sua fala, afirmou que “(...) aqui nós queremos dar aulas de laboratório porque na maioria dos casos, os futuros professores acabam fazendo graduação em química com atribuição tecnológica”. Diante disso, retoma-se a análise anterior, quando outros três docentes da mesma instituição, ao descreverem a relação estabelecida entre o conteúdo do Ensino Médio e suas aulas, mencionaram basicamente a realização de atividades experimentais.

Questiona-se, portanto, se a formação oferecida por esses docentes compreende e discute a utilização de outras ferramentas para o ensino de química além da experimentação, e se durante as práticas pedagógicas vem sendo possibilitado o diálogo entre conhecimentos, visando à formação do profissional não só na perspectiva de conteúdo químico, mas também na de formação cidadã.

Dessa forma, destaca-se o problema dos currículos pensados dentro do princípio técnico de que saber química é o mesmo do que saber ensinar química (Maldaner, 2006). A esse respeito, a marginalização da formação docente, ou até mesmo a valorização exacerbada na utilização de uma ferramenta em detrimento de outra, pode acabar refletindo na insegurança do profissional formado que, ao se deparar nas escolas de atuação com situações distintas às vivenciadas

em seu curso, tendem a produzir um processo educativo mecanizado.

Dos cinco professores que não mencionaram em suas respostas aspectos da formação docente, três destacaram que não veem distinção na forma que lecionam em diferentes cursos:

*Não vejo diferença não, não vejo! Eu acho que você tá ali pra ensinar um determinado conteúdo e se eu tivesse a mesma disciplina para um curso de bacharelado, um curso de licenciatura eu daria da mesma forma, porque o que eu quero é que os alunos dominem o assunto que eu tô tentando ensinar. (Isabele)*

A esse respeito, Rivas (2013), utilizando o referencial de Cunha (2009), afirma ainda que, em diversos momentos, somente os conhecimentos específicos são trabalhados, deixando de lado os aspectos necessários para mediar a atividade educacional, uma vez que a docência e os domínios de saberes pedagógicos, equivocadamente, não são tidos por muitos como partes fundamentais da atividade profissional.

Por fim, foi observado que, ao serem questionados sobre seus papéis e responsabilidades na formação de licenciandos, todos, exceto um docente, mencionaram pontos que demonstram suas preocupações em formar um bom profissional para atuar na educação, como em:

*(...) Meu lugar é conseguir mediar, fazer essas mediações. É preciso que eu medeie essa forma de você se apropriar do conhecimento e transmiti-lo na sala de aula a partir de grandes referências (...) Na verdade, é colocar o aluno a par dessas possibilidades de entender o mundo através das teorias que existem vários campos, as quais eu me aproprio na didática que é minha função. (Monique)*

*Ele não é só um alguém que vai lá, dá uma aula de conteúdo de química e que se resume a isso a docência na química, mas a gente tem que fundamentalmente formar um cidadão e a química tem que entrar contribuindo com essa formação cidadã do aluno. Então, eu acho que o meu papel fundamental é esse. É fazer o aluno da licenciatura entender que quando ele for professor, oficialmente porque ninguém vira professor, como Rubens Freire dizia: “Ninguém vira professor numa terça-feira à tarde com um horário específico”, é um processo, mas quando ele legalmente entra na sala de aula como professor, o papel dele, do conteúdo... Na verdade, talvez seja um papel, não vou dizer secundário, mas o fundamental é a construção da cidadania do aluno. Então, ele tenha a noção disso, ele é um profissional da formação cidadã e que a química entra como parte dessa formação, uma parte essencial, mas como parte dessa formação. (Viviane)*

Outro aspecto, observado nos discursos de cinco docentes, foi a menção de que o comportamento e as práticas dentro da sala de aula podem servir como exemplo para os novos professores. Portanto, os docentes se disseram comprometidos a serem os melhores exemplos para seus alunos:

*Você tá formando futuros profissionais que vão atuar na educação e eles vão reproduzir o que você tá fazendo, que nem uma criança com seus pais.* (Vinicius)

*(...) Eu quero ser um bom professor, eu quero que eles possam me usar como exemplo, porque eu sou do curso de licenciatura. Então eu acho que pode ser isso, não sei.* (Ricardo)

Retoma-se aqui o discutido anteriormente, sobre todos os docentes mencionarem terem tido algum professor que os influenciaram na forma que lecionam. Pimenta e Anastasiou (2010, p.77), a esse respeito, complementam que “nos processos de construção da identidade docente, tem papel fundamental o significado social que os professores atribuem a si mesmos e à educação”. Maldaner (2006) reforça ainda que a formação ambiental dos futuros professores é muito forte, o que dificulta a mudança de práticas e valores reforçados durante seu curso superior. Diante desses dados, os professores entrevistados desenvolveram uma preocupação com a forma que serão vistos por seus alunos e as influências que podem ter na prática futura desses alunos.

### Quem/Como se forma professor?

Ao questionar os entrevistados acerca do que julgavam ser fundamental na formação de um bom professor, foi observado em dez respostas que, entre outras coisas, o domínio do conteúdo que irá trabalhar foi um dos fatores considerados fundamentais. Além disso, foi apontado que é importante que o profissional estabeleça uma relação com o público que está trabalhando, de forma a compreender suas necessidades e trabalhar dentro do contexto vivenciado por eles, sendo mencionado por alguns a importância da troca de saberes entre professores e alunos.

Reforça-se aqui, portanto, que o ensino não pode se limitar ao estudo de conceitos e teoremas químicos, nem tampouco à discussão do contexto social. O ensino deve promover a integração desses dois aspectos, distanciando-se da abordagem unilateral de um deles e respeitando os saberes dos sujeitos envolvidos para a definição das práticas a serem utilizadas em sala (Santos e Schnetzler, 2010).

Salienta-se, portanto, que a escola, como lócus de construção do conhecimento, deve possibilitar ao aluno a

participação ativa no processo de ensino-aprendizagem, bem como desenvolver cidadãos capazes de analisar e atuar criticamente perante a sociedade. Para que isso seja possível, o docente tem papel fundamental como mediador nesse processo que leva a ascensão do educando ao conhecimento.

A necessidade de haver interesse e gosto pela profissão por parte dos licenciandos esteve presente em nove das vinte e seis respostas. Em contraposição aos relatos elencados anteriormente, foi observado que cinco professores atribuíram a vocação como fator crucial na formação de um bom professor:

*É que ele tenha, primeiro, paciência. Goste de dar aula... isso aí é uma coisa que vem de dentro, né? Alguns alunos às vezes se interessam em dar aula, mas não tem aquela vocação. Acho que é vocação mesmo!* (Marcela)

*Eu acho que tem que ter primeiro, antes de tudo, vocação(...). Tem que ter a vocação e aí o professor, que tá ali com aquele aluno, tem que incentivar essa vocação nesse aluno, mostrando que ele é capaz sim de mudar alguma cabeça do aluno, fazendo ele ser mais pensativo, mais crítico (...)* (Sarah)

Dentro dessa perspectiva vocacional, ressalta-se que dois dos cinco docentes que a mencionaram como fator fundamental, relataram, numa questão anterior, que o magistério não havia sido sua primeira escolha profissional. Desta forma, levando em consideração o conceito de vocação como algo intrínseco e inato do sujeito, questiona-se como foi possível ocorrer a “mudança de vocação” desses professores, uma vez que inicialmente acreditavam que iriam trabalhar exclusivamente na indústria por toda vida.

Destaca-se que, se fosse encarado no seu sentido literário, vocação seria algo atrelado ao destino do sujeito, entretanto não há possibilidade de alguém nascer com isso estabelecido. A escolha pelo magistério, na verdade, está atrelada à afinidade com a profissão através da construção social, e que, ao longo da vida do sujeito, colabora para seu reconhecimento como pessoa (Souza, 2012). Lengert (2011, p.19) ressalta ainda que

*A “vocação”, portanto, não é subjetiva, mas depende da construção de um imaginário pessoal e principalmente social sobre a profissão docente. A escolha por ser professor é uma construção e não pode ser encarada apenas como uma vocação individual numa progressão linear e sucessiva.*

Portanto, a escolha da profissão é marcada por condições

individuais e circunstanciais, que se entrelaçam e determinam as afinidades por certas áreas em detrimento de outras. Quando essa “vocação” idealizada prevalece sobre os fatores que realmente são determinantes para a escolha profissional, considerando a docência como um “dom inato”, a formação e o desenvolvimento profissional são desconsiderados diante de uma perspectiva de que o professor “nasceu pronto” para atuar em sua profissão.

A partir do entendimento de que o magistério   uma profissão que, como qualquer outra, necessita de preparação, supera-se a ideia de que o professor nasce com essa “vocação” e de que, se o sujeito sabe o conteúdo, ele sabe ensinar, reafirmando a necessidade de desenvolver nas licenciaturas competências específicas na docência para a formação do bom professor.

De acordo com Fleury (2001, p.187), a definição de competência

*(...) aparece assim associada a verbos como: saber agir; mobilizar recursos, integrar saberes múltiplos e complexos, saber aprender, saber engajar-se, assumir responsabilidades, ter visão estratégica (...) competência é um saber agir responsável e que é reconhecido pelos outros. Implica saber como mobilizar, integrar e transferir os conhecimentos, recursos e habilidades, num contexto profissional determinado.*

Em relação ao mencionado acima, ao serem questionados a respeito das competências que julgavam necessárias serem desenvolvidas num curso de formação de professores, foi observado que dezoito entrevistados mencionaram competências de fato, tendo os demais listados características ou habilidades, mas não as relacionando com a apropriação por parte dos alunos, bem como sua utilização no contexto educacional.

Reitera-se aqui, portanto, que o ambiente educacional é permeado por saberes diversos, sendo necessário respeitar sua heterogeneidade e multiculturalidade (Therrien e Nóbrega, 2009). Portanto, cabe ao docente buscar, em seus saberes, formas de envolver os estudantes no processo, bem como identificar ferramentas para desenvolver a capacidade de participação dos alunos. Nesse âmbito de aproximar o ensino   realidade dos alunos, foram constatadas, nas falas de quatro professores, a necessidade de desenvolver a percepção de que a química está presente no cotidiano, bem como o relato do uso de contextualizações para isso.

No entanto, foram encontrados ainda alguns discursos que revelaram perspectivas bastante simplistas a respeito do que seria fundamental para a formação docente, como em:

*A ideia é integrar o ensino com o laboratório e tentar explicar isso no ensino médio, para que os alunos possam aplicar isso no ensino médio. (Flavia)*

Diante disso, retoma-se a discussão de que estabelecer a relação teoria-prática não é o suficiente para garantir a boa

formação do profissional, devendo-se considerar, observar e ressignificar os conhecimentos formais e informais, levando em conta a complexidade das práticas pedagógicas. Portanto, destaca-se a necessidade de repensar o currículo como uma lista de conteúdos ou “diretrizes didático-conteudinais”, atribuindo ao entendimento curricular uma perspectiva baseada num diálogo crítico, transformador e que considere a cultura, sociedade e tecnologia como aspectos essenciais da formação do profissional (S ssekind, 2011).

Notaram-se também, durante a fala de um docente, críticas a conteúdos pedagógicos vistos na licenciatura em química:

*(...) eu percebo que essa Psicologia da Educação nada contribui no trabalho em sala de aula real mesmo, que é uma coisa muito teórica, abstrata... O cara fala l  do Piaget, do Freud e não sei que, e na prática teria que ser uma coisa mais voltada à realidade mesmo do aluno... O Piaget fala dessa coisa do desenvolvimento da pessoa, da crianç , o adulto, adolescente, tudo, mas o Piaget, ele foca muito na crianç , principalmente a crianç  até 7 anos e no caso do profissional licenciado, ele vai trabalhar algumas vezes, como no caso de química, com crianç as no último ano do ensino fundamental e no ensino médio... Isso quer dizer, são crianç as maiores de 12, 13, pré-adolescente, adolescente, e ele não entra muito detalhe nessa fase do desenvolvimento humano, que era essa parte que tinha que entrar mais (...) (Roberto)*

Entretanto, ao analisar seu discurso, foi observado que fraquezas formativas do docente podem ter contribuído para tal fala. O docente argumenta que, embora ocorra o estudo de variados pensadores, tal conteúdo não é utilizado no contexto da sala de aula. A provável falta de diálogo e problematização do conhecimento específico e do ensino desse conhecimento na escola durante sua formação pode ter contribuído para que o educador não percebesse a importância e aplicabilidade de tais teorias em sua prática pedagógica, bem como num curso de licenciatura. Concorda-se então com Pimenta e Anastasiou (2010): a área pedagógica não deve se restringir   didática da sala de aula, compreendendo também uma apropriação crítica da cultura pedagógica, refletindo na ampliação da visão e do entendimento das situações concretas que os professores vivenciam em seu trabalho.

## **O diálogo e a interdisciplinaridade**

A construção do conhecimento docente deve compreender interpretações e reinterpretat es de saberes escolares, indo além do conhecimento específico da matéria e considerando o diálogo entre as disciplinas como peç  fundamental para a promoção da autonomia prática e pedagógica dos futuros professores.

Ao serem questionados sobre a importância das disciplinas específicas e pedagógicas num curso de formação docente, foi observado que nove entrevistados mencionaram a necessidade de trabalhar com a interdisciplinaridade dos componentes curriculares do curso de licenciatura em química, como em:

*A gente tem que pensar que todas as disciplinas, elas contribuem para a formação do educador. O educador, ele tem que sair daqui não formado pra sua área específica, mas ele tem que sair daqui formado quanto educador, que tem um conhecimento que abrange várias áreas e não só uma área específica, senão ele vai ficar muito limitado. (Nicolas)*

Desta forma, destaca-se, na perspectiva ressaltada pelos docentes citados anteriormente, a valorização de um ensino que não se limite à mera discussão de teorias, fórmulas e conceitos, mas que articule os conhecimentos vistos durante a formação docente de forma que isso possa refletir na melhor formação do profissional que irá atuar na sala de aula. Concorde-se ainda com Ghelli (2004), quando este salienta que o distanciamento entre teoria e prática vem contribuindo para a falta de sintonia entre o conhecimento da ciência e o dia a dia das pessoas. Portanto, o ensino num curso de Licenciatura em Química deve se basear em um processo de reflexão-ação-reflexão, considerando não somente o compromisso social do docente como também a integração entre conhecimentos e saberes (Maldaner, 2006).

Foi observado também que oito docentes salientaram não terem tido, em suas formações, momentos de diálogo entre as disciplinas específicas e pedagógicas:

*Olha, eu não sei se foi o curso que eu fiz, eu não sei se eram os professores, mas eu achei a minha formação muito ruim. Eu acho a formação de licenciatura, de maneira geral, eu diria que é muito ruim. Eu não aprendi a ser professora no curso de licenciatura. (Isabele)*

*Olha, na minha formação, eu tive justamente esta dificuldade que eu acabei de mencionar. Em certas ocasiões, eu tinha disciplina de Química Orgânica 3 teórica e outro dia ia fazer a Pedagogia, Estrutura de ensino, mas a Estrutura de ensino na qual eu estudei não tinha nenhuma ligação com a química. Então isso aí era a maior dificuldade no meu momento de aluno, para minha formação. Então a parte pedagógica, ela é muito importante, uma vez que você tá formando professor, mas acredito numa aproximação da parte pedagógica com os conhecimentos específicos do curso. (Gustavo)*

Ao analisar a formação dos oito professores citados acima, foi observado que são oriundos de cinco instituições diferentes, sendo que cinco cursaram Licenciatura em Química,

um Química Industrial, um Bacharelado em Química e um Licenciatura em Filosofia. Portanto, destaca-se que, embora a maioria tenha cursado licenciatura e exista uma variedade de instituições compreendidas nesse grupo, a articulação entre os conhecimentos específicos e pedagógicos não fez parte da rotina das instituições.

Foi observado que dois docentes, que criticaram sua formação distanciada entre disciplinas específicas e pedagógicas, anteriormente afirmaram não ver diferença entre lecionar na Licenciatura em Química e em outros cursos. Outro professor desse grupo mencionou ainda que tal diferença deveria ser de responsabilidade das disciplinas pedagógicas, delegando a outras áreas as responsabilidades que fazem parte de seu papel como educador.

Questiona-se, portanto, se há uma relação entre a falta de interdisciplinaridade durante a construção de seus saberes pedagógicos em seus cursos de formação inicial e a ausência de perspectiva pedagógica ao lecionar na licenciatura, que foi observada em outros momentos da entrevista. Pimenta e Anastasiou (2010) a esse respeito mencionam que o cenário muitas vezes encontrado em instituições de ensino superior é o de docentes com vasto conhecimento específico que apresentam despreparo e falta de conhecimento a respeito do processo de ensino-aprendizagem, o que acaba refletindo em sua prática em sala de aula. Os autores complementam, a respeito da formação da maioria dos formadores, que a especialização encontrada em muitas disciplinas durante suas graduações compromete o diálogo entre os componentes curriculares, cabendo aos alunos articular os conteúdos da forma que lhe é possível e aplicá-los nos momentos de estágio, contribuindo para uma formação fragilizada do docente.

Outro ponto a ser destacado é a recorrente crítica presente nas falas dos educadores ao fato de não terem aprendido a ser professor ao cursar suas graduações. A esse respeito, embora se acredite que seja importante uma formação crítica e reflexiva, que dialogue os conceitos estudados nos cursos com a realidade da sala de aula e que desenvolva no profissional a consciência de seu papel como futuro formador, ressalta-se que seria um equívoco esperar desses cursos um modelo, “fórmula mágica” ou “receitas” de como se tornar um bom professor. De acordo com Pimenta e Anastasiou (2012, p. 199), “não há modelos ou experiências modelares a serem aplicadas. A experiência acumulada serve apenas de referência, nunca de padrão de ações com segurança de sucesso”, cabendo ao docente a reflexão individual e coletiva acerca das questões que envolvem o fazer pedagógico para a construção de sua prática.

Observou-se também que seis professores criticaram, em suas falas, a falta de diálogo entre disciplinas específicas e pedagógicas nos cursos de Licenciatura em Química em que lecionam:

*(...) eu acho que é extremamente importante tentar ver uma conciliação maior entre as duas áreas... conciliar mais área pedagógica, área de ensino, no*

caso, com a química, vamos dizer assim, química mais dura. (Vinicius)

*Na graduação, principalmente na universidade, numa universidade grande, é difícil você ver professor de disciplina específica ensinando a ser professor. Nas grandes universidades o que a gente encontra, na maioria dos casos, são pesquisadores que dão aula e aí pra esses pesquisadores, que têm uma formação tradicional, é bastante raro que esse professor se enxergue como professor e aí talvez por isso as disciplinas específicas contribuam menos do que deveriam contribuir para a formação geral de um professor. (Leonardo)*

*(...) é curioso que tu estuda Físico-Química profundamente e em Físico-Química tu não vê como transmitir esses conhecimentos. Quando vai pra uma disciplina de educação, você aprende quem é Piaget, Vygotsky, etc., mas não fala nada de química relacionado às teorizações deles (...)* (Juliana)

Neste ponto, destacam-se, nas falas, disciplinas que caminham de forma paralela, sem que haja o entrelaçamento de saberes. Forma-se, portanto, um professor que é especialista em química ou especialista em teorias educacionais, entretanto o professor que utiliza o embasamento pedagógico para desenvolver sua prática no ensino de química não é formado. Este fato muitas vezes se reflete num ensino descontextualizado de sua função nas escolas: se o docente em formação não articula seus saberes, encontra dificuldades em dialogar o conteúdo numa perspectiva de formação cidadã.

Ressalta-se, ainda, na fala de alguns professores, o esvaziamento de sentido de algumas disciplinas pedagógicas, quando estas, ao se basearem exclusivamente no estudo de teóricos e técnicas, não estabelecem um vínculo do conteúdo com a prática do futuro professor, sem representar uma significância para seu aprendizado. A esse respeito Pimenta e Anastasiou (2012) afirmam que a pedagogia deve permeiar as ações educativas em geral, necessitando o professor apoderar-se dos conhecimentos pedagógicos, não sendo estes limitados à didática de sala de aula, mas sim compreendendo, ampliando, atribuindo sentido e orientações às situações concretas que vivenciam. A esse respeito, complementa-se ainda que, dos vinte e seis entrevistados, somente doze afirmaram a existência de discussões acerca da prática pedagógica nas reuniões de colegiado de curso:

*Às vezes isso aparece, mas na maioria das vezes esse não é o objetivo principal, isso não tem sido o objetivo principal. (Nicolas)*

*Vamos dizer assim, que infelizmente nós temos muito poucas discussões em colegiado de curso. (Vinicius)*

*Pouca, as discussões são mais administrativas do que a questão da prática pedagógica. (Viviane)*

*Tem também, a gente fala um pouco sobre isso. (Ricardo)*

Diante dos dados expostos acima, destaca-se que, por diversas vezes na mesma instituição, houve relatos da existência limitada de discussões e da ausência delas. Todos os docentes que afirmaram não participar do colegiado de curso, pois são representados por outros professores, não souberam responder se há ou não discussões sobre a prática pedagógica nesses momentos.

A respeito das ausências de discussões nas reuniões de colegiado dos cursos, no que tange às práticas pedagógicas realizadas nos cursos de licenciatura em química, destaca-se que

*(...) as universidades, instituições formadoras, e as escolas, instituições da atuação profissional dos professores, necessitam constituir práticas democráticas participativas, valorizando o método da deliberação colegiada, e articular a diversidade e a necessidade de professores competentes que respondam à incerteza, fazendo uso das maiores cotas possíveis de racionalidade e senso comum. O saber fazer do professor vai sendo alcançado após a sondagem inteligente e com a comunicação compartilhada da experiência* (Pimenta e Anastasiou, 2012, p.187).

Em consonância com Pimenta e Anastasiou (2012, p.218), acredita-se que “ensinar é um processo coletivo”, ou seja, embora haja a liberdade de cada docente atuar da forma que bem entende dentro da sala de aula, suas práticas integram a formação dos alunos como um todo. Portanto, de acordo com os autores, as disciplinas devem ser pensadas coletivamente, dentro de um contexto em que o fazer pedagógico esteja em consonância com os objetivos do curso, e que os saberes específicos sejam confrontados coletivamente, assumindo novas perspectivas e possibilitando a superação da dicotomia curricular.

### **Considerações finais**

Ao longo do presente estudo foi observada a necessidade de entendimento, por parte dos formadores, de que suas práticas contribuem para a construção da identidade do profissional que está sendo formado, considerando a cultura e a diversidade como aspectos fundamentais na construção de metodologias de ensino.

A partir da análise dos discursos, foi possível explicitar também que, quando bem formado, o educador crítico e reflexivo se torna apto a romper laços com práticas que vivenciou durante sua trajetória formativa em prol da construção de um processo de ensino-aprendizagem que tenha novos paradigmas como base, e que contemple formas distintas de

pensar o conhecimento e o ensino de química.

Sobre a formação dos docentes e suas concepções acerca do magistério num curso de Licenciatura em Química conclui-se que, embora grande parte dos professores entenda sua responsabilidade e perceba o impacto do seu trabalho na formação dos licenciandos, ainda parece ser necessário um maior envolvimento dos docentes no curso como um todo, assim como a instituição formadora promover o diálogo interdisciplinar entre a área específica e a pedagógica e a formação continuada destes docentes. Faz-se necessário ampliar o entendimento de seus papéis como formadores, que busquem dialogar com as demais disciplinas, que valorizem a inovação para além da inserção de meros experimentos no ensino, e que incluam em suas práticas discussões não só sobre aspectos sociais, culturais e tecnológicos, como também aqueles relativos à realidade que será encontrada pelos educandos em suas escolas de

**Reforça-se aqui, portanto, que o ensino não pode se limitar ao estudo de conceitos e teoremas químicos, nem tampouco à discussão do contexto social. O ensino deve promover a integração desses dois aspectos, distanciando-se da abordagem unilateral de um deles e respeitando os saberes dos sujeitos envolvidos para a definição das práticas a serem utilizadas em sala (Santos e Schnetzler, 2010).**

atuação, considerando no processo a importância e o impacto da alfabetização científica e, mais especificamente, da aprendizagem da química na vida dos estudantes com quem os futuros docentes irão trabalhar.

**Stephany Petronilho Heidelmann** (stephanyphidelmann@gmail.com.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

e mestre em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, RJ – BR. **Gabriela Salomão Alves Pinho** (gabriela.pinho@ifrj.edu.br) é graduada em Psicologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestre em Psicologia Social pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e doutora em Psicologia Clínica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Duque de Caxias, RJ – BR. **Maria Celiana Pinheiro Lima** (maria.pinheiro@ifrj.edu.br) é licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Duque de Caxias, RJ – BR.

## Referências

ARROIO, A. Formação docente para o ensino superior em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-12, 2009.

ANDRÉ, M. *et al.* O trabalho docente do professor formador no contexto atual das reformas e das mudanças no mundo contemporâneo. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 91, n. 227, p. 122-143, Brasília, jan./abr. 2010.

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa em Ciências humanas e sociais*, 5 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. *RAC – Revista de Administração Contemporânea*, v. 5, Ed. Especial, p. 183-196, 2001.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GHELLI, G. M. A construção do saber no ensino superior. *Cadernos da FUCAMP*, v.3, n.3, 2004.

GOMES, R. C. M. Formação de professores: Um olhar ao discurso do docente formador. *Revista E-Curriculum*, n. 3, dez. 2006.

LENGERT, R. Profissionalização docente: entre vocação e formação. *La Salle - Revista de Educação, Ciência e Cultura*, v. 16, n. 2, p.11-23, 2011.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*, 3.ed. Ijuí: Unijuí, 2006.

MINAYO, M. C. de S. (org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*, 29. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: professores formadores. In: *Revista E-Curriculum*, v. 1, n. 1, p.1-17, 2005.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, v.

22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. *Educ. Soc.*, v. 22, n. 74, p. 27-42, 2001.

PIMENTA, S. G. Saberes da docência e identidade do professor. *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, v. 22, n. 2, p.72-89, 1996. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rfe/article/view/33579>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. *Docência no Ensino Superior*, 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

ROSA, M. I. P et al. Formação de Professores de Química na Perspectiva da Cultura: reflexões sobre a noção de identidade profissional. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. *Educação química no Brasil: Memórias, políticas e tendências*. São Paulo: Átomo, 2008, cap. 7, p. 145-160.

RIVAS, N. P. P. A formação pedagógica de professores universitários: tessituras e significados a partir do programa de aperfeiçoamento do ensino. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11, 2013. Anais do Congresso Nacional de Educação. Curitiba: PUCPR, p. 12571-12585, 2013.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: Compromisso com a cidadania*, 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SOUZA, J. F. Identidade do profissional no ensino superior: a escolha do magistério como profissão. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 6, 2012. Anais do VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”. São Cristóvão: UFS, 2012.

SÜSSEKIND, M. L. O estágio como entrelugar nos relatos de formação. In: SÜSSEKIND, M. L.; GARCIA, A. (Orgs). *Universidade-escola: diálogos e formação de professores*. Petrópolis: Faperj, 2011.

TERRIEN, J.; NÓBREGA, S. M. Formação para além do ensino na docência universitária: reflexões ancoradas na formação cidadã. In: SALES, J. A. M. et al. (Orgs). *Docência e formação*

de professores: novos olhares sobre temáticas contemporâneas. Fortaleza: EdUECE, 2009.

### Para saber mais

FREIRE, L. I. F., FERNANDEZ, C. A. A responsabilidade dos formadores de professores na formação de licenciandos em química.

ca. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11, 2013, Curitiba. *Anais do Congresso Nacional de Educação*. Curitiba: PUCPR, 2013. p. 8489-8505.

ZANON, D. A. V.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. O "saber" e o "saber fazer" necessário à atividade docente no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação em química. *Revista Ensaio*, v. 11, n. 1, p. 1 – 20, 2009.

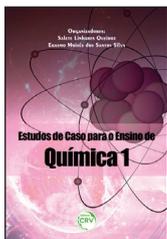
**Abstract:** *The teacher trainer in focus: identity and conceptions of the teaching practice.* The present paper analyzes who is the teacher in degree courses in Chemistry of three higher education institutions in Rio de Janeiro. Semi-structured interviews were made with a total of 26 teachers, in which issues related to their backgrounds and their teaching experiences in the course were placed. From the results it was observed that the ideas that guide the teaching practice of the teachers interviewed are often permeated by influences of their academic trajectories. The construction of their professional identities was marked by the modification of the patterns of their learning process or the reproduction of their experiences. It is noteworthy that when the professionals are well-trained, aware and committed to their role in training future teachers, they become able to provide students with an education which creates a dialogue between their knowledge and which is also significant to the construction of the professional identities of the future chemistry teachers.

**Keywords:** Teacher trainer. Teachers training. Chemistry Degree.

## Resenha

### Estudos de Caso para o Ensino de Química 1

Por: Fabiele Cristiane Dias Broeitti (Departamento de Química/Universidade Estadual de Londrina)



No âmbito da Educação Científica, a produção de materiais didáticos inovadores é de fundamental importância, principalmente ao considerarmos a sala de aula como um ambiente que requer a participação efetiva dos estudantes. Nesse sentido, ações foram desencadeadas no Grupo de Pesquisa em Ensino de

Química, do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC), da Universidade de São Paulo. Essas ações têm conduzido à produção de materiais com encaminhamentos de ensino que potencializam a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento do pensamento crítico. Uma dessas estratégias, no formato de estudos de caso, possibilita discussões de caráter científico e sociocientífico. Segundo os organizadores, “[...] os casos são entendidos como narrativas de situações vivenciadas por pessoas e que exigem o conhecimento científico para o alcance da sua solução”.

Nessa perspectiva, os organizadores do livro *Estudos de Caso para o Ensino de Química 1*, Salette Linhares de Queiroz e Erasmo Moisés dos Santos Silva (integrantes do GPEQSC), reúnem onze casos, que abordam temáticas e conteúdos científicos diversos, com possibilidades de aplicação em distintos contextos escolares. O livro é apresentado em doze capítulos. O primeiro deles discorre a respeito de programas nacionais e de iniciativas institucionais que possibilitaram a produção dos textos que compõem a obra, em sua maioria produzida por estudantes do Programa de Pós-Graduação em Química, do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo. Os demais capítulos são compostos por estudos de caso relacionados a assuntos abordados no Ensino de Química. Os estudos de caso são intitulados: "Silêncio das abelhas"; "Pau-rosa pede socorro";

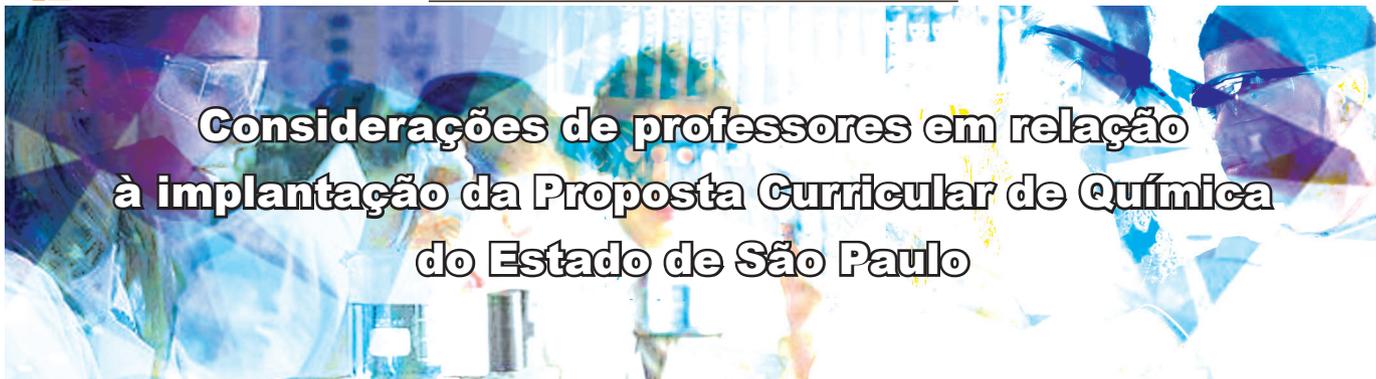
"O modelista"; "Sacolas plásticas – vítimas ou vilãs?"; "Peixe morto ainda mata"; "A lâmpada queimou, e agora?"; "SOS Mogi-Guaçu"; "Milhões indo para o buraco"; "De galão em galão, a prainha vai para o ralo"; "Adeus, caracóis" e "Olhando para o futuro".

Cada capítulo é iniciado com a apresentação do estudo de caso, seguido pelos seguintes tópicos: apontamentos didáticos; características do caso e contextualização do tema; fontes de inspiração na produção do caso; soluções para o caso e conteúdos de Química em pauta; e para saber mais. Nos "apontamentos didáticos", os autores dos capítulos estabelecem relações entre as questões abordadas na narrativa e as recomendações presentes em documentos curriculares oficiais do ensino médio e superior. No tópico intitulado "Características do caso e contextualização do tema" são apresentados atributos dos casos na perspectiva dos idealizadores da proposta e elementos que possibilitam melhorar a compreensão da temática em foco. No item "Fontes de inspiração" são descritos os distintos materiais que serviram de motivação para a produção das narrativas. Na seção "Soluções para o caso e conteúdos de Química em pauta" são apresentadas possíveis soluções para o caso e suas relações com conteúdos de Química. Por fim, são sugeridas outras leituras a respeito dos temas em foco.

O livro, com as distintas propostas de estudos de caso, possibilita aos professores e às professoras, dos diversos níveis educacionais, orientações profícuas para o Ensino de Química. Esse tipo de abordagem educativa enaltece o conhecimento dos estudantes e fomenta o debate e a elaboração de argumentos, que são aspectos imprescindíveis para uma Educação Científica.

Recomendo a leitura!

Salette Linhares Queiroz e Erasmo Moisés dos Santos Silva (Orgs.). *Estudos de Caso para o Ensino de Química 1*. EDITORA CRV, 2017. 164 páginas. ISBN:978-85-444-1671-6. DOI: 10.24824/978854441671.6



## Considerações de professores em relação à implantação da Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo

Silvana M. X. Mininel, Francisco J. Mininel, Regina C. G. F. Di Nardo e Luiz A. A. de Oliveira

A Proposta Curricular (2008) foi implantada na Rede Estadual de Ensino de São Paulo com o objetivo de organizar o currículo nas Escolas da Rede. Este trabalho busca verificar o que pensam os professores sobre a Proposta Curricular e observar mudanças no processo de reelaboração de sua prática por intermédio da análise das respostas de questionários investigativos e do acompanhamento desses professores no projeto de formação continuada denominado “A Rede Aprende com a Rede”. Detectou-se que o número reduzido de professores licenciados em Química, o tempo estimado para desenvolvimento das atividades, a falta de laboratórios e de embasamento teórico-metodológico se constituíram em entraves para aplicação da proposta. A contextualização do conhecimento é fator apontado como facilitador no processo ensino-aprendizagem. O programa “A Rede Aprende com a Rede” mostrou-se insuficiente para que houvesse uma mudança de postura frente aos novos paradigmas.

► proposta curricular; contextualização do conhecimento; processo ensino-aprendizagem ◀

Recebido em 14/09/2016, aceito em 26/03/2017

368

**A** Proposta Curricular de Química (São Paulo, 2008), implantada na Rede Estadual Paulista está baseada nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 2000), PCN+ (Brasil, 2002) e resultados mais recentes de trabalhos de pesquisa no ensino de Ciências. Essa Proposta tem como princípios centrais: a escola que aprende, o currículo como espaço de cultura, as competências como eixos de aprendizagem, a prioridade da competência de leitura e escrita, a articulação das competências para aprender e a contextualização no mundo do trabalho. A Proposta teve como objetivo “organizar melhor o sistema educacional de São Paulo” (São Paulo, 2008), de forma a constituir maior integração e um foco definido entre as escolas. A Proposta Curricular se fundamenta na contextualização do currículo na sociedade contemporânea, considerada como

sociedade do conhecimento, que demanda, portanto, uma educação correspondente aos elementos que elenca como os

**A Proposta Curricular de Química (São Paulo, 2008), implantada na Rede Estadual Paulista está baseada nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 2000), PCN+ (Brasil, 2002) e resulta-dos mais recentes de trabalhos de pesquisa no ensino de Ciências. Essa Proposta tem como princípios centrais: a escola que aprende, o currículo como espaço de cultura, as competências como eixos de aprendizagem, a prioridade da competência de leitura e escrita, a articulação das competências para aprender e a contextualização no mundo do trabalho.**

desafios contemporâneos. Quanto ao conhecimento, a Proposta se coloca a favor do currículo como espaço de cultura e que apresenta o potencial para garantir as competências necessárias para a vida em sociedade e para a compreensão das diversas linguagens, como a das artes, da literatura e da ciência (Lopes *et al.*, 2009).

A Proposta Curricular tem como eixo norteador as contribuições de Piaget e o Construtivismo (Piaget, 1976), o Sociointeracionismo (Vygotsky, 1993), princípios da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1980), princípios da

Teoria de Jerome Bruner (Bruner, 1966), especialmente o “currículo em espiral”, e é marcada também por uma concepção pós-moderna de currículo proposta por William Doll

(Doll, 1997). Essas teorias visam subsidiar a aplicação da Proposta Pedagógica, de forma que os encaminhamentos metodológicos considerem a articulação teoria/prática, contemplando os fundamentos da realidade – o contexto sociocultural dos estudantes e as causas ou fatores que diretamente relacionam-se à aprendizagem, sem desconsiderar o respeito ao desenvolvimento cognitivo desses educandos, levando-os a acompanharem as mudanças ocorridas na sociedade (Alves, 1993).

Porém, de imediato, após a implantação da Proposta, surgiram várias críticas em relação à imposição de um currículo único que pode vir a ferir a autonomia do professor, assim como da comunidade que congrega diversidades e multiculturalismos, tornando-se a- histórico e descontextualizado (Lopes *et al.*, 2009).

Kramer argumenta que uma “proposta pedagógica é um caminho, não um lugar. Uma proposta pedagógica é construída no caminho, no caminhar. Toda proposta pedagógica tem uma história que precisa ser contada. Toda proposta tem uma aposta” (Kramer, 1999, p.165-183).

No que se refere à Proposta Curricular de Química de 2008 (São Paulo, 2008), Tavares e Rogado a questionam no que diz respeito à possibilidade dela contribuir de fato para o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores. Esses autores levantam importantes questões. Por exemplo, fatores como a identidade, a autonomia e a liberdade do professor foram devidamente considerados como elementos primários no processo de inovação preconizado pelo documento? Os autores acreditam que a forma como a proposta foi fundamentada carece de respeito à autonomia do professor, ao minimizar o seu papel de conhecedor e responsável pelos conteúdos e conceitos que seleciona, reestrutura e adapta para serem trabalhados em sala de aula, segundo os objetivos que determina de antemão (Tavares e Rogado, 2008).

Críticas também são feitas à padronização dos currículos sem considerar as realidades regionais, incluindo as diferentes questões que permeiam o trabalho cotidiano em cada escola. Segundo os autores, é necessário tomar as rédeas dessa nova proposta e, para tanto, é preciso que os professores atuem como protagonistas e não meramente como implantadores que devem respeitar cronograma, burocracia, conteúdos pré-estabelecidos, que muitas vezes não consideram as especificidades do alunado (Sarno *et al.*, 2008).

Segundo Lopes, as políticas curriculares não se resumem apenas aos documentos escritos, mas incluem os processos de planejamento, vivenciados e reconstruídos em múltiplos espaços e por múltiplos sujeitos no corpo social da educação. São produções para além das instâncias governamentais. Isso não significa, contudo, desconsiderar o poder privilegiado

que a esfera de governo possui na produção de sentidos nas políticas, mas considerar que as práticas e propostas desenvolvidas nas escolas também são produtoras de sentidos para as políticas curriculares (Lopes, 2004, p. 109-118).

De acordo com Lombardi (2008), a Proposta Curricular da Secretaria de Estado da Educação (SEE) deve ser analisada sob dois aspectos: quanto à forma e quanto aos conteúdos. Na **forma**, trata-se de uma proposta que não surgiu de uma ampla e democrática discussão com a comunidade educacional; optou-se por mecanismos e processos de pseudoconsultas, insuficientes para escamotear o caráter autoritário de sua elaboração e implementação, encaminhada de cima para baixo. Quanto ao **conteúdo**, a proposta é simplista, precariamente ancorada na literatura disponível, insuficiente para encobrir seus fundamentos espontaneístas e pragmáticos; coloca o gestor num papel meramente fiscalizador, fazendo com que a reforma seja

adotada, sem maiores discussões; o docente, por sua vez, é transformado em mero aplicador de uma forma e de um conteúdo prévia e detalhadamente previsto no instrumento didático; por trás, há uma concepção educacional calcada numa perspectiva neoliberal, privatista e mercadológica. Segundo o autor, não há autonomia possível para gestores e educadores, pois o documento prevê inclusive a “coordenação

de ações entre as disciplinas” e quanto à “vida cultural da escola e do fortalecimento de suas relações com a comunidade”. Trata-se de uma “camisa de força”, expressa desde a apresentação do documento, no qual **conteúdo e forma** (currículo, didática e o instrumento pedagógico) constituem partes articuladas submetidas à **forma** que, por incrível que pareça, subordina-se ao **instrumento pedagógico** (Lombardi, 2008).

No campo da educação e de suas especificidades, emerge a relevância de se compreender as singularidades de um currículo para as instituições de ensino, bem como os saberes requeridos aos profissionais envolvidos nessa educação. Nesse contexto, entendemos ser importante a investigação sobre saberes docentes requeridos na construção de uma Proposta Curricular.

## Metodologia e desenvolvimento

### Caracterização das Escolas

As escolas, foco de nossa pesquisa (14 no total), e os 29 professores que trabalham nessas escolas, são do sistema público estadual paulista, estão organizadas em três turnos, oferecendo o Ensino Fundamental (5º ao 9º anos) e o Ensino Médio, perfazendo um total de 1380 alunos, e são pertencentes à Diretoria de Ensino da cidade de Fernandópolis-SP.

No campo da educação e de suas especificidades, emerge a relevância de se compreender as singularidades de um currículo para as instituições de ensino, bem como os saberes requeridos aos profissionais envolvidos nessa educação. Nesse contexto, entendemos ser importante a investigação sobre saberes docentes requeridos na construção de uma Proposta Curricular.

Foram realizados oito encontros com os professores (29 no total), na sala de reuniões da Diretoria de Ensino (DE), que incluíram a exibição do programa de formação continuada denominado “*A Rede Aprende com a Rede*”, promovido pela Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. Após exibição do programa, os professores eram solicitados a emitir suas opiniões em relação aos enfoques teórico-metodológicos da Proposta Curricular veiculados no programa, e sobre as atividades desenvolvidas dentro do contexto da proposta.

O conteúdo e o cronograma do curso foram divididos em quatro módulos. Em cada módulo, o professor deveria: (1) Assistir a uma videoaula, com o tema específico do módulo. A videoaula era um vídeo gravado com os especialistas que participaram da elaboração dos Cadernos do Professor, abordando a escolha e organização dos conteúdos da Proposta Curricular e as metodologias utilizadas no Caderno do Professor. Cada videoaula ficava disponível no *site* por cinco dias; (2) Postar no fórum, para o mediador de sua turma, suas dúvidas, questões, comentários e análises a respeito da respectiva videoaula, a partir dos temas propostos. O fórum era um espaço para perguntas e respostas, e ficava disponível no *site* por cerca de 15 dias. Nesse momento, era importante considerar e sistematizar a experiência do professor em sala de aula com a nova proposta curricular. A ideia era aproveitar a disponibilidade do mediador e dos colegas de turma para discutir as questões que lhes permitissem aprimorar a prática docente e ampliar o aprendizado dos alunos.

Ao final da exibição dos programas, os professores responderam a questionários contendo perguntas objetivas e subjetivas com o intuito de se avaliar: (1) a formação dos professores, (2) se realmente eram licenciados em Química, (3) se na escola havia laboratórios de química e se eles eram de fato utilizados, (4) se os alunos estavam adquirindo os conhecimentos pretendidos e (5) se os professores executavam atividades experimentais utilizando materiais alternativos na sala de aula.

Num segundo momento, buscou-se verificar se os professores tiveram acesso aos materiais necessários (vidrarias, reagentes), cópias reprográficas para os alunos, livros e revistas para pesquisa, aparelho multimídia, TV com DVD, filmes, internet, etc.

Por último, procurou-se investigar se os professores sentiram a necessidade de aprofundar ou atualizar seus conhecimentos químicos ou pedagógicos a partir da implantação da Proposta Curricular.

A análise das respostas serviu como subsídio para que se pudesse averiguar se a Proposta Curricular de Química de 2008 estava ou não colaborando para a melhoria do

processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa em questão é de natureza qualitativa e atende a uma metodologia fundamentada no estudo da percepção das pessoas envolvidas sobre os fundamentos teórico-metodológicos da Proposta Curricular, a partir dos questionários respondidos e debates realizados nos encontros.

## Resultados

Os professores da rede pública estadual da Diretoria de Ensino de Fernandópolis – SP enfrentaram diversos problemas no decorrer do ano letivo de 2008 para a implementação da Proposta Curricular. A partir da análise das respostas dos questionários respondidos pelos professores, verificou-se que a falta de recursos materiais em algumas escolas se constituiu em um sério problema para a implantação da Proposta, já que no primeiro momento somente os

professores receberam o material instrucional, isto é, o Caderno do Professor (São Paulo, 2009). Por essa razão, os professores alegaram dificuldades para reprodução do material, uma vez que muitas vezes era necessário reproduzir as atividades sugeridas e o volume de material era muito grande. Outro fator apontado como entrave foi o tempo, considerado insuficiente

para aplicação da maioria das atividades no contexto das concepções de ensino preconizadas pela Proposta Curricular. Além disso, os professores alegaram que os laboratórios de muitas escolas encontravam-se sucateados, sendo às vezes utilizados até como almoxarifados. Os poucos reagentes encontravam-se vencidos e, portanto, impossibilitados de serem usados. Havia falta de vidrarias específicas, e as que estavam disponíveis, na maioria das vezes, encontravam-se quebradas. Porém, deve-se salientar que o problema com a reprodução do material instrucional foi solucionado no início de 2009, quando cada aluno recebeu um conjunto de Cadernos, denominados Cadernos do Aluno (São Paulo, 2009).

Uma das grandes preocupações com que nos deparamos no transcorrer deste trabalho foi encontrar, na Rede Pública de Ensino, professores sem formação na área de Química, uma vez que biólogos, veterinários e até advogados (!) estavam ministrando esta disciplina. Do universo de 29 professores pesquisados, cerca de 80% eram licenciados em Química. O fato preocupa sensivelmente, pois a aplicação da nova Proposta Curricular exige dos educadores um profundo conhecimento teórico e embasamento pedagógico, segundo as concepções preconizadas pelo documento (sócio-interacionismo, mediação pedagógica e currículo em espiral). Infelizmente, verificou-se *in loco* que tais pressupostos não fazem parte da prática desses professores, e não existe muito interesse dos mesmos em relação ao entendimento de tais pressupostos. Encontrou-se, também, quantidade reduzida

A pesquisa em questão é de natureza qualitativa e atende a uma metodologia fundamentada no estudo da percepção das pessoas envolvidas sobre os fundamentos teórico-metodológicos da Proposta Curricular, a partir dos questionários respondidos e debates realizados nos encontros.

de professores efetivos em Química (menos de um quarto do universo de 29 professores pesquisados), fato este que preocupa, uma vez que ocorre alta rotatividade dos professores a cada ano letivo.

Deve-se ressaltar que ficou evidenciada, por meio desta pesquisa, a importância atribuída pelos professores às aulas contextualizadas. No domínio da contextualização e ação, a maioria dos professores pesquisados entendem que o ensino de Química deve se dar de forma que o aluno possa compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea, reconhecer e avaliar seu desenvolvimento e suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. As estratégias de ensino e de aprendizagem devem

permitir que os alunos participem ativamente das aulas, por meio de atividades que os desafiem a pensar, a analisar situações usando conhecimentos químicos, a propor explicações, soluções e a criticar decisões construtivamente. Devem, enfim, favorecer a formação de indivíduos que saibam interagir de forma mais consciente e ética com o mundo

em que vivem, ou seja, com a natureza e a sociedade. Os conteúdos a serem desenvolvidos devem ser pensados, pelo professor, como elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, não basta que explicitemos tópicos específicos de Química a serem ensinados; há que se apontar, também, as expectativas de aprendizagem para cada um deles, suas inter-relações e suas aplicações para melhor compreensão de diferentes contextos (Brasil, 2000). A grande maioria dos professores acredita que a contextualização de conteúdos químicos facilita a aprendizagem. Porém, relatam que o desenvolvimento de competências e habilidades para compreender, utilizar, selecionar, relacionar e interpretar dados ainda é um entrave para muitos alunos.

Esse estudo evidenciou, também, que muitos professores carecem de embasamento conceitual referente a conteúdos elencados na Proposta Curricular. Os professores relataram ter dificuldades em assuntos relacionados principalmente a estereoisomeria e eletrólise, fato este que nos faz refletir sobre a importância dos cursos de formação continuada, como, por exemplo, o programa “A Rede Aprende com a Rede”. Segundo nosso ponto de vista, o curso “A Rede Aprende com a Rede” traz avanços significativos, uma vez que se configura como um suporte importante para o aprimoramento da base conceitual dos professores e para compreensão das concepções teórico-metodológicas expressas pela Proposta Curricular e pelos Cadernos do Professor e do Aluno.

No percurso da investigação, percebeu-se a dificuldade, manifestada pelos sujeitos da pesquisa, de sistematização

de um conceito elaborado de currículo/proposta curricular. Para Vygotsky, isso se explica pelo fato de que ocorre muitas vezes uma discrepância entre a utilização de um conceito numa situação concreta e sua definição verbal, mesmo no pensamento do adulto em níveis muito avançados (Vygotsky, 1993). Dessa forma, realizou-se uma primeira análise das entrevistas, selecionando alguns trechos que davam pistas de suas concepções sobre currículo/proposta curricular. Por meio da realização de seminário de estudo reflexivo, esses trechos foram analisados a fim de sistematizar o conceito de currículo/proposta curricular junto ao grupo, tendo em vista possíveis construções e (re)construções conceituais individuais e coletivas. A partir da problematização de uma análise das entrevistas com o grupo, percebeu-se a atribuição de demasiada importância aos conteúdos, visto que todas as falas das entrevistas faziam associação entre currículo e lista

de conteúdos. Apenas timidamente foram considerados outros aspectos relacionados ao currículo, como a metodologia, as questões relacionadas ao desenvolvimento e aprendizagem, a avaliação, entre outros.

Na busca de uma ressignificação e (re)construção do conceito de currículo, foi feito estudo e discussão de textos científicos sobre a temática. Para tanto, nos

amparamos em argumentos que defendem que o processo de elaboração de um currículo precisa ser pensado e discutido a partir de investigações sobre a prática curricular *com os que nela atuam*.

### Considerações finais

No transcurso deste trabalho, detectou-se aspectos positivos e também aspectos negativos em relação à nova Proposta Curricular implantada em 2008. Com relação aos aspectos positivos, podemos indicar que a Proposta Curricular constituiu-se em uma ideia avançada, abordando os assuntos químicos de forma contextualizada com conhecimentos relevantes para o exercício da cidadania. Percebeu-se a preocupação de organização do conteúdo de maneira espiral, incluindo a experimentação com caráter investigativo e a aprendizagem significativa com o propósito de formar conceitos. É visível a preocupação com o desenvolvimento de habilidades cognitivas de grau alto e a postura mais crítica e ativa dos alunos. Em contrapartida, verificou-se que a implantação da Proposta Curricular e dos Cadernos do Professor e do Aluno a ela vinculados padroniza o conteúdo aplicado, restringindo a autonomia da escola em relação ao currículo a ser adotado, não respeitando as diferenças regionais que congregam diversidades e multiculturalismos. Destaca-se que a orientação para aplicação do material não foi adequada, e que o Programa “A Rede Aprende com a Rede”, apesar de ser uma tentativa válida no sentido de prover os professores

Na busca de uma ressignificação e (re) construção do conceito de currículo, foi feito estudo e discussão de textos científicos sobre a temática. Para tanto, nos amparamos em argumentos que defendem que o processo de elaboração de um currículo precisa ser pensado e discutido a partir de investigações sobre a prática curricular *com os que nela atuam*.

de conhecimentos relativos aos fundamentos teóricos do material, mostrou-se insuficiente para que houvesse uma mudança de postura frente aos novos paradigmas. Além disso, o material instrucional concebe o professor como mediador, tendo, portanto, um papel crucial no processo, porém não levou em conta a formação deficitária dos professores em termos dos pressupostos teórico-metodológicos inerentes à Proposta Pedagógica. Desse modo, muitos deles optam em permanecer no modelo anterior.

**Silvana Márcia Ximenes Mininel** (oord.engquimica.fer@universidadebrasil.edu.br) licenciada em Química pela UNIFEV, mestrado em Química pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, professora da Rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo, professora e coordenadora do curso de Engenharia

## Referências

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução de Eva Nick *et al.*, da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ALVES, N. (Org.). *Formação de professores: pensar e fazer*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993, p. 103.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais, ciências da natureza e suas tecnologias*. Brasília, 2002.

BRUNER, J. *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.

DOLL JR. W. E. *Currículo: uma perspectiva pós-moderna*. Trad. de M. A. V. Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KRAMER, S. Propostas pedagógicas ou curriculares: subsídios para uma leitura crítica. In: MOREIRA, A. F. B. (Org.). *Currículo: políticas práticas*. Campinas: Papyrus, 1999. p. 165-183.

LOMBARDI, J. C. A reforma curricular do Estado de São Paulo. Proposta curricular do Estado de São Paulo: uma análise crítica. *Revista de Planejamento*, p.13, 2008.

LOPES, N. C.; SOARES, M. N.; QUEIRÓS, W. P.; ANDRADE, J. A. N.; PÉREZ, L. F. M. Uma análise crítica da proposta curricular do Estado de São Paulo para o ensino de Ciências: ideologia, cultura e poder. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, 2009.

PIAGET, J. *A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas*. Problema central do desenvolvimento. Trad. Á. Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Proposta curricular do Estado de São Paulo para o ensino de química para*

Química da UNIVERSIDADE BRASIL. Fernandópolis, SP - BR. **Francisco José Mininel** (oord.quimica.fer@universidadebrasil.edu.br), licenciado em Química pela UNIFEV, doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, professor da Rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo, professor e coordenador do curso de Licenciatura em Química da UNIVERSIDADE BRASIL. Fernandópolis, SP - BR. **Regina Célia Galvão Frem Di Nardo** (rcgffrem@iq.unesp.br) graduada e bacharel em Química com Atribuições Tecnológicas, licenciada em Ciências com habilitação em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, professora assistente do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP. Araraquara, SP - BR. **Luiz Antonio Andrade de Oliveira** (dqgiluiz@iq.unesp.br). graduado e bacharel em Química pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Araraquara, doutor em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo, professor adjunto da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e credenciado junto ao Programa de Pós-Graduação de Ensino de ciências, da Faculdade de Ciências UNESP. Bauru, SP - BR.

*o ensino médio*. São Paulo: SE, 2008.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Caderno do aluno: química, ensino médio – 2ª série, v.2*. São Paulo, 2009.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *Caderno do professor: química, ensino médio – 2ª série, v.2*. São Paulo, 2009.

SARNO, M. C. M.; NORONHA, M. I. A.; MENENUCCI, P. Proposta curricular do Estado de São Paulo: uma análise crítica. São Paulo: APEOESP, 2008.

TAVARES, L. H. W.; ROGADO, J. Química na proteção do meio ambiente e saúde: a proposta curricular do Estado de São Paulo e a autonomia do professor – um entrave a ser revisto. In: 48o. CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. *Anais...* Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/6/6-560\\_501.htm](http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/6/6-560_501.htm)>. Acesso em 1 out. de 2011.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

## Para saber mais

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: \_\_\_\_\_ . (Org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PAULINA, I. Rotatividade de professores: o que fazer para que a escola não sofra com esse problema. *Nova Escola*, n. 2, jun. 2009.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Org.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 45.

ZANON, L. B. Tendências curriculares no ensino de ciências/química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios de formação escolar. In: Rosa, G. I. P.; ROSSI, A. V. *Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomo, 2008. p. 296.

**Abstract:** *Teachers' considerations on the chemistry curriculum of São Paulo State.* The Curricular Proposal (2008) was implemented in the State Education Network of São Paulo with the objective of organizing the curriculum in public schools. This work aims at verifying what teachers think about the Curricular Proposal and observing changes in the process of re-elaboration of their practice through the analysis of the answers to research questionnaires and the follow-up of these teachers in the project of continuous training called “*A Rede Aprende com a Rede*”. It was found that the small number of teachers graduated in Chemistry, the estimated time for the development of activities, the lack of laboratories, and the lack of theoretical and methodological basis were obstacles to the application of the proposal. Contextualization of knowledge is a facilitating factor in the teaching-learning process. The “*A Rede Aprende com a Rede*” program proved to be insufficient for a change of attitude towards the new paradigms.

**Keywords:** curricular proposal; contextualization of knowledge; teaching-learning process.

# Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio

Ângelo F. Pitanga, Bárbara L. S. dos R. Santos, Letícia B. da Rocha, Lenalda D. dos Santos e Wendel M. Ferreira

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma adaptação de metodologias com materiais de fácil aquisição e baixo custo para degradação dos corantes azul de metileno e amarelo tartrazina, utilizando Processos Oxidativos Avançados de Fenton e Foto-Fenton, respectivamente. Este trabalho foi desenvolvido como uma das etapas da pesquisa de um trabalho de conclusão de curso, que tinha os corantes como tema gerador e as atividades experimentais como referencial teórico. Os resultados obtidos com a adaptação aqui proposta são consistentes com as taxas de degradação descritas na literatura de referência, e permitem que os experimentos sejam reproduzidos em aula de Química para o Ensino Médio.

► processos oxidativos avançados; corantes; atividades experimentais ◀

373

Recebido em 28/10/2016, aceito em 10/03/2017

Corantes são amplamente utilizados em alimentos e bebidas, devido à sua grande importância no aumento da aceitação dos produtos. Alimentos coloridos e vistosos aumentam nosso prazer em consumi-los (Prado; Godoy, 2003). São também empregados na produção de tintas e vernizes para construção civil, e no tingimento dos tecidos. No entanto, atividades como o tingimento, por exemplo, produzem grande quantidade de efluentes provenientes da fixação incompleta dos corantes, sendo responsáveis pela contaminação de águas naturais (Cervantes; Zaia; Santana, 2009).

A remoção desses compostos dos rejeitos industriais é um dos grandes problemas ambientais (Araújo; Yokoyama; Teixeira, 2006). Quando são lançados em rios, sem tratamentos prévios eficientes, podem causar problemas, tais como: dificultar a realização da fotossíntese de plantas aquáticas e, conseqüentemente, diminuir a oferta de alimentos aos peixes; poluir a água e o solo dos mananciais, com conseqüências para as culturas agrícolas (Cervantes; Zaia; Santana, 2009).

A versatilidade dos corantes, e sobretudo os problemas socioambientais que podem ser gerados por sua produção e

usos, foi responsável por despertar o interesse em desenvolver um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), com alunos da 3ª série do ensino médio, que envolvesse os corantes como tema gerador. Durante os debates para a construção da pesquisa do TCC e a confecção da intervenção didática, fez-se a opção pela utilização das atividades experimentais como um método de ensino adequado para aulas no ensino médio.

O crescente número de publicações sobre Processos Oxidativos Avançados (POAs) evidencia a existência de preocupação por parte da comunidade científica sobre o seu desenvolvimento (Araújo *et al.*, 2016). Os POAs são tecnologias de saneamento ambiental empregadas em processos de produções mais limpas, mostrando-se eficientes na degradação de contaminantes refratários, oriundos das atividades industriais e domésticas, tais como: fármacos, corantes, tintas, herbicidas, hormônios, etc. (Fioreze *et al.*, 2014; Hasan *et al.*, 2014; Paulino *et al.*, 2015).

Porém, é incipiente o número de publicações que envolvem a utilização dos POAs em aulas de Química em todos os níveis de ensino. Uma busca em *sites* e bancos de teses nos indicou a publicação de um artigo e dois resumos em congressos referentes a aulas de graduação, cuja estrutura é diferente da realidade das escolas brasileiras de ensino médio.

De posse dessas informações, buscou-se projetar uma atividade experimental sobre os POAs. As discussões sobre

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

essa temática permitem abordar conteúdos como: reações redox, funções e reações orgânicas de oxidação, cinética química, catálise, cálculo de concentrações, radicais livres, azo compostos, grupos cromóforos, solubilidade, etc. A abordagem contextualizada desses conteúdos, porém, situa-se além do escopo do presente artigo. Assim, este artigo tem como objetivo apresentar adaptações metodológicas de POAs para a degradação dos corantes azul de metileno (AM) e amarelo de tartrazina (AT), voltadas para aulas do ensino médio.

## Referencial Teórico

As atividades experimentais representam poderosas ferramentas didáticas para auxiliar os professores nas aulas de Química. É sabido que este tipo de atividade facilita, sobremaneira, os processos de ensino-aprendizagem, ainda mais se tratando da Química, uma ciência com forte tradição empírica. A palavra experimentação pode ser entendida como um ensaio, uma análise de propriedades características de um determinado sistema.

A experimentação tem sido defendida como um recurso pedagógico importante para auxiliar na construção de conceitos (Ferreira *et al.*, 2010). Deve ser encarada como um processo de questionamento, discussão e validação de argumentos, por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa e transcende a sala de aula. Aliada ao uso de temas geradores, motiva e ajuda os alunos a compreender e a elaborar tanto os pensamentos quanto os conhecimentos científicos, principalmente, por conta de seu caráter investigativo (Silva *et al.*, 2009).

Para a adaptação de metodologias, a partir do uso de materiais de fácil aquisição ou alternativos, partilhamos da compreensão de Gonçalves e Marques (2006), os quais afirmam que seu uso está além da superação das dificuldades materiais, rompendo com o estereótipo da necessidade de um espaço físico laboratorial para o desenvolvimento desse tipo de atividade, se apresenta como um fator contributivo para a criatividade e deve levar em consideração os cuidados com a integridade física dos participantes e os resíduos químicos gerados.

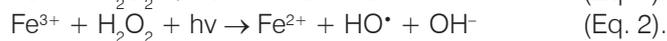
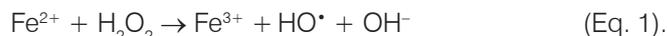
Gonçalves e Marques (2006) ainda argumentam que a atividade experimental com materiais alternativos, como assim denominam, possibilita a aproximação com o cotidiano dos alunos. Dialogando com Silva *et al.* (2009), apontamos que esta iniciativa alicerça-se num entendimento de contextualização voltada ao desenvolvimento de atitudes e valores para a formação do cidadão crítico, buscando melhorar sua capacidade de atuação na sociedade, na qual os conteúdos ensinados não estão limitados à dimensão conceitual, devendo

incluir procedimentos e atitudes. Outros autores corroboram a fundamentação aqui proposta:

*[...] atividades realizadas no ambiente escolar (abordando especificamente o contexto sociocientífico) a literatura indica que os problemas para fomentar o desenvolvimento da argumentação podem explorar algum fato real ou semi-autêntico que seja próximo da realidade dos indivíduos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem [...] Dentre várias outras características, devem ser úteis para os conteúdos que estão sendo trabalhados em sala de aula. Estes devem ser relevantes, atuais e conduzir os alunos a tomada de decisão (Guimarães; Mendonça, 2015, p. 36).*

Quanto ao aspecto químico, os POAs são processos físico-químicos utilizados na degradação de contaminantes via geração *in situ* de fortes oxidantes radicalares oxigenados, destacando-se o radical hidroxila, HO<sup>•</sup>, que possui potencial de oxidação de 2,80V, maior que os oxidantes comumente usados (cloro, ozônio, hipoclorito). Uma vantagem significativa é a diversidade de métodos de produção desses radicais, como: químicos, eletroquímicos, fotoquímicos, sonoquímicos e outros (Araújo *et al.*, 2016; Marcelino *et al.*, 2013).

Cabe destacar o processo de Fenton, o qual utiliza íons ferrosos (Fe<sup>2+</sup>) ou íons férricos (Fe<sup>3+</sup>) como catalisadores, em meio ácido, para promover a decomposição do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e, assim, produzir os radicais oxidantes HO<sup>•</sup> (equação 1). Quando um sistema Fenton é assistido por radiação ultravioleta UV, passa a ser classificado como Foto-Fenton (equação 2), tendo como principal resultado o aumento da produção dos radicais hidroxila, quando comparado ao processo de Fenton (Araújo *et al.*, 2016; Marcelino *et al.*, 2013).



O aprofundamento nas pesquisas sobre aplicações e fundamentação conceitual dos POAs permitiu observar que eles possuem características que possibilitam adaptações para serem desenvolvidos em atividades de sala de aula, pois ocorrem sob pressão e temperatura ambiente, utilizam reagentes de baixo custo, de fácil aquisição e não tóxicos (Fioreze *et al.*, 2014).

## Materiais e Métodos

O processo de adaptação metodológica tomou como referência as publicações de Rojas, Giraldo e Trujillo (2009);

Salvador, Marcolino Jr. e Peralta-Zamora (2012); Paulino, Araújo e Salgado (2015). A escolha dos corantes azul de metileno (AM) e amarelo de tartrazina (AT) deve-se à existência de uma consolidada literatura sobre os procedimentos de POAs para tais corantes, a suas aplicações no cotidiano e a sua disponibilidade no comércio geral.

Inicialmente, foram realizados ensaios com a utilização de reagentes analíticos e determinações espectrofotométricas, para verificação das questões de reprodutibilidade e repetitividade dos métodos de referência. Nessas condições, foram utilizados os reagentes: corantes azul de metileno (AM) Vetec (C.I. 52015) e amarelo de tartrazina (AT) Dinâmica (C.I.19140); sulfato ferroso PA ( $\text{FeSO}_4$ ) Dinâmica; sulfato férrico [ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ] Vetec; peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) Dinâmica, 40% m/V; e ácido clorídrico (HCl) Vetec.

Os experimentos foram realizados em temperatura ambiente (25°C), em béqueres de 250 mL, sob ação de agitadores magnéticos (Fisatom) e monitoramento do pH com um pHmetro digital (Ms Tecnopon). A radiação foi fornecida por uma lâmpada ultravioleta (Fox Lux), com potência de 27 W, e as análises espectrofotométricas (Biospectro) foram realizadas nos comprimentos de onda de 664 e 426 nm, para azul de metileno (AM) e amarelo de tartrazina (AT), respectivamente.

### As adaptações dos métodos de degradação

#### a) Degradação do Azul de Metileno por Processos de Fenton

Nos estudos de degradação por Fenton, em condições analíticas, foram utilizadas: soluções aquosas de corante AM com volume reacional de 100 mL e concentração de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  em pH 3, ajustado com adição de solução de HCl a  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ; acrescentados 100 mg de  $\text{FeSO}_4$  com posterior adição de 1 gota de peróxido de hidrogênio analítico 40% m/V. A cada minuto, foram realizadas medidas espectrofotométricas, obtendo eficiência de 96%, como também relatado por Paulino, Araújo e Salgado (2015).

O segundo passo foi buscar adaptar o procedimento, fazendo, quando possível, a substituição dos reagentes analíticos (ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio e sal de  $\text{Fe}^{2+}$ ) por produtos comerciais. Chegou-se à seguintes condições reacionais otimizadas: 100 mL de solução de AM, 5 mL de vinagre (ajusta o pH em 3), 1 comprimido triturado contendo 250 mg de sulfato ferroso (retirou-se o revestimento antes da trituração), e 2 gotas de água oxigenada cremosa 30% m/V. Obteve-se, no final, a degradação do corante de modo semelhante à obtida com a utilização dos reagentes analíticos (Figura 1).

#### b) Degradação do amarelo de tartrazina por meio de reações de Foto-Fenton

Nos estudos de degradação com reagentes analíticos, foram utilizados: 100 mL de solução aquosa de AT  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , 2 mL de HCl ajustando o pH em 3, 10 mg de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  e 3 gotas de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . O sistema foi, então, submetido à irradiação UV por 12 minutos. No decorrer desse tempo, a mineralização



Figura 1: Sistemas com azul de metileno antes e depois da degradação utilizando os reagentes comerciais.

do corante foi acompanhada através de determinações espectrofotométricas, atingindo taxa de degradação do analito em torno de 99%, dados consistentes com Rojas, Giraldo e Trujillo (2009).

Já na adaptação para degradação, foram utilizados: 100 mL de solução de AT  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , 5 mL de vinagre (ajusta o pH em 3), adicionados 10 mg de  $\text{Fe}^{3+}$  (não foi substituído) e, em seguida, acrescentadas 3 gotas de água oxigenada cremosa 30% m/V para, então, submeter o sistema à radiação UV (caso não haja óculos de segurança disponíveis para todos participantes, recomenda-se que o sistema fique dentro de uma caixa de papelão, para evitar exposição à radiação UV). Os resultados para este corante foram similares àqueles realizados com reagentes analíticos (Figura 2); contudo, foram necessários 30 min de exposição à radiação UV.



Figura 2: Sistemas com amarelo de tartrazina antes e depois da degradação utilizando os reagentes comerciais.

### Resultados e Discussão

Em síntese, são descritos, no Quadro 1, os procedimentos em condições analíticas e com as adaptações propostas.

Alguns reagentes foram substituídos, pois tínhamos por objetivo projetar atividades experimentais que não fossem demoradas e garantissem observações de evidências de transformações do sistema, através da variação na intensidade da cor dos corantes. Considerou-se que a maioria das escolas não dispõe de instrumental analítico, como espectrofotômetro, e as evidências físicas dos experimentos devem ser tidas como ponto de partida para que haja discussões que

Quadro 1: Comparação entre os métodos em condições analíticas e adaptadas.

Corante/ Condições	T (°C)	pH	Acidulante	Sal de ferro	Peróxido de Hidrogênio	Fonte de Radiação UV
AM (analíticas)	25	3	HCl	Fe <sup>2+</sup>	Analítico	Sem incidência
AM (adaptadas)	25	3	Vinagre comercial	Fe <sup>2+</sup> Comprimidos comerciais	Água oxigenada cremosa comercial	Sem incidência
AT (analíticas)	25	3	HCl	Fe <sup>3+</sup>	Analítico	Com incidência (12 min)
AT (adaptadas)	25	3	Vinagre comercial	Fe <sup>3+</sup> (não se conseguiu substituto comercial)	Água oxigenada cremosa comercial	Com incidência (30 min)

Fonte: Os autores.

conduzam à construção de conceitos e o desenvolvimento do tema.

Quanto aos resultados obtidos, pôde-se concluir que o AM foi rapidamente degradado. Depois da regulação do pH do meio e adição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, observou-se sua súbita descoloração (Figura 1). Quanto ao AT, inicialmente, tentou-se, sem sucesso, adaptar a sua degradação utilizando reações de Fenton. Segundo Rojas, Giraldo e Trujillo (2009), o AT é um corante que degrada moderadamente em meios químicos oxidantes com a presença de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, com taxas próximas aos 50%. Seguindo a literatura, optou-se pela utilização do Fe<sup>3+</sup> como catalisador, por provocar aumento da taxa de produção dos radicais HO<sup>•</sup> e consequente degradação do corante (Araújo *et al.*, 2016). Assim, com os materiais adaptados, foram obtidos resultados compatíveis com os descritos nas referências, porém com aumento do tempo de exposição à radiação UV de 12 para 30 min (Figura 2).

Na degradação de uma espécie orgânica (EO), o radical hidroxila (HO<sup>•</sup>) oxida as espécies por abstração de hidrogênio, originando o radical orgânico EO<sup>•</sup>, que, seguido pela adição de oxigênio, dá origem ao radical peróxido, iniciando reações em cadeia, o que gera radicais secundários intermediários mais oxidados (Fioreze *et al.*, 2014). Quanto aos corantes azoicos, como o AM e AT, a presença do grupo azo (-N=N-) conjugado a anéis aromáticos confere estabilidade aos compostos, mas estes são susceptíveis a oxidação através de POAs (Araújo *et al.*, 2006).

Segundo Paulino, Araújo e Salgado (2015), a redução da intensidade de cor do AM deve-se à ação dos grupos HO<sup>•</sup> responsáveis pela N-desmetilação do corante, provocando a clivagem do grupo cromóforo e sua degradação oxidativa. Já em relação ao AT, a observada recalcitrância ao processo de Fenton foi superada com a substituição do catalisador Fe<sup>2+</sup> pelo Fe<sup>3+</sup>, combinado com a irradiação UV e, assim, conforme descrito na literatura, aumentou-se a geração de radicais HO<sup>•</sup>, que, por sua vez, degradaram o corante.

### Considerações Finais

Os experimentos são, comumente, realizados com a

finalidade de encontrar respostas, demonstrar propriedades de materiais ou auxiliar na construção ou reelaboração de conceitos. No entanto, a realização de experimentos em aulas de Química ainda é rara, principalmente considerando-se que a experimentação é um dos pilares de sustentação do complexo sistema que compõe o processo de ensino de Química (Lisboa, 2015). Por isso, o desenvolvimento e a publicação de trabalhos como este são muito importantes, pois aumentam o leque de experimentos que fazem uso de materiais alternativos como forma de contornar algumas limitações, como, por exemplo, a falta de infraestrutura (reagentes e laboratórios).

Quatro aspectos foram de fundamental relevância na construção deste artigo. O primeiro foi a possibilidade da utilização dos corantes como tema gerador; o segundo está associado à importância das atividades experimentais para as aulas de Química; o terceiro envolve os esforços em articular o tema, as atividades experimentais e os conteúdos relacionados aos POAs; e o quarto, e último, deve-se à preocupação em projetar, conforme o objetivo deste trabalho, atividades experimentais, substituindo, na medida do possível, materiais de laboratório (reagentes e vidrarias) por materiais de fácil obtenção para que possam ser aplicadas em aulas de ensino médio.

**Ângelo Francklin Pitanga** (afpitanga2@gmail.com) licenciado, mestre em Química e doutor em Educação pela Universidade Federal de Sergipe. Professor de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Paulo Afonso, BA - BR. **Bárbara Luisa Soares dos Reis Santos** (barbaraluisasr@gmail.com) licenciada em Química e especialista em Educação Química pela Faculdade Pio Décimo. Mestranda em Química pela Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE - BR. **Lenalda Dias dos Santos** (lenalda@infonet.com.br) engenheira e licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe. Mestre em Educação pela Universidade Federal da Paraíba. Coordenadora Pedagógica do Curso de Licenciatura em Química da Faculdade Pio Décimo. Aracaju, SE - BR. **Letícia Bispo da Rocha** (leticiarochabd@gmail.com) licenciada em Química, especialista em Educação Química pela Faculdade Pio Décimo. Aracaju, SE - BR. **Wendel Menezes Ferreira** (wendel.ferreira@ifs.edu.br) licenciado e mestre em Química pela Universidade Federal de Sergipe, especialista em Ciências da Natureza e suas Tecnologias pela Universidade Potiguar e em Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS pela Faculdade de Educação de Bom Despacho. Professor de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. Itabaiana, SE - BR.

## Referências

ARAUJO, F. V. F.; YOKOYAMA, L.; TEIXEIRA, L. A. C. Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com  $H_2O_2/UV$ . *Química Nova*, v. 29, n.1, p.11-14, 2006.

ARAUJO, K. S.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P. Processos oxidativos avançados: Uma revisão nos fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. *Revista Ambiente e Água*, v. 11, n. 2, Taubaté, p. 387-401, 2016.

CERVANTES, T. N. M.; ZAIA, D. A. M.; SANTANA, H. Estudo de fotocatalise heterogênea sobre  $Ti/TiO_2$  na descoloração de corantes sintéticos. *Química Nova*, v. 32, n. 9, p. 2423-2428, 2009.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIOREZE, M. SANTOS, E. P.; SCHMACHTENBERG, N. Processos Oxidativos Avançados: Fundamentos e Aplicação Ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 79-91, 2014.

HASAN, D. B.; RAMAN, A. A. A.; DAUD W. M. A. W. Kinetic Modeling of a Heterogeneous Fenton Oxidative Treatment of Petroleum Refining Wastewater. *The Scientific World Journal*, v. 2014, p. 1-8, 2014.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GUIMARÃES, D.; MENDONÇA, P. C. C. Avaliação de Habilidades Cognitivas em um contexto sociocientífico com foco nas habilidades argumentativas. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. especial 1, p. 35-42, 2015.

LISBOA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 37, n. 2, p.

198-202, 2015.

MARCELINO, R. B. P; FRADE, P. R.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. Tendências e Desafios na aplicação de Tecnologias avançadas para o tratamento de efluentes industriais não biodegradáveis: Atuação do Grupo de Pesquisa POA Control da UFMG. *Revista UFMG*, v. 20, n. 2, p. 358-383, 2013.

PAULINO, T. R. S.; ARAÚJO, R. S.; SALGADO, B. C. B. Estudo de Oxidação Avançada de corantes básicos via reação Fenton ( $Fe^{2+}/H_2O_2$ ). *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 3, p. 347-352, 2015.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. *Alimentos e Nutrição*, v. 14, n. 2, p. 237-250, 2003.

ROJAS, J. A. A.; GIRALDO, L. F. G.; TRUJILLO, J. M. Empleo Del reactivo de Fenton para la degradación del colorante tartrazina. *Revista Lasallista de Investigación*, v. 6, n. 1, p. 27-34, 2009.

SALVADOR, T.; MARCOLINO JR., L. H.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos Fenton, Foto-Fenton e Eletro-Fenton. *Química Nova*, v. 35, n. 5, p. 932-938, 2012.

SILVA, R. T.; CURSINO, A. C. T.; AIRES, J. A.; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de Química” da Revista Química Nova na Escola 2000-2008. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 245-261, 2009.

## Para Saber Mais

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar, Em: SANTOS, L. P. dos; MALDANER, O. A. *Ensino de Química em Foco*. p. 231-261, Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

TEIXEIRA, C. P. A. B.; JARDIM, W. F. *Processos Oxidativos Avançados: Conceitos Teóricos*, Cadernos Temáticos, v. 03, Campinas, 2004.

**Abstract:** *Methodological adaptation of Advanced Oxidation Process (AOPs) in degradation of dyes for experiments in high school.* This study aims to present an adaptation of methodologies with common and low cost materials for degradation of methylene blue and yellow tartrazine dyes by using Advanced Oxidation Processes Fenton and photo-Fenton, respectively. This research was developed as a part of a course conclusion dissertation, which had dyes as a generator theme and experimental activities as the theoretical framework. The results obtained with the adaptation are in agreement with the degradation rates described in the literature, which allow their replication in high school chemistry classes.

**Keywords:** Advanced Oxidation Processes. Dyes. Experimental Activities.

### Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VERSOLATO, E.F. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H.E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C. E NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.s bq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

### Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.s bq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

### Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.s bq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBOS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

### Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

## Seções / Linha Editorial

### Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

## Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

### ● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

### ● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

### ● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Otavio Aloísio Maldaner (Unijuí)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

### ● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

### ● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

### ● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

### ● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

### ● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

### ● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

### ● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Moisés Alves de Oliveira (UEL)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

### ● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Editoria

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.

