

# **Lei de Boyle & Geogebra: explorando as relações matemáticas por meio de um objeto de aprendizagem**

## **Boyle's Law & Geogebra: exploring mathematical relationships through a learning object**

**Márcia Camilo Figueiredo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Londrina  
marciafigueired@utfpr.edu.br

**Hawbertt Rocha Costa**

Universidade Federal do Maranhão, campus III de Bacabal  
hawbertt@ufma.br

**Aguinaldo Robinson de Souza**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru  
arobinso@fc.unesp.br

### **Resumo**

Neste trabalho, propomos um Objeto de Aprendizagem (OA) como uma ferramenta didática para o ensino de conceitos que envolvem a Lei de Boyle (relação matemática entre a pressão e o volume de uma determinada quantidade de gás a uma dada temperatura). A escolha desse conteúdo decorre do fato de que muitos alunos não têm compreendido os conceitos matemáticos envolvidos, principalmente quando se trata do estudo das relações entre a Pressão e o Volume de uma amostra gasosa na forma gráfica. Propomos o uso do software Geogebra para o desenvolvimento de um OA que versa em torno dessa questão. Um OA é qualquer entidade digital que pode ser reutilizada para apoiar a aprendizagem (WILEY, 2001). A Teoria da Ação Mediada é proposta neste trabalho na compreensão das relações de subjetividade dos alunos, das ferramentas culturais (OA), do processo de interiorização, do processo de apropriação, da criatividade e das convenções culturais envolvidos (WERTSCH, 1991).

**Palavras chave:** ensino de química, gases, software Geogebra, gráficos.

### **Abstract**

In this work, we propose a Learning Object (LO) as a didactic tool for teaching concepts involving Boyle's Law (mathematical relationship between pressure and volume of a given amount of gas at a given temperature). The choice of this content is due to the difficulty of understanding that many students have presented with the mathematical concepts involved, mainly when it comes to the relationship between pressure and volume of a gas sample in graphic format. We propose the use of Geogebra software for the development of a LO which

works on this issue. An LO is any digital entity that can be reused to support learning (WILEY, 2001). The Theory of Mediated Action is proposed in this work in the comprehension of students subjectivity relationships, of cultural tools (LO), of internalization process, of appropriation process, of creativity and the cultural conventions involved (WERTSCH,1991).

**Key words:** Chemistry teaching, gases, Geogebra software, graphics.

## Introdução

A facilidade ao acesso e ao domínio de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) por boa parte da sociedade – sociedade do conhecimento e da tecnologia – tem apresentado novos desafios à educação, como, por exemplo, os saberes inerentes ao uso do computador. Essa situação exige cada vez mais dos profissionais da educação conhecimentos envolvendo as TIC e a sua utilização na sala de aula.

Reavaliar os processos de ensino que atendam a essa nova vertente educacional é de primordial importância, pois, de acordo com Araújo e Gomes (2011), o ensino fragmentado, que privilegia a memorização de definições e fatos, bem como as soluções padronizadas, já não é mais suficiente ao processo de ensino e aprendizagem.

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e nas atuais Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores (BRASIL, 2002), podemos verificar importância quanto à incorporação de novos recursos didáticos ao e à aprendizagem dos conteúdos de Ciências, de modo a acompanhar o ritmo de transformações do mundo, envolto pelas TIC.

As políticas públicas brasileiras têm atentando para esse fato, investindo na compra de computadores para informatizar as escolas e oferecer o acesso à internet aos estudantes (GIORDAN, 2005). Contudo, ainda existe uma demanda muito grande em formar alunos “para as necessidades das sociedades que estão imersas, e às vezes imobilizadas, em um mundo globalizado, em que as oportunidades de trabalho exigem cada vez mais conhecimentos e habilidade para agir com computadores” (GIORDAN, 2005, p. 279).

Neste trabalho, optamos pelos Objetos de Aprendizagem (OA), pois têm proporcionado aos estudantes a construção científica da aprendizagem como relatado nos trabalhos de Meleiro e Giordan (1999), Eichler e Del Pino (2000), Silva, Fernandes e Nascimento (2007), Prata e Nascimento (2007), Cirino e Souza (2009), Mathias, Bispo e Amaral (2009), Neto, Bezerra e Nascimento (2009), Benite, Benite e Silva Filho (2011), entre outros. Segundo Wiley (2001), um OA é qualquer entidade digital que possa ser reutilizada para dar suporte ao aprendizado, como elemento de um novo tipo de instrução com apoio em computador firmado no paradigma de orientação a objetos utilizados na área de computação.

Para Silva, Fernandes e Nascimento (2007, p. 145), o termo Objetos de Aprendizagem (OA) é definido “como recursos digitais que apresentam atividades multimídia, interativa, na forma de animações e simulações”.

De acordo com Macedo (2007), os estudos sobre Objetos de Aprendizagem são atuais, porém não há uma definição claramente aceita. Eles podem ser criados em qualquer mídia ou formato, podendo ser simples como uma animação, uma apresentação de *slides* ou complexos como uma simulação computacional.

Nas situações de ensino, o uso de OA pode ser empregado como recurso digital devido ao fato de que, “mesmo isoladamente, sem o contato com o outro, o indivíduo age por meio de

ferramentas, sejam elas computadores, linguagens, sistemas numéricos ou formas enunciativas” (GIORDAN, 2008, p. 85). Dessa maneira, os OA podem ser usados como uma ferramenta para a introdução, de forma dinâmica, dos conceitos relacionados ao estudo do estado gasoso da matéria. Recomendamos, neste trabalho, a utilização do software Geogebra para o desenvolvimento de um OA que versa a respeito da teoria de Robert Boyle, um dos primeiros cientistas que realizou estudos com gases e que ajudou na descoberta da relação matemática entre a pressão (P) e o volume (V) de uma determinada quantidade de gás numa dada temperatura. Esse conteúdo foi escolhido porque muitas vezes as inclusões matemáticas são mal compreendidas pelos alunos, principalmente no que diz respeito aos estudos das relações entre P e V apresentadas na forma de gráficos e o caráter assintótico da relação inversa entre a pressão e o volume:  $P = 1/V$ .

A partir de funções geradas no software Geogebra e com o auxílio do professor, o aluno pode desenvolver conceitos relacionados ao estado gasoso, tais como as características físicas (grande compressibilidade e extraordinária capacidade de expansão), relacionando pressão e volume (USBERCO, 2000; ATKINS, 2012). Os conceitos foram abordados por meio das Leis de Robert Boyle (Transformações Isotérmicas); todavia, também podem ser relacionados à Lei Geral dos gases ideais de Clayperon.

A escolha pelo Geogebra foi atribuída pelos seguintes aspectos: gratuidade, funcionalidade, construção e reconstrução dos conceitos abordados pelo professor e também pela compatibilidade com diversos sistemas operacionais, podendo inclusive ser obtido em formato HTML; além de permitir a construção de gráficos que muitas vezes não é tão bem aproveitada no ensino de química.

## **Procedimentos teórico-metodológicos**

### **Teoria da Ação Mediada e a Lei de Boyle**

Para compreender a sala de aula, Giordan (2008) nos reporta para os estudos de James Wertsch, esclarecendo a ideia de ação mediada discutida no livro “Mind as Action” (WERTSCH, 1998). Vinculado à tradição sociocultural, Wertsch apoia-se em vários estudiosos para tratar os assuntos de processo de internalização (Vygotsky), dialogia e gêneros de discurso (Bakhtin) e as múltiplas perspectivas da ação humana (Keneth Burke).

Wertsch, ao tratar o termo “ação mediada”, apoia-se no fato de que a ação tipicamente humana emprega “instrumentos mediadores”, tais como as ferramentas ou a linguagem, e que esses instrumentos mediadores dão forma e significado à ação de uma maneira particular. Portanto, é mais apropriado falar de indivíduos agindo com instrumentos mediadores ou indivíduos agindo com ferramentas culturais do que falar simplesmente em indivíduos.

O termo sociocultural é empregado à Teoria da Ação Mediada com o intuito de compreender como se situa a ação mental nos cenários culturais, históricos e institucionais. Essa teoria parte da premissa de que as práticas sociais e seus aspectos culturais e institucionais podem regular e expressar, transformar e modificar a psique humana (WERTSCH, 1991).

Para colaborar com o professor durante o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes frente a alguns conceitos do estado gasoso desenvolvidos por Robert Boyle, apoiamos-nos na Teoria da Ação Mediada, de James V. Wertsch (1991, 1998, 1999), pois ela proporciona compreendermos as relações entre a subjetividade dos alunos, as ferramentas culturais (OA), a internalização, a apropriação, a criatividade e as convenções culturais.

O termo *ferramenta cultural* é empregado por Wertsch (1999) para designar os meios e os instrumentos utilizados pelo agente para executar uma determinada ação. Desse modo, compreendemos que o Objeto de Aprendizado pode ser visto como uma ferramenta cultural.

Segundo Giordan (2008), a noção de ferramenta cultural no contexto da Ação Mediada deve ser reelaborada diante da natureza das ações realizadas em um espaço desterritorializado e virtual (o computador), uma vez que essas ações alteram radicalmente a natureza daquelas praticadas pelos indivíduos na sociedade. Essas, por seu turno, são decorrentes, de uma combinação inusitada de propriedades e funções das ferramentas culturais.

A Teoria da Ação Mediada se torna fundamental para buscarmos uma compreensão das contribuições históricas para o estabelecimento da lei de Boyle. Em 1662, ao realizar as primeiras medidas quantitativas do comportamento pressão-volume dos gases, Robert Boyle indicou que o volume é inversamente proporcional à pressão:  $V = C/p$  ( $p$ = pressão,  $v$  = volume,  $c$  = uma constante) (CASTELAN, 2001).

### A construção do OA sobre a Lei de Boyle

A partir dos estudos da Lei de Boyle, dos Gases Ideais e da Teoria da Ação Mediada de James V. Wertsch foi elaborado um OA com sugestões de estudos que priorizavam, durante a abordagem dos conteúdos científicos, o contexto histórico, cultural e institucional do aluno.

O Objeto de Aprendizagem foi desenvolvido como uma possibilidade de variar os parâmetros, por meio da ferramenta denominada Seletor do Geogebra. No Geogebra, um seletor é uma representação gráfica de um número ou de ângulos livres, ou seja, trata-se de um segmento pequeno sobre o qual desliza um ponto, que, por seu turno, permite variar parâmetros ao interagir com o software, facilitando a compreensão por meio da visualização das relações entre pressão (P) e volume (V). Além disso, foram inseridos movimentos em alguns objetos com o objetivo de simular o comportamento do gás dentro de um cilindro com pistão, conforme apresentado na Figura 1.

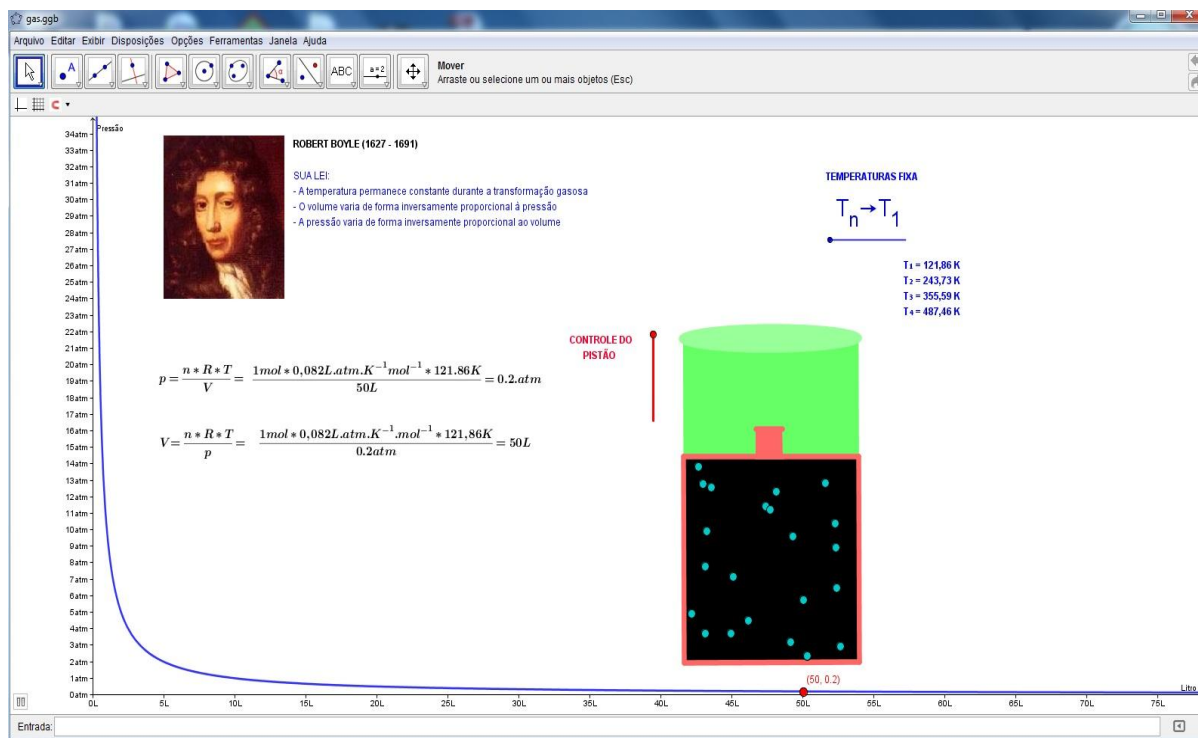


Figura 1: Tela do Objeto de Aprendizagem da Lei de Robert Boyle no Geogebra 4.0

## A proposta de aplicação do objeto de aprendizagem

### Recomendações iniciais aos professores

Na Figura 1, pode-se perceber que o OA apresenta uma interface agradável, com cores, informações e seletores que possibilitam um movimento dinâmico do pistão e da curva da isoterma  $P \times V$ . As moléculas de gás, representadas por esferas azuis, possuem um movimento aleatório que simula o movimento caótico das partículas constituintes dos gases, facilitando a visualização pelo aluno do movimento atômico/molecular nessa fase da matéria.

Propomos inicialmente que o professor possa explorar, de modo minucioso, a ferramenta, a fim de se ambientar. É importante lembrar que o OA pode ser gerado em formato *HTML*. Dessa forma, disponibilizamos<sup>1</sup> uma versão em *HTML*, mas que não pode ser alterada, e uma em arquivo *ggb* (extensão gerada pelo Geogebra 4.0), a qual permite modificações de acordo com as intenções e preferências do professor.

As modificações do OA, no arquivo *ggb*, não necessitam de um estudo da programação, somente de um conhecimento mínimo de funcionamento do Geogebra. Disso decorre a vantagem do software.

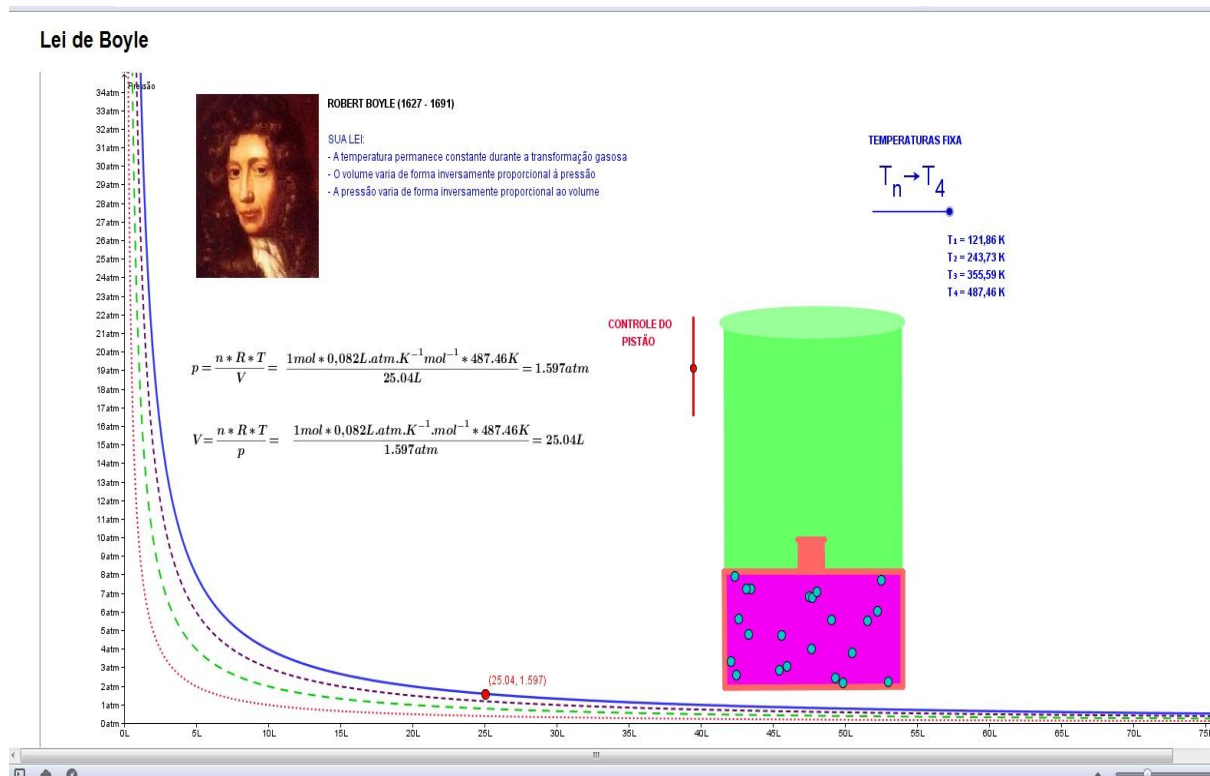
A proposta de aplicação desse Objeto de Aprendizagem é destinada a estudantes do primeiro ano do ensino médio, ou seja, quando o professor, na disciplina de Química, inicia o conteúdo relacionado ao estudo dos *Gases*. Portanto, é interessante que o professor investigue o perfil sociocultural acerca do envolvimento dos alunos com computadores e outros dispositivos de informática, com o intuito de melhor trabalhar com essa perspectiva.

Para Aikenhead (1993), a formação das concepções dos alunos a respeito da vida e do mundo é influenciada pelo seu meio cultural e necessita ser compreendido pelo docente antes de ele abordar os conceitos científicos. Isso porque as formas de conhecimento compreendem diferentes realidades; dentre elas, a realidade do cotidiano é uma das mais importantes e deve ser considerada nas atividades desenvolvidas na sala de aula (MACHADO; MORTIMER, 2007). Assim, apreendemos que é importante conhecer as concepções prévias dos alunos para que a ferramenta-cultural não atue sozinha, sendo mais apropriado falar de indivíduos agindo com ferramentas culturais em vez de somente falar em indivíduos.

Na Figura 2, apresentamos uma versão do OA no formato *HTML*, que não necessita de instalação no computador do usuário.

---

<sup>1</sup> Solicitação de cópias por meio do e-mail: hawbert@gmail.com



**Figura 2:** Tela do Objeto de Aprendizagem da Lei de Robert Boyle com diferentes isotermas

Observamos, na Figura 2, que existem dois seletores: um vermelho, para controlar a altura do pistão; e outro azul, para selecionar as temperaturas pré-estabelecidas. Além disso, a equação do gás ideal também é exibida, oportunizando ao estudante desenvolver cálculos da pressão e do volume concomitantemente, percebendo que o número de mol e a temperatura permanecem constantes.

No caso da temperatura, se o seletor azul for utilizado, seus valores na equação se modificam para outros pré-estabelecidos e constantes, alterando a isoterma para posições mais acima.

Após a explicação do funcionamento do OA, o professor pode proporcionar aos estudantes um momento de exploração e conhecimento da ferramenta. Em seguida, é importante que o docente faça alguns questionamentos relativos ao contexto sociocultural do aluno, como, por exemplo, a agitação do vapor de água preso em uma panela de pressão a certa temperatura, uma bomba para encher pneu de bicicleta, uma seringa, dentre outros.

Dessa forma, o aluno pode relacionar os conteúdos abordados em sala de aula ao seu cotidiano, dando-lhes significados. Isso porque muitas vezes é difícil para os estudantes abstrair os conhecimentos científicos da química, nesse caso, os gases, principalmente quando se trata de compreender as alterações causadas no gráfico pelo movimento do pistão e da mudança nos valores de temperaturas pré-estabelecidas.

Segundo Atkins (2012), a lei de Boyle implica que, se comprimirmos um gás isotermicamente (à temperatura constante) na metade de seu volume inicial, a pressão do gás dobra. Esse exemplo pode ser facilmente visualizado no OA, e o professor pode fazer um pequeno experimento com uma seringa, para que o aluno perceba a pressão que é exercida ao tentar comprimir um gás.

Wertsch (1991) trata do termo “ação mediada” fundamentado no fato de a ação tipicamente humana empregar instrumentos mediadores, como as ferramentas culturais ou a linguagem.

Dessa maneira, é importante entender que o Objeto de Aprendizagem é o mediador e o professor o agente que precisa participar do processo de ensino e aprendizagem ativamente, para que as alterações radicais da natureza das ações humanas não sejam abaladas desordenadamente.

## Considerações Finais

Os computadores estão presentes em quase todo campo de trabalho, mas em sala de aula ainda encontramos dificuldades por parte dos professores no que diz respeito aos saberes necessários para a utilização dessa ferramenta. Para Giordan (2008, p. 296), “[...] a pressão pela demanda desses profissionais não é apenas quantitativa; exige-se cada vez mais de suas competências em lidar com o mundo governado por redes, sejam elas de informação, de produção, ou mesmo de poder”.

Com o objeto de aprendizagem construído, os professores podem utilizá-lo em sala de aula de maneira que os alunos consigam abstrair e aprender de forma interativa e dinâmica os conceitos da lei de Boyle. Cumpre salientar que a aplicação de um OA em sala de aula envolve variáveis que ainda não foram contempladas no presente estudo, como, por exemplo, as atitudes dos professores e estudantes diante das atividades propostas. As atividades inicialmente sugeridas devem ser consideradas como uma primeira tentativa de utilização do OA e, devido ao caráter da programação envolvida, os usuários, docentes e alunos, poderão modificá-lo de acordo com as necessidades e oportunidades apresentadas durante as atividades em sala de aula.

Pretendemos, em trabalhos futuros, divulgar a aplicação do OA desenvolvido em sala de aula para uma avaliação das atividades propostas e posterior modificação de acordo com as exigências e/ou críticas apresentadas.

## Referências

- AIKENHEAD, G. Foreword: multicultural issues and perspectives on science education. *Science Education*, 77 (6), 659-660, 1993.
- ARAÚJO, W. A.; GOMES, A. M. F. O. Geogebra como recurso didático no ensino da geometria analítica. **V Colóquio Internacional: Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, 2011.
- ATKINS, P. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; SILVA FILHO, S. M. Cibercultura em ensino de química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, 33 (2), 71-76, 2011.
- BRASIL. Decreto nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Congresso Nacional, Poder Executivo, DF, 20 dez, 1996.
- CASTELLAN, G. **Fundamentos de Físico-Química**. Rio de Janeiro: Ed. JC, 2001.
- CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. Objetos de Aprendizagem como ferramenta instrucional para professores de química no ensino médio. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

DOTTA, S. **Aprendizagem dialógica em serviços de tutoria pela internet**: estudo de caso de uma tutoria em formação em uma disciplina a distância. (Tese de Doutorado em Educação). Faculdade de Educação - USP, São Paulo, 2009.

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

GIORDAN, M. O computador na educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, 11 (02), 279-304, 2005.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

MACEDO, L. N. et al. Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. (Org.) **Objetos de aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, 2007.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o Fazer Cotidiano. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e Propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MATHIAS, G. N.; BISPO, M. L. P.; AMARAL, C. L. C. Uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de química no ensino médio. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, 10, 17-20, 1999.

NETO, H. M.; BEZERRA, R. M. S.; NASCIMENTO, F. M. S. Repositório de objetos de aprendizagem baseados na aprendizagem significativa para o ensino da química. **IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**. Belém-PA, 2009.

PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. (Org.). **Objetos de aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, 2007.

SILVA, R. M. G.; FERNANDES, M. A.; NASCIMENTO, A. C. Objetos de Aprendizagem: um recurso estratégico de mudança. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil** (pp. 139-155). Ijuí: Ed. da Unijuí, 2007.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química Geral**. São Paulo: Saraiva, 2000.

WERTSCH, J. V. **La mente em acción**. Buenos Aires: Aique, 1999.

WERTSCH, J. V. **Voces de la mente**: um enfoque sociocultural para El estudio de la Acción Mediada. Madrid: Visor, 1991.

WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVAREZ, A. **Estudios socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WILEY, D. **Connecting learning objects to instructional design theory**: a definition, a metaphor, and taxonomy. 2001. Disponível em:  
<[www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc](http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc)>. Acesso em: 07 jun. 2012.