

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: um olhar para o conceito de densidade

Eliecília de Fátima Martins Serafim¹
Claudio Lúcio de Carvalho Bezerra²
Ana Carolina do Prado³
Bruno Pereira da Silva⁴

RESUMO

A partir de questionamentos sobre como facilitar a aprendizagem dos conceitos de Química em específico, densidade, a experimentação foi trabalhada em uma turma de primeiro período do curso de Engenharia de Produção do turno noturno de uma universidade privada, com intuito de colocar o aluno, a partir da experimentação, como sujeito ativo, capaz de construir seus próprios conceitos e se são aceitáveis como ciência, a partir da interação com o objeto do conhecimento. Além, de despertar o interesse do mesmo, as atividades práticas tiveram como objetivos proporcionar situações de investigação, dando margem à discussão e interpretação de resultados obtidos, explorando de forma articulada o conteúdo. Aos professores foi designada a função de mediar, orientar, apresentar, explorar, arguir o aluno sobre conceitos, leis e teorias relacionadas aos conteúdos desenvolvidos, problematizando a ação conhecedora do educando, organizando e sistematizando situações de aprendizagem. Podendo, o professor, com esta postura, oportunizar a interação entre o sujeito (aluno) e o objeto, objetivando tornar a situação conflituosa, de modo que, o próprio sujeito possa reestruturar suas estruturas anteriores. Pesquisas em ensino de Química têm mostrado a relevância da aplicação de atividades experimentais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, possibilitando uma abordagem mais concreta, investigativa que incentiva uma maior participação no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Densidade, experimentação, Engenharia, Química.

ABSTRACT

Based on questions on how the facilitate the learning of specific Chemistry concepts such as density, this experimentation was applied to a Production Engineering night class of a private university, allowing students, through this experimentation, to become active subjects, constructing their own concepts accepted as Science from

¹ Mestrado em Química pela Universidade Federal de Goiás- UFG, professor da UNIVERSO/Goiânia. <eliecilia@gmail.com>

² Mestrado em Mba Master Of Business Administration pela University of Westminster, Inglaterra(1998).Professor da Universidade Salgado de Oliveira , Brasil. <claudbez@msn.com>

³ Mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia (2005). Atualmente é assessora técnica/diretora de serv. ouvidoria - Tribunal de Justiça do Estado de Goiás e professora assistente da Universidade Salgado de Oliveira. <anacprado@hotmail.com>

⁴ Acadêmico de Engenharia de Produção da UNIVERSO/Goiânia. <brunopereira92@gmail.com>

using such integration as an object of knowledge. Besides generating student interest, practical activities aimed to promote investigative situations, where results could be discussed among the group, exploring the content in an articulated manner. It is up to the Teachers to mediate, orientate, present, explore and question students about contents, laws and theories related to the developed subjects, inquiring student actions, organizing and systematizing learning situations. Through this attitude, teachers can provide the integration between the subject (student) and the object, aiming to generate conflictual situations allowing the subject to reformulate previous structures. Research on Chemistry teaching has shown the relevance of applying the experimental activities towards the development of student cognitive skills, enabling a more concrete approach that encourages a greater participation in the learning process..

Palavras-chave: Density, Experimentation, Engineering, Chemistry.

Introdução

Como professores, temos sempre a preocupação com a aprendizagem dos alunos e se a nossa prática pedagógica contribui realmente para a aprendizagem dos mesmos.

Estamos sempre nos questionando: O que podemos fazer para facilitar a aprendizagem do meu aluno? Como devemos fazer? Qual a melhor metodologia a ser utilizada? Qual a melhor sequência de conteúdos a ser desenvolvida? Como por em prática os objetivos educacionais? Será que trarão, mesmo, bons resultados?

Diante de tantas questões resolvemos trabalhar com nossos alunos e alunas usando a experimentação, tendo em vista a aprendizagem significativa e as contribuições da mesma, pautando-se em estudiosos como Ausubel (1968), Piaget (1975; 1967).

Foram utilizado o método da redescoberta dirigida, aliado à técnica de problemas, discutidas por Hennig (1994) e Moraes (1985). Sobre esta metodologia foi proposto fazer uma análise dos seus resultados, objetivando verificar na prática, mudanças de concepções alternativas dos educandos a partir de aulas experimentais voltadas para a aprendizagem significativa e poder, mesmo que em pequena parte, contribuir para a reflexão por parte de educadores da área de Química sobre o uso de atividades experimentais na prática pedagógica.

Pensamos em uma proposta que colocasse o aluno como sujeito ativo, capaz de construir sua própria estrutura cognitiva, a partir da interação com o objeto do

conhecimento, cabendo ao professor o papel de mediador do processo ensino/aprendizagem, problematizando a ação conhecedora do aluno, organizando e sistematizando situações que propiciem aprendizagem (ASSMANN, 1995). Podendo, o professor, com esta postura, oportunizar a interação entre o sujeito (aluno) e o objeto, com o intuito de tornar a situação conflituosa, de modo que o próprio sujeito possa reestruturar suas estruturas anteriores (FAZENDA, 1995)

Nessa proposta as atividades experimentais foram organizadas de maneira a evitar que a relação teoria-prática fosse transformada numa dicotomia.

Além de despertar o interesse dos alunos as atividades práticas foram utilizadas para proporcionar situações de investigação, dando margem à discussão e interpretação de resultados obtidos, explorando de forma articulada o conteúdo. Designando ao professor a função de mediar, orientar, apresentar, explorar, arguir ao aluno sobre conceitos, leis e teorias relacionadas aos conteúdos desenvolvidos.

Como docentes de ensino superior em Engenharia, notamos que os alunos já possuem uma gama de conhecimentos que servirão como subsunçores (conhecimentos âncoras) para a assimilação de novos conhecimentos. No entanto, à uma grande maioria de acadêmicos, estes conhecimentos, não são suficientes para a aprendizagem necessária à compreensão dos conteúdos necessários à sua profissão. Os conceitos químicos que trazem consigo, muitas vezes, podem ter sido gerados arbitrariamente a partir da experiências cotidianas. Nessa fase de ensino, se eles ainda não foram (re)construídos “corretamente” durante a formação escolar, podem se constituir em obstáculos epistemológicos no que se refere ao ensino/aprendizagem de Química.

Para desenvolvê-lo foi elaborado um material didático constituído de roteiros práticos, usando a experimentação associada à aprendizagem por (re)descoberta dirigida e aplicado numa turma de quarenta e cinco alunos de primeiro período de Engenharia de Produção da rede privada de ensino de Goiânia.

1 Estrutura cognitiva

Moreira (1983, p.15) descreve a estrutura cognitiva de um indivíduo como sendo “[...] o complexo organizado resultante dos processos cognitivos através dos quais adquire e utiliza o conhecimento.” Assim, a estrutura cognitiva é resultado de um processo dinâmico e constante de organização de idéias, de conceitos e de proposições existentes na mente de um indivíduo.

Quando o sujeito adquire nova informação e esta relaciona-se de modo não arbitrário e não literal com as que já existem na sua estrutura cognitiva, diz-se que a aprendizagem é significativa.

Ausubel citado por Moreira (1987) destaca o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem. Ela ocorre quando novas informações ancoram-se de forma relevante, em conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva. Esses conceitos ancoradouros são chamados de “subsunçores”.

De acordo com Moreira (1993, p.4) “há, pois, um processo de interação através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro.”

A assimilação é um processo de interação que ocorre entre o material potencialmente significativo a ser aprendido e os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quando ocorre a assimilação, tanto o novo material a ser aprendido quanto os antigos significados são modificados pela interação entre eles.

Segundo Moreira (1983, p.38), o produto interacional “pode sofrer modificações ao longo do tempo. Portanto, a assimilação não é algo que se completa ou termina após a aprendizagem significativa, mas continua ao longo do tempo”.

Na assimilação, os conceitos mais gerais, bem estabelecidos e diferenciados, provavelmente, desempenham o papel de facilitadores da retenção, pois inicialmente, as novas informações, antes de serem assimiladas, permanecem individualmente separadas de seus subsunçores, favorecendo assim, sua retenção.

Com base nas aulas, aquela mais chamou a atenção, no que se refere à aprendizagem dos alunos e às concepções prévias foi aquela que se refere ao conceito de “densidade”, por isso ela será colocada para a discussão deste estudo.

3. Objetivos e princípios metodológicos usados nas aulas em estudo

Como pensar então, a partir de todos os fundamentos teóricos, preocupações e dúvidas, descritas anteriormente, a organização de uma proposta adequada? Qual deve ser o ponto de partida para o professor?

A partir de sua filosofia de educação, especificamente no ensino de Química, o educador define seus objetivos. Propõe então, o seu modelo de ensino. Modelo este, percebido através de atividades desenvolvidas com os alunos, da organização dos conteúdos, das avaliações, da metodologia e da interação com os alunos em sala de aula.

- Conceber o conhecimento como ato de construção e reconstrução.
- Centrar-se na pessoa do educando.
- Focalizar a pessoa como um todo, abrangendo suas dimensões cognitiva, sensorial e motora e a afetiva.
- Tornar a experiência vivida pelo aluno como interesse do ato educativo.

É a partir da experiência que se forma o pensamento. Isto implica em considerar o conhecimento prévio dos alunos e dele, propor discussões e confronto com o conhecimento universalmente sistematizado, favorecendo ao mesmo tempo, a construção do conhecimento não dissociado da realidade e o desenvolvimento intelectual.

Ao chegar ao ensino superior, o aluno já possui uma gama de conhecimentos prévios que servirão como âncora para a assimilação de novos conhecimentos.

É difícil construir conceitos abstratos desvinculados da realidade concreta e que não estejam ancorados adequadamente nesta realidade. Essa dificuldade pode se tornar fonte de alienação e desestímulo para a aprendizagem. Portanto, para uma melhor assimilação e participação do aluno, é importante que o tema em estudo esteja relacionado com o cotidiano e vinculado à sua experiência vivencial, facilitando assim, o poder de análise, o pensamento crítico, a pesquisa, a exploração dos fenômenos e a proposição.

Com a percepção de que a aprendizagem é um processo desenvolvido pelo aprendiz, o educador deve oportunizar ao aluno a possibilidade de se explicar e comunicar suas idéias, por meio de especulações para a formação de hipóteses, de

aulas práticas e da análise de resultados decorrentes da busca de solução de problemas formulados.

No processo de construção e apropriação do conhecimento científico do aluno, o professor deve agir como mediador, organizador e orientador, facilitando aos alunos a:

- 1) investigar fenômenos e explorar idéias;
- 2) formular perguntas úteis e produtivas;
- 3) buscar desenvolver explicações que são úteis para eles com relação ao mundo natural e tecnológico que confrontam diariamente;
- 4) ampliar suas experiências sobre o mundo natural e tecnológico;
- 5) manifestar interesse sobre as explicações dos outros a respeito de como e porque as coisas são como são e buscar saber de que forma tais explicações têm sido obtidas (OSBONE E FREYBERG, 1985, p.89 in Schnetzler, 1992, p.18.)

A Química para a Engenharia de Produção deve favorecer ao futuro engenheiro, a compreensão dos processos químicos que ocorrem no mundo físico, mas deve ir além disso, deve estar articulada com o desenvolvimento e o uso de tecnologias, seus impactos ambientais, sócios-políticos-econômicas. O conhecimento da química deve contribuir para que o futuro profissional, possa julgar, com fundamentos, os conhecimentos difundidos pelas diversas fontes de informação e tomar suas próprias decisões.

Considerando estes aspectos, é possível inferir que: os conteúdos a serem trabalhados devem vir de assuntos que favoreçam a contextualização do conhecimento e metodologicamente falando, devem ser abordados, de modo que contribua para o desenvolvimento de uma aprendizagem problematizadora, autônoma e significativa, através, por exemplo, de atividades elaboradas para provocar a análise e a reconstrução de ideias.

4 O conceito Densidade

Densidade é um substantivo polissêmico, o qual pode adquirir diferentes significados e estar presente em contextos distintos no âmbito dos conteúdos disciplinares. Na área de química, ele é compreendido pela razão entre a quantidade de massa presente em um dado volume. Sendo então definido pela

distribuição das partículas de certa quantidade de massa contidas em um certo volume.

Densidade é uma característica do material, relacionada às propriedades físicas da matéria. Desse modo, o termo é descrito como uma forma pela qual é possível identificar se uma substância é pura ou não.

A massa (M) e o volume (V) são propriedades gerais de um corpo material. Densidade absoluta (ou simplesmente densidade, d), ou massa específica (ρ) de um corpo homogêneo é a razão entre sua massa M e seu volume V . Ela pode ser expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m^3) ou grama por centímetro cúbico (g/cm^3).

d ou $\rho = M/V$, onde $M = \rho V$ e $V = M/\rho$.

(SEARS, 1984; HANSMANN; SLAIK, apud OLIVEIRA et al., 2013)

Na prática esta definição gera a compreensão centrada, na maioria das vezes, à mera aplicação de fórmula. O simples uso de fórmulas matemáticas e memorização de definições alheias às aplicações na vida real e parte da realidade dos alunos, pouco contribui para a aprendizagem significativa, além de manter as concepções prévias do aluno a respeito de quantidade de matéria, volume e densidade (ROSSI et al, 2008). Assim, a restrição do conceito ao uso de equações matemáticas, pode ter como resultado, uma Química incompreensível e irrelevante para a vida e para o trabalho. (NERY et al, 2007).

5 O desenvolvimento geral das aulas.

Para iniciar o desenvolvimento do tema foi explicado inicialmente o que era densidade dos líquidos e então foram aplicados vários exercícios com aplicação direta da fórmula. Os resultados mostraram que 89% dos alunos conseguiram acertar todas as questões

Porém quando foi colocada uma questão simples e do cotidiano de todos os alunos:

- *Qual é mais pesado, um litro de óleo vegetal de cozinha ou um litro de água? Por quê?*

A resposta veio imediata por um dos alunos:

- É o litro de óleo. O óleo é mais “grosso” e a água é mais fina, por isso que ele é mais pesado.

Outros alunos concordaram com a afirmativa.

Tal resposta indicou a idéia de que na visão destes alunos os corpos são pesados em proporção à sua “grossura”. Acham que, quando um material líquido é “grosso” ele tem uma maior quantidade de matéria, considerando o seu volume global.

Esta concepção parecia estar sustentada na sua estrutura cognitiva, pois, quando foi solicitado que todos os alunos pegassem um litro cheio de óleo com uma mão e um litro cheio de água com a outra mão, 85% dos acadêmicos afirmaram que o litro de água era mais pesado que o litro de óleo.

Os outros tiveram dúvidas e um deles duvidou, argumentando:

- É impressão dos colegas é claro que o litro de óleo é mais pesado!

Foram orientados a verificarem a massa na balança. Após ver a medida de ambos os sistemas, o mesmo aluno exclamou:

- Ora essa! Esta balança está errada!

Ao afirmar isto, o aluno, nesse momento, indicou ainda, a dificuldade de dissociar o volume do peso e da quantidade de matéria. Ele não conseguia relacionar o fato de um material ser mais viscoso que o outro e ao mesmo tempo ter um “peso” menor no mesmo volume. Ser mais viscoso, para ele, significava ter uma maior quantidade de matéria.

Cabe destacar que simplificada a viscosidade resulta do atrito interno nos fluidos em função das interações intermoleculares, sendo geralmente dependente da temperatura. É comum ser percebida como a qualidade de ser “grosso”, ou à resistência ao despejamento. O conceito dessa propriedade relaciona-se à resistência interna do material para fluir e deve ser compreendida

como a medida do atrito do fluido. Deste modo, ao afirmar “a água é mais fina”, significa que este material tem uma baixa viscosidade, enquanto óleo vegetal é “grosso”, com uma alta viscosidade.

Conceitualmente, a partir de volumes iguais de diferentes materiais, o aluno até conseguiu prever suas densidades, mas quando houve uma relação inversa entre o peso e o volume, ele ainda permanece preso à ideia de que:

peso = viscosidade = quantidade de matéria = volume = espessura

Fixo neste esquema ele tentou reorganizar seus pensamentos, mantendo o raciocínio inicial justificando-o a partir da negação da evidência, repesando o material por duas vezes e por fim usando o argumento:

- A balança está estragada!.

De acordo com Schnetzler (1992, p.18), muitas vezes as concepções prévias dos alunos podem ser tão resistentes às mudanças que comprometem a aprendizagem. Nesse sentido, o professor deve ter conhecimento sobre essas concepções, colocando-as como uma das características do ensino de Química.

No caso deste aluno em específico, ele ainda insistiu em suas concepções e tentou torná-las reais dando aos materiais um caráter único e definitivo:

- O óleo é mais pesado do que a água, porque o óleo é óleo e a água é água.

Para desestruturar as concepções prévias errôneas, são necessárias condições para que elas sejam abaladas por meio do conflito com outras. Isso implica numa participação mais efetiva do aluno, tornando-o responsável pela sua aprendizagem, cabendo ao educador o papel de facilitador da ocorrência dessa aprendizagem.

Neste sentido, foi explicado o que era um densímetro e solicitado a leitura do mesmo aplicando-o aos dois materiais – água e óleo vegetal - separadamente.

Ao obter o resultado, mostrando ser a água, mais densa quando comparada ao óleo, o estudante se viu diante do confronto de suas ideias. Ele então tentou novamente reestruturá-las, colocando a seguinte pergunta:

- Como é que isso acontece? Por que o óleo mesmo sendo mais espesso que a água é mais leve do que ela?

Nesse ponto, quando o estudante colocou sua dúvida, houve a indicação de que o ele começou a reconhecer que seu conceito não convergia aos fatos relacionados à diferença entre viscosidade e densidade. Procurou uma resposta, mas ainda sem conseguir perceber a relação quantitativa e inversamente proporcional entre a massa e o volume. A partir daí ele ficou confuso e já não encontra sustento para suas argumentações.

E esta afirmação expressa mais que o resultado da observação, expressa, para o aluno, também uma dedução lógica.

Segundo Piaget (1896, p.164) “A conservação, tal como o atomismo, supõe assim uma colaboração íntima entre experiência e a dedução...”.

Assim que a dedução é tornada possível sobre um ponto, (substância) a indução, estimulada pela experiência aparece sobre outro ponto (massa), até que todo o sistema se torne dedutivo.

Piaget (1896, p.165) discute a dedução dizendo:

Na medida em que as relações são incoordenáveis entre si [...]. Nem a dedução nem a leitura da experiência são possíveis, enquanto que, na medida em que se diferenciam os procedimentos operatórios do pensamento e os dados não deformados pelo eu da própria experiência, segue-se, ao mesmo tempo, uma dedução necessária e exata.

Por meio deste tipo de confronto, os alunos desenvolveram a noção de que o peso de uma matéria qualquer, é proporcional à sua quantidade de partículas, mas também a ideia de que essas partículas podem estar mais próximas ou mais afastadas umas das outras, dependendo do estado físico em que se encontram, e ainda ao considerar sistemas distintos com o mesmo tipo de matéria e com volumes diferentes, descobrem uma relação inversa entre a quantidade de matéria (massa) e o seu volume aparente.

Por exemplo, os alunos, ao verificarem a massa de dois sistemas, o primeiro com 1,0 litro de água obtiveram massa de 1,0 quilograma e o segundo com 2,0 litros de água verificaram a massa de 2,0 quilogramas. Antecipadamente já sabiam o resultado, compreendendo que a relação inversa entre a massa e volume (m/V) seria a mesma para os dois sistemas.

Por essa prática pedagógica foi possível perceber que somente o uso de fórmulas matemáticas não são suficientes para o entendimento dos conceitos de química e/ou romper com os obstáculos epistemológicos resultantes das concepções prévias, o que pode desestimular o ensino de Química.

O trabalho sobre o próximo conceito já mostrou atitudes diferentes por parte dos alunos, os quais passaram a ansiar pelas aulas de Química, a fazer perguntas coerentes. Procurando justificar e saber o porquê dos fenômenos mais simples, passaram a fazer observações e experimentos fora da escola, em casa, no trabalho e em outros locais. E começaram a comentar que as aulas práticas fazem com que entendam melhor, pois estimulam o desenvolvimento intelectual, tornando-se mais fácil o ato de pensar.

Os alunos passaram a conduzir as aulas de acordo com o que queriam aprender sobre o tema. Foi aí que percebemos como as aulas estavam despertando a vontade de descobrir como acontecem os fenômenos, mesmo teoricamente, sem desenvolver aulas práticas.

Este fato mostra a indicação da existência de subsunçores mais elaborados servindo de apoio para as novas informações, dando aos alunos uma maturidade intelectual maior, por isso, capazes de entender os conceitos mais abstratos, apresentados verbalmente, com a ausência de experimentos.

Neste caso a experimentação serviu como instrumento para o desenvolvimentos da busca de conhecimentos por parte dos alunos. As aulas despertavam o interesse e motivação da classe, por meio de situações conflitantes, estimulando os alunos a buscarem solução e explicação para fenômenos corriqueiros de suas vidas, facilitando o entendimentos de conceitos simples até os mais abstratos, estabelecendo assim, relações causais a partir de um problema concreto, incentivando e intensificando a participação intelectual desses alunos através das atividades de investigação, oportunizando um ensino mais ativo e participante.

Conclusões

Temos consciência de que não se pode oferecer “receitas prontas” para a solução dos problemas educacionais – nem se pode oferecer modelos para que o professor tente adequá-los à sua realidade pedagógica. Cada professor deve construir, a partir de discussões e estudos constantes, o seu próprio modelo organizacional, tornando-o pedagógico e político-ideológico.

No que se refere à propriedade dos materiais, densidade, é necessário ir além a formulação matemática, sendo necessária também o rompimento de concepções alternativas que geram obstáculos à aprendizagem para que se tenha uma aprendizagem significativa

Consideramos que é difícil construir conceitos abstratos desvinculados da realidade concreta e que não estejam ancorados adequadamente da realidade. Essa dificuldade pode se tornar fonte de alienação e desestímulo para a aprendizagem. Portanto, para uma melhor assimilação e participação do aluno, é importante que o tema em estudo esteja relacionado com o cotidiano e vinculado à sua experiência vivencial, facilitando assim, o poder de análise, o pensamento crítico, a pesquisa, a exploração dos fenômenos e a proposição.

O nosso trabalho não é apresentado como uma solução para os problemas educacionais. É apenas uma análise e reflexão sobre como os alunos aprendem. E, como toda proposta pedagógica, apresenta pontos positivos e pontos que devem ser revistos e reconstruídos.

Estamos cientes que não é possível para o professor garantir a aprendizagem do aluno, mas é possível criar condições que facilitem o desenvolvimento de sua estrutura cognitiva, de modo que possa ocorrer a aprendizagem significativa.

Visto desse modo, ao considerar os objetivos iniciais para o ensino de Química – proporcionar condições para que os alunos possam observar os fenômenos circundantes, questioná-los, tirar conclusões, buscar soluções para problemas, através de pesquisa, podendo assim desenvolver seu raciocínio lógico e a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados ao conteúdo de química e física – percebemos que as condições oferecidas favoreceram e facilitaram a aprendizagem significativa dos meus alunos.

Os alunos aprenderam a investigar, a questionar, a construir e reconstruir seu próprio conhecimento, a ter domínio dos conteúdos propostos, a utilizar o pensamento lógico, entre outras habilidades que adquiriram.

Realmente, esses objetivos foram alcançados. A metodologia utilizada favoreceu aos alunos, a capacidade de saber pensar, colocando-os como dominadores da aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

ASSMANN, H. **Sobre a qualidade cognitiva das experiências de aprendizagem**. Brasília: XVII simpósio de Administração da Educação, 1995, p. 2.

FAZENDA, I. **Metodologia da pesquisa educacional**. 4 ed. São Paulo: 1995, p.25-39.

HANSMANN, E.; SLAIK, E.P. **Physics**. New York: Van Nostrand, 1947.

HENNIG, Georg. **Metodologia do ensino de Química** Porto Alegre: Mercado Aberto, 2 ed., 1994

MORAES, R. **Técnica de problemas no ensino de Química**. Anais: III Simpósio Sul-Brasileiro de ensino de Química. Ponta Grossa- Paraná: 1985.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física**; a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de Química. Porto Alegre: UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A.; BUCHEWEITZ, B. **Mapas conceituais**. São Paulo: Moraes, 1987.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa e estratégias facilitadoras**. Rio de Janeiro: 1993, p. 2-37. (fascículo do CIEF, série Ensino-Aprendizagem, n.1)

NERY, A.L.P. et al. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações

das equações químicas, **Revista Electrónica de enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.3, p.587-600, 2007.

OLIVEIRA, B. M. et al.. A densidade e a evolução do densímetro. **Revista brasileira de ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1-10, 2013.

OSBORNE, R. e FREYBERG, P. **Learning in science**: the implications of children's science. Auckland: Heinemann, 1985.

OST, E. A observação no ensino de Química. **Hífen, Uruguaiana**, v.15 n. 28/29, p.11-25, 1990.

PENA, A. G. **Introdução à psicologia cognitiva**. São Paulo: EPU, 1984. (Coleção temas básicos de psicologia; v.2)

PIAGET, Jean, 1896 **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança**: conservação e atomismo. 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar editores/MEC, 1975.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Tradução de Maria Alice Magalhães D'Amorim; Paulo Sérgio Lima Silva, Rio de Janeiro: Forense, 1967. (coleção culturas em debate)

ROSSI A.V., et al. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização, **Química Nova na Escola**, n.30, p.55-60, nov. 2008.

SCHNETZLER, R. P. **Em aberto**. Construção do conhecimento e ensino de Química. Brasília: n 55, ano 11, p.18-22, jul/set. 1992.

SEARS, F.Wet al. **Física** 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos 1984. v. 2.