



Ensino de carboidratos: percepção dos estudantes frente às atividades colaborativas envolvendo o uso de modelos moleculares

Micaela Jardim¹ (PG)*, Mariana S. Cecílio¹ (PG), Maurícius Selvero Pazinato¹ (PQ).

*micaela.js@hotmail.com

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Campus do Vale, Porto Alegre/RS, Brasil.

Palavras-Chave: Metodologias ativas, Modelos Moleculares, Atividade colaborativa

Área Temática: Processos de Ensino e de Aprendizagem e Avaliação

RESUMO: A Química pode ser considerada uma Ciência predominantemente visual e devido a sua natureza abstrata é considerada pela maioria dos estudantes como uma disciplina de difícil compreensão. O ensino de Química no nível superior costuma ser pautado pelo método tradicional, o qual não prioriza o processo de construção do conhecimento por parte do aluno. Este trabalho teve como objetivo analisar as percepções dos estudantes frente a uma sequência de três aulas, com atividades colaborativas utilizando modelos moleculares no estudo de carboidratos em uma disciplina de Química Orgânica da UFRGS. Esta pesquisa é de caráter qualitativo, no qual a coleta de dados descritivos foi realizada mediante aplicação de questionários e contou com a participação de 26 estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas. É possível notar o aumento na motivação, interesse e concentração dos estudantes, além disso, 96% dos estudantes apontam ter compreendido melhor conceitos químicos abordados após a intervenção didática.

INTRODUÇÃO

Muitos autores relatam que os estudantes de Ciências têm dificuldades para imaginar, entender e conectar fenômenos biológicos complexos que ocorrem no nível molecular. Segundo Al-Balushi e Al-Hajrib (2014), para compreender fenômenos químicos é importante ter o conhecimento sobre a estrutura das moléculas e como elas interagem entre si. Para isso, é necessário visualizar mentalmente as moléculas e suas interações.

O termo "*visual literacy*" foi cunhado pelos pesquisadores Hortin e Braden, como sendo "capacidade de compreender e usar imagens. Incluindo a capacidade de pensar, aprender e se expressar em termos ou imagens" (HORTIN, BRADEN, 1982 pág. 41). Esse conjunto de habilidades é essencial para uma aprendizagem significativa em Química Orgânica, visto a sua vasta origem conceitual e abstrata.

Considerando a organização básica do conhecimento químico, Johnstone (1982) propôs os três níveis de representação desse conhecimento, são eles: macroscópico, microscópico e simbólico. De acordo com a literatura, não fornecer oportunidades de relacionar e conectar os três níveis acarretará em um obstáculo para a construção do conhecimento, o que pode levar a um desinteresse pela área. Para

Apoio





alcançar uma aprendizagem significativa em qualquer área da Química, os níveis precisam ser contemplados concomitantemente ou em pares (Wu e Shah, 2004). Considerando que a Química pode ser classificada como uma ciência predominantemente visual, dada ao uso dessas inúmeras representações, e a sua natureza abstrata (Raupp, 2010), a utilização de recursos didáticos visuais se faz necessária para facilitar tanto o ensino quanto a aprendizagem em Química e nas suas áreas correlatas.

Neste contexto, modelos físicos são uma poderosa ferramenta para ensinar estruturas e transformações químicas, tornando os conceitos menos abstratos e mais fáceis de serem visualizados. Dentre eles, pode-se destacar o uso dos modelos moleculares, que ajudam a compreender a estrutura atômica e suas interações. Hageman (2010), por exemplo, propõe que os próprios alunos construam seus modelos moleculares, demonstrando que a construção e manipulação de modelos moleculares é uma estratégia que contribui de forma significativa na compreensão de conceitos químicos e bioquímicos, pois aumenta o envolvimento e interesse do aluno pelas atividades desenvolvidas.

Esta abordagem pode ser especialmente benéfica no contexto da aprendizagem sobre biomoléculas, particularmente em relação aos carboidratos. Isso se deve ao fato de que essas substâncias apresentam múltiplos carbonos assimétricos em sua estrutura, e a compreensão desses conceitos depende essencialmente da capacidade de visualizar suas estruturas tridimensionais.

Porém, a utilização desses recursos ainda é escassa no ensino de Química Orgânica de nível superior. O ensino, nesse contexto, é pautado majoritariamente pelo método tradicional, o qual não prioriza o processo de construção do conhecimento por parte do aluno e enfatiza somente os aspectos conceituais, as definições de leis e a memorização de conteúdos isolados (Trassi *et al.*, 2001).

Segundo Silva, Moreira e Carvalho (2003), essa abordagem costuma refletir uma excessiva memorização em detrimento de uma compreensão dos conteúdos iniciais de Química Orgânica, ocasionando uma rejeição por parte dos estudantes. Dada a importância de desenvolver a habilidade de visualização e interpretação espacial das moléculas, este trabalho apresenta um relato de atividades colaborativas utilizando modelos moleculares no ensino de carboidratos, desenvolvidas na disciplina de Química Orgânica Teórica Fundamental, oferecida pelo Instituto de Química da UFRGS e tem por objetivo analisar a percepção dos estudantes participantes.



CONTEXTO DA PESQUISA

A disciplina “Química Orgânica Teórica Fundamental” (QUI02020), é oferecida pelo Departamento de Química Orgânica do Instituto de Química da UFRGS e se destina aos cursos de graduação Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Bacharelado em Física, Biomedicina, Bioinformática, Biotecnologia Molecular, Engenharia de Alimentos e Engenharia Física. A disciplina possui carga horária de quatro créditos (horas-aula) semanais, distribuídos em dois encontros semanais de dois créditos cada. De acordo com o plano de ensino da disciplina, as aulas são ministradas de forma expositivo-dialogada e divididas em duas “áreas”, as quais contam, cada uma, com uma avaliação no formato de prova teórica. Os conteúdos conceituais ministrados na Área 1 e Área 2 estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1: Conteúdos Conceituais abordados em cada área da disciplina QUI02020.

Área	Conteúdos Conceituais
1	Configuração eletrônica; Estrutura de Lewis; Forças Intermoleculares; TLV e TOM; Ressonância; Geometria Molecular; Hibridização; Funções Orgânicas; Propriedades físico-químicas; Acidez e Basicidade.
2	Isomeria; Estereoisomeria; Compostos Aromáticos; Biomoléculas: carboidratos, lipídeos, aminoácidos e proteínas.

No semestre letivo 2023/1, em uma das turmas dessa disciplina, foi desenvolvida uma sequência didática, baseada em *flipped classroom*, para trabalhar o tópico de biomoléculas. O primeiro tema a ser discutido foi o de carboidratos, durante três encontros foram desenvolvidas atividades baseadas na utilização de modelos moleculares com o objetivo de desenvolver as habilidades de visualização mental e interpretação espacial das moléculas. Essas atividades são propostas promissoras como alternativa ao método tradicional de ensino utilizado na disciplina.

PERCURSO METODOLÓGICO

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, a qual, segundo Bogdan e Biklen (2014), envolve a coleta de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes. Através do método de Estudo de Caso, analisou-se um grupo de estudantes durante a aplicação de atividades de ensino propostas e os dados da pesquisa foram coletados através da aplicação de questionários.

O primeiro questionário buscou traçar o perfil dos sujeitos da pesquisa através de perguntas sobre idade, gênero, tipo de escola que cursou o Ensino Médio e curso de graduação matriculado. O segundo questionário buscou registrar as percepções dos mesmos quanto às atividades de ensino propostas, através da apresentação de

Apoio



doze afirmações acompanhadas de uma escala *Likert* de cinco graus de concordância sendo: Discordo Totalmente (DT), Discordo (D), Não concordo Nem discordo (N), Concordo (C) e Concordo Totalmente (CT). Além disso, no final do instrumento foi adicionado um campo de respostas livres, perguntando aos estudantes o que haviam achado das atividades propostas. As afirmações presentes no segundo questionário oferecido aos estudantes, bem como o campo de respostas livres, estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2: Afirmações do instrumento de coleta de dados

Afirmações positivas	<p>A1. O uso de modelos moleculares melhorou, significativamente, a minha motivação e empenho nas atividades de sala de aula.</p> <p>A2. O uso de modelos moleculares melhorou a minha concentração nas atividades de sala de aula.</p> <p>A3. A utilização de modelos moleculares ajudou na compreensão do conteúdo abordado.</p> <p>A4. O uso de modelos moleculares facilitou a minha aprendizagem.</p> <p>A5. Trabalhar com os modelos moleculares fez com que prestasse mais atenção nas aulas.</p> <p>A6. Gostaria que outras disciplinas utilizassem modelos pedagógicos, pois são muito úteis para o desenvolvimento das minhas habilidades.</p> <p>A7. Trabalhar com os modelos moleculares aumentou a minha motivação nas aulas.</p> <p>A10. Me senti totalmente interessado e comprometido com as atividades propostas.</p> <p>A11. Realizei as atividades propostas com muita atenção e motivação.</p>
Afirmações negativas	<p>A8. Não aprendo quando o professor utiliza os modelos moleculares.</p> <p>A9. Sinto-me indiferente às atividades em sala de aula, mesmo com a utilização de modelos moleculares.</p> <p>A12. As atividades propostas utilizando modelos moleculares foram difíceis de realizar.</p>
Campo de Comentário Livre	O que você achou das atividades utilizando os modelos moleculares?

RELATO DA ATIVIDADE

O tópico carboidratos foi discutido com os estudantes durante três encontros compreendendo, cada um, a abordagem de diferentes conteúdos conceituais e a proposição de atividades envolvendo modelos moleculares. No Quadro 3, consta a relação entre o encontro, os conteúdos conceituais abordados e as atividades propostas.

Apoio


Quadro 3: Relação entre conteúdos conceituais abordados em cada encontro.

Encontro	Conteúdos Conceituais	Atividades Propostas
1º	Estrutura de Fisher; Fórmula molecular; Identificação de carbonos assimétricos; Classificação de acordo com a função orgânica, número de carbonos, configuração R/S e D/L	Atividade 1: Estudo da estrutura linear de monossacarídeos representados em modelos moleculares. Atividade 2: Construção da estrutura linear de monossacarídeos utilizando modelos moleculares.
2º	Reação de ciclização; Formação de dissacarídeo; Ligação glicosídica; Carbono anomérico e configuração α e β ; Efeito de mutarrotação.	Atividade 3: Estudo da estrutura cíclica de mono e dissacarídeos representados em modelos moleculares. Atividade 4: Construção da estrutura cíclica de mono e dissacarídeos utilizando modelos moleculares.
3º	Todos os conceitos trabalhados no 1º e no 2º encontro aplicados a oligossacarídeos e polissacarídeos.	Atividade 5: Estudo e construção de estruturas de oligo e polissacarídeos propostos, utilizando modelos moleculares.

No primeiro encontro foi realizada uma explicação geral das Atividades 1 e 2 e os modelos moleculares (conjunto de esferas de cores distintas e bastões de diferentes comprimentos) foram apresentados aos alunos. Nessa etapa, os códigos de cores adotados para a representação dos átomos, ligações e ângulos de ligação foram brevemente lembrados e associados aos modelos. Após, os estudantes se dividiram em cinco grupos e receberam o material das atividades: um kit com a estrutura linear de três carboidratos representados utilizando os modelos moleculares e uma folha contendo perguntas que deveriam ser discutidas e entregues pelo grupo ao final da aula. Durante a execução da atividade, os autores auxiliaram os estudantes. Concluída a Atividade 1, os acadêmicos receberam três cartas com *carboidratos* representados por meio da estrutura de Fisher e foram orientados a representar a estrutura linear dos mesmos com as peças do modelo molecular. A Figura 1 contém alguns registros fotográficos das atividades propostas neste encontro.

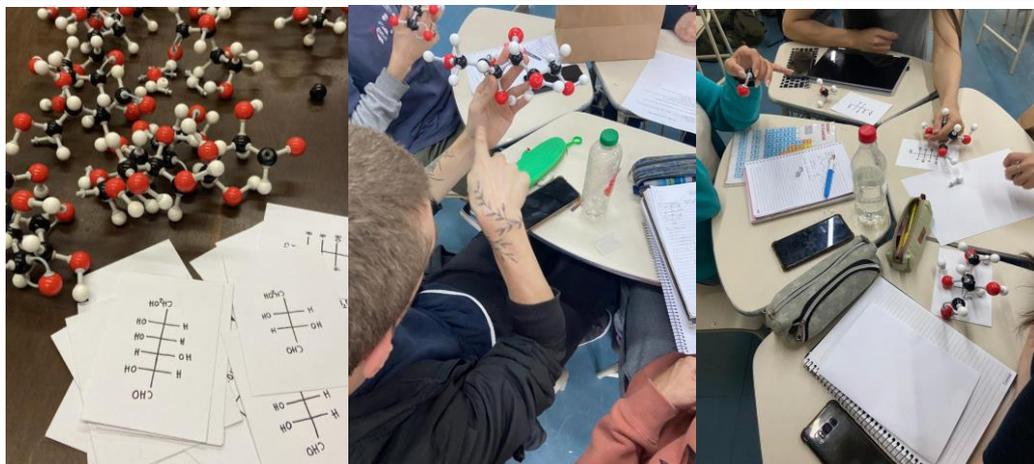


Figura 1: Estudantes realizando a atividade proposta.

Já no segundo encontro, as Atividades 3 e 4, envolveram o estudo da estrutura cíclica de diferentes carboidratos com proposta semelhante ao primeiro encontro. Os estudantes receberam dois carboidratos em sua estrutura linear e foram orientados a primeiramente realizar a ciclização de ambos e posterior conexão dos mesmos, através da ligação glicosídica. Já no terceiro e último encontro destinado ao estudo dessa classe de biomoléculas, a Atividade 4 envolveu o sorteio de um oligossacarídeo ou polissacarídeo por grupo, o qual deveria ser estudado e descrito pelos estudantes levando em consideração os conhecimentos previamente trabalhados na disciplina. Assim, os estudantes foram estimulados a relembrem os conceitos estudados nos últimos dois encontros e aplicá-los em carboidratos mais complexos. Além disso, os modelos moleculares foram disponibilizados para que os alunos construíssem o carboidrato sorteado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados coletados no primeiro questionário, as atividades propostas contaram com a participação de 26 estudantes (E1-E26) de graduação em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, cursando os semestres iniciais do curso. A faixa etária dos sujeitos compreendeu entre 19 e 31 anos, sendo 16 do sexo feminino, nove do sexo masculino e um que preferiu não declarar. Dos participantes da pesquisa, 14 estudantes apontaram ter concluído o Ensino Médio em escola pública, enquanto 12 apontaram ter concluído o E.M. em escola privada.

Ao final dos três encontros, os estudantes preencheram o segundo questionário referente a suas percepções quanto às atividades propostas. Os dados obtidos neste instrumento estão representados na Figura 2.

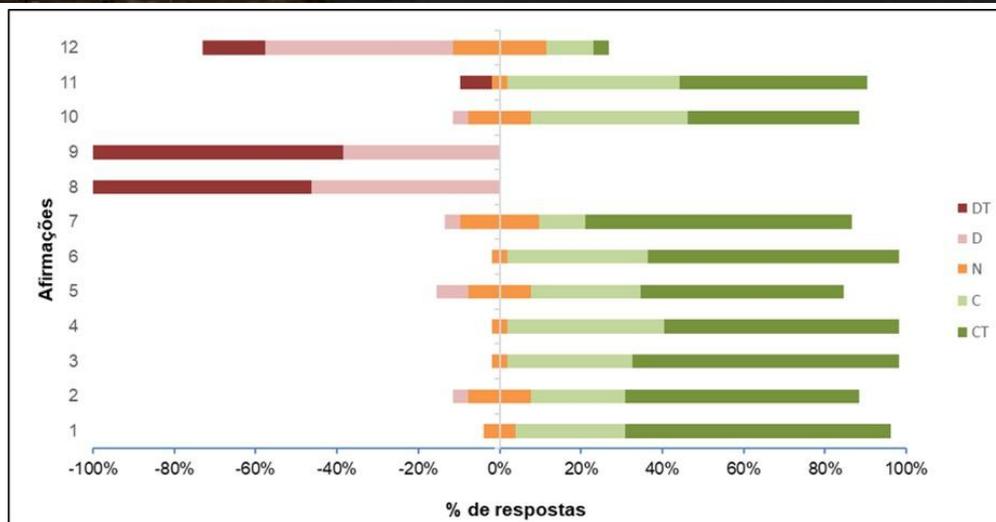


Figura 2: Gráfico representando os percentuais de concordância e discordância dos estudantes frente às afirmações propostas.

À esquerda, no eixo vertical, estão indicadas as afirmações do instrumento de coleta de dados (A1 a A12), enquanto que no eixo horizontal estão representados os percentuais de concordância (percentuais positivos) e discordância (percentuais negativos) frente a cada uma das afirmações apresentadas. Este gráfico foi construído a partir da neutralização (0%) e centralização gráfica da categoria N (Não concordo/Nem discordo), portanto os sinais (+) e (-) serão atribuídos a concordância (C e CT) e discordância (D e DT) respectivamente.

Observa-se uma considerável concordância dos estudantes nas afirmações A1 até A7, e nas afirmações A10 e A11, nas quais os percentuais de respostas das nove afirmações destacadas são no mínimo de +77%, chegando até +96%.

As afirmações **A1** (+92%), **A7** (+77%), **A10** (+81%) e **A11** (+88%), são referentes à motivação e interesse dos estudantes frente às atividades propostas. Com isso, é possível inferir que a intervenção didática envolvendo o uso de modelos moleculares promoveu a motivação dos alunos, resultando em um aumento do interesse pelos conteúdos e melhorando consequentemente a concentração durante as aulas. Isso é positivo, uma vez que, segundo Ausubel (1980) e Maieski (2011), a motivação do estudante em aprender é um fator essencial no processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, os estudantes relataram uma maior atenção e concentração nas aulas, como pode-se observar no percentual de concordância frente às afirmações **A2** (+81%) e **A5** (+77%). Esse aumento na concentração é favorecido através do uso de instrumentos didáticos com abordagem lúdica, contribuindo na promoção de uma aprendizagem significativa (Miranda, 2002).



Também é nítido que os estudantes percebem que a utilização de modelos moleculares nas aulas ajudou na compreensão dos conceitos químicos abordados (A3: +96%) e facilitou a aprendizagem (A4: +96%). Outrossim, os estudantes apontam que gostariam de utilizar modelos pedagógicos em outras disciplinas (A6: +96%). Estas afirmações indicam uma valorização no uso de modelos moleculares pela maior parte dos estudantes. Essa valorização também foi relatada em diversos trechos registrados no campo de comentários livres:

E2. *Eu adorei usar os modelos, me ajudou demais a entender o conteúdo. Tenho muita dificuldade com a química, e **as aulas ajudaram muito a compreender o conteúdo, principalmente na parte visual e estrutural de uma molécula.***

E13. *Achei bem construtiva, me fez entender a molécula de uma forma "palpável", onde eu consigo enxergá-la, tocá-la e alterar sua conformação. **É mais fácil compreender algo quando você o vê,** e constrói do zero, acompanhando o passo-a-passo.*

E7. ***As aulas com modelos moleculares foram muito bem aproveitadas por mim, especialmente por facilitarem a compreensão de como realmente se distribui espacialmente uma molécula tridimensional.** Foi uma experiência nova, integradora, divertida, simples e muito proveitosa.*

E24. *Eu gostei bastante, **os modelos me ajudaram muito a visualizar melhor as moléculas, quando eu vejo as moléculas apenas desenhadas no papel nem sempre consigo ter uma visualização de como ela seria realmente, no formato 3D, por isso ajudou muito.** Eles também ajudaram no entendimento dos conceitos, principalmente a parte de formação de ligações e a ciclização dos carboidratos*

Na afirmação negativa A12, 62% dos estudantes discordam que as atividades foram difíceis de realizar, 23% dos estudantes se mostraram neutros e 15% concordam que as atividades foram difíceis de realizar. A variabilidade de respostas nessa afirmação pode-se originar em diferentes fatores e, buscando-se compreender esse fenômeno, foi possível observar apontamentos frequentes quanto à dificuldade no aprendizado enfrentada no formato de tarefa em grupo. Esses apontamentos estão destacados nas citações provenientes dos comentários livres selecionadas abaixo:

E1. *Os modelos são perfeitos para aprender e visualizar, **mas grupos fechados dificultam o aprendizado porque distraem muito da atividade e a atenção do professor é muito dividida (...)***

E8. *Achei as atividades interessantes na maioria das vezes. Algumas vezes não entendi 100% um conceito e o modelo molecular ajudou. **Algumas vezes o trabalho em grupo dificultou que eu me envolvesse totalmente em todos os processos durante as atividades,** fazendo com que eu não soubesse responder a pergunta tão bem posteriormente.*

E11. *Boas, porém, em minha opinião pessoal, **estar em grupo sem poder ter a oportunidade de desenvolver sozinho os pensamentos perante as situações propostas nos materiais didáticos utilizados, dificulta para***



mim o aprendizado, visto que, nem todos do grupo têm as mesmas formas de aprender e de se comunicar.

*E20. Eu senti maior facilidade em compreender os exercícios e visualização 3d das moléculas nos exercícios, **entretanto sinto que se os grupos fossem menores cada um do grupo teria maior contato com o modelo 3d.** (...)*

Porém, é importante ressaltar que o formato de atividade em grupo pode ser benéfica dependendo do perfil do estudante, conforme alguns comentários positivos em relação a este aspecto:

*E5. Achei que foram bem úteis, porque pessoalmente considero enxergar tridimensionalmente as moléculas desenhadas no plano uma das partes mais difíceis da matéria e os modelos ajudaram diretamente nessa questão. Além disso, **a dinâmica de grupo me deixa mais confortável para fazer perguntas** (...).*

Os resultados das afirmações negativas **A8** e **A9** corroboram este fato, pois 100% dos estudantes discordam das afirmações, o que naturalmente reforça o indício de que os estudantes valorizam a utilização de modelos moleculares, porém dependendo do perfil do estudante seria mais proveitoso ter acesso a este recurso didático de forma individual, como citado pelos sujeitos E11 e E20.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das percepções dos estudantes, pode-se constatar uma boa receptividade dos mesmos à atividade colaborativa empregando modelos moleculares. Dessa forma, a utilização desses modelos permitiu que as representações tridimensionais das moléculas se tornassem menos abstratas, o que pareceu motivar, aumentar o interesse pelo conteúdo e potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Este recurso físico ofereceu aos estudantes oportunidades de construção de conhecimento sobre carboidratos ao aliar este recurso com atividades colaborativas guiadas, sendo possível contemplar pelo menos dois (microscópico e simbólico), dos três níveis de representação da Química, concomitantemente.

Além disso, dado que 96% dos alunos apontaram que compreenderam melhor os conceitos Químicos com o uso de modelos moleculares, e que gostariam que outras disciplinas os utilizassem, espera-se que a divulgação dessa pesquisa incentive a promoção de atividades educativas semelhantes de forma mais frequente no ensino superior de Química Orgânica, em especial no ensino de biomoléculas.



REFERÊNCIAS

- AL-BALUSHI, S. M. e AL-HAJRIB, S. H. Associating animations with concrete models to enhance students' comprehension of different visual representations in organic chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, p. 47-58, 2014.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. Psicologia educacional. Trad. sob a direção de E. Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. Qualitative research for education: An introduction to theories and methods. 6. ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2014.
- FABRI, P. H.; GIACOMINI, R. A. Estudo da Motivação do Aluno no Processo de Ensino e Aprendizagem Promovida pelo Uso de Modelos Moleculares, Validado por Meio de Áudio e Vídeo. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 196-208, 2018.
- HAGEMAN, J. H. Use of molecular models for active learning in biochemistry lecture courses. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 8, p. 291-293, 2010.
- HORTIN, J. A; BRADEN, A. R. Identifying The Theoretical Foundations of Visual Literacy. **Journal of Visual Verbal Languaging**, V. 2, N. 2, p. 37-42, 1982.
- JOHNSTONE, A. H. Macro and microchemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.
- MAIESKI, S. Motivação de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo com alunos Brasileiros e Chilenos. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Educação, Comunicação e Artes, Departamento de Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Linhas Críticas**, v. 8, n. 14, p. 21-34, 2002.
- OLIVEIRA, R. C. Uso de modelos moleculares por alunos de Ensino Médio: contribuições para o desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de ciências exatas e de tecnologia, Departamento de química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- RAUPP, D. T. Um estudo de caso sobre a compreensão de conceitos químicos mediante visualização de representações computacionais 3D utilizando o referencial de Campos Conceituais. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, 2010.
- SILVA, F. A. A.; MOREIRA, B. C. T.; CARVALHO, M. F. A. Percepções de professores sobre a visão do aluno na disciplina de Química Orgânica em algumas escolas de nível médio. *In*: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA DA BAHIA, 6., 2003, Ilhéus – BA. Ilhéus, 2003.
- TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E. e TOLEDO, E. A. Tabela periódica interativa: "um estímulo à compreensão". **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.
- WU, H.; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, v. 88, n. 24, p. 465-492, abr. 2004.

Apoio

