

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM: UMA PROPOSTA BASEADA EM ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SITUAÇÕES COTIDIANAS PARA OS CONCEITOS DE TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO

Naiara de Souza Costa Oliveira^{1,2}, Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues³

¹ Universidade Federal de Viçosa, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, naiara.costa@ufv.br

² Colégio Regina Coeli, naiarascosta@yahoo.com.br

³ Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa, ofonseca@ufv.br

Resumo

Trabalho, energia e potência são conceitos que perpassam toda a física do ensino médio, da mecânica ao eletromagnetismo. São também conceitos de uso comum na sociedade onde podem assumir significados diferentes ou muitas vezes de utilização errônea. Somado a isso, de um modo geral, após a sua introdução quando do ensino de mecânica, raramente é feita uma conexão com sua utilização em outros contextos, seja no dia-a-dia das pessoas ou quando de sua utilização em outros conteúdos. Nesse trabalho apresentamos sequências didáticas baseadas em situações cotidianas dos alunos e ensino por investigação com o objetivo de levar os alunos a questionamentos e reflexões sobre o tema, com o objetivo de potencializar a aprendizagem. Para isso desenvolvemos situações problemas que são utilizadas em sala de aula, seguidos de discussões (coletivas e em grupos) dirigidas com o objetivo de se contrastar o que os alunos trazem consigo como bagagem conceitual e a capacidade explicativa dessa bagagem na situação problema apresentada. A aplicação em sala de aula se dá por meio de sequências didáticas que (i) permitem determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos novos conteúdos de aprendizagem, (ii) propõem os conteúdos de maneira significativa e funcional para os estudantes, (iii) representam desafios possíveis para o aprendiz, (iv) promovem uma atitude favorável e motivadora em relação à aprendizagem dos novos conceitos, (v) estimulam a autoestima e o autoconceito do estudante em relação às aprendizagens, para que ele perceba que seu esforço vale a pena e (vi) facilita a aquisição de habilidades ligadas ao aprender a aprender, tornando o cada vez mais autônomo frente aos processos de aprendizagem. Os resultados obtidos foram altamente positivos. A dinâmica da sala de aula mudou significativamente, com um maior interesse e participação dos alunos.

Palavras-chave: Trabalho, Energia e Potência, Sequências didáticas, Ensino por Investigação.

Introdução

O ensino de física que domina as escolas no Brasil ainda é um ensino tradicional em que o professor planeja uma aula expositiva de Física, considerando que os alunos conheçam bem pouco do assunto ensinado ou que tenham informações distorcidas a respeito. “Ainda que esforços e renovação estejam em processo, aos professores em geral continua se atribuindo a transmissão de conhecimento e aos seus alunos sua absorção” (MENEZES, 2000). Com isso, sua meta é preencher as lacunas dos alunos, com exposição das leis e fórmulas fundamentais e também com exercícios e problemas. “Como síntese desse

anacronismo ainda hegemônico, pode-se dizer que, por um lado, a física é ensinada como se fosse uma descrição inoxidável da natureza, que não tivesse história nem contradições; por outro, é como se essa ciência estivesse à parte das técnicas que envolvem todos os aspectos da vida humana [...]” (MENEZES, 2009). Isso talvez se deva à influência do livro didático (DELIZOICOV, 2002) e ao fato de que professores podem não reconhecer seus alunos como sujeitos pensantes. A consequência é que o ensino de física se realiza na grande maioria das vezes como uma física matematizada, abstrata, desconexa, tornando perfeitamente compreensíveis as queixas dos estudantes de que a física, quando não é incompreensível é “chata”.

Seria necessária uma mudança em, praticamente, todos os elementos da prática tradicional, para alterar essa situação, mas como o método tradicional é o mais simples e organizado para conseguir os resultados de uma aprendizagem “mecânica”, ele é mais utilizado e tão difícil de ser substituído. Além disso, não raramente, em face aos exames para admissão em instituições de ensino superior, a utilização de outras metodologias é até mesmo desestimulada. Como reflexo dessa situação, os livros didáticos, na sua maioria, apresentam a física excessivamente presa à aplicação de fórmulas, abandonando qualquer possibilidade de ensino por investigação, toda a inserção histórica e social da ciência ou mesmo questionamentos de qualquer natureza de modo a levar à reflexão acerca do assunto ou mesmo a inserção desse conhecimento na vida cotidiana do indivíduo, dissociando o que foi aprendido em sala de aula da compreensão da realidade.

De acordo com Bachelard (1996), esse último tipo de preocupação foi abandonada ao longo dos séculos XIX e XX e a “ciência moderna se afasta de toda referência à erudição”. Lentamente fomos abandonando a ideia de formação de um espírito científico por um espírito utilitarista e “prático”, levando a um tecnicismo exacerbado e dificultando a compreensão da ciência e sua interação com o mundo, a sociedade. A ciência deixou de ser parte de nossa cultura. Assim, não é de se estranhar a dificuldade dos alunos em diferenciar a física da matemática.

A partir dessas colocações, a proposta desse trabalho será o desenvolvimento de sequências didáticas que levem em conta a concepção prévia que o aluno traz para a sala de aula referente às grandezas físicas: trabalho, potência e energia, investigando a construção do conhecimento e analisando de que forma os alunos relacionam essas grandezas. O ambiente dessa pesquisa será a sala de aula, durante um processo de intervenção didática, em uma escola da Região da Zona da Mata, do Estado de Minas Gerais.

Marco Teórico

A teoria de Ausubel propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista. Ausubel acredita que as informações estão armazenadas e organizadas na mente do ser que aprende. O foco da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo. (AUSUBEL, 1978)

De acordo com Moreira (1999), assim à medida que a aprendizagem vai ocorrendo de forma significativa, os conceitos prévios vão ficando mais elaborados e ancorando-se em novas informações e modificando os conceitos prévios, que passam a ter uma nova abrangência.

Outra questão importante nesse processo são as concepções espontâneas tem origem da interação aluno-mundo, que surgem de forma natural na mente das pessoas ao longo de sua vida, ou seja, não há necessidade de nenhuma atividade educativa específica para o surgimento dela (LOCHHEAD e DUFRESNE, 1989). Porém estas ideias que os alunos constroem de forma espontânea são restritas e possuem um grau de abstração limitado, ou seja, são eficazes para situações cotidianas extraescolares, mas não para situações mais sofisticadas ou complexas. Uma peculiaridade das concepções espontâneas, é que elas podem divergir substancialmente do conceito que se pretende ensinar, influenciando a aprendizagem futura e resistindo às mudanças (DRIVER, 1989). Na verdade a mudança só ocorre com o surgimento de uma teoria melhor, que explica tudo o que explicava a anterior e também outras coisas (a nova coisa que se pretende ensinar). Nesse sentido, um dos problemas em ensinar física consiste na dificuldade em mostrar ao aluno a forma em que as teorias científicas propostas em sala de aula superam a suas intuições, englobando um sistema conceitual mais abrangente.

Para superar essas dificuldades e conseguir o avanço conceitual dos alunos é necessário ligar (ou na maioria dos casos, contrapor) a ciência com suas ideias intuitivas e com as situações cotidianas em que estas se baseiam, tendo como objetivo um caráter construtivo da aprendizagem. Segundo Bachelard,

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. (BACHELARD, 1996)

Muitas vezes a aprendizagem de um conhecimento novo exige a “destruição” do antigo (obstáculo epistemológico), ou seja, não é possível aproveitar o subsunçor (ou o invariante operatório). É como se o conhecimento prévio fosse um obstáculo epistemológico Bachelard (1996). Para superar essa situação, Vergnaud sugere que

o primeiro ato de mediação do ensino é, de fato, a escolha da situação a propor aos estudantes. Na ZDP [Zona de Desenvolvimento Proximal], existem continuidades e rupturas. O professor pode achar oportuno usar a continuidade e promover que o estudante passe de uma classe de situações a outra, próximas entre si [...]. É também possível que o professor considere oportuno usar a ruptura, de maneira que provoque o desequilíbrio entre a situação a tratar e as competências dos estudantes, e fazer com que eles tomem consciência dos limites de seus pontos de vista. (VERGNAUD, 1993)

Com o objetivo de melhorar o processo de aprendizagem, vários autores têm recorrido à metodologia de ensino por investigação, que teria a capacidade de despertar no aprendiz a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento. Todos nós possuímos uma tendência investigadora, que geralmente é destruída ao longo do processo educacional focado quase que exclusivamente nos “programas

dos exames universitários” (BACHELARD, 1996). É preciso, portanto, reestimular essa tendência investigadora de modo a permitir que processo de aprendizagem seja efetivo reconectado com a realidade que se apresenta na vida cotidiana.

Segundo Bianchini (2011) uma situação problema em que os alunos discutem e elaboram hipóteses para tentar chegar a uma solução é uma atividade investigativa, cuja essência está na maneira como o professor conduz as atividades e na maneira de problematizar uma situação a ser investigada pelos alunos.

O objetivo de elaborar atividades investigativas é levar o aluno a pensar, debater, justificar, argumentar, aplicar conhecimento a situações novas, fazê-los participar de sua própria aprendizagem e sentir a importância disso.

O Ensino por Investigação tem como pressupostos básicos o seguinte corpo de trabalho: primeiro, os alunos devem sentir-se interessados em participar da investigação e, para isso ocorrer, é indicado iniciar a atividade com uma ou mais questões que sejam interessantes para os alunos; segundo, os aprendizes devem ter oportunidades em sala para poderem desenvolver uma das principais etapas da investigação, a elaboração das hipóteses para explicar o fenômeno observado/questionado; terceiro, deve ocorrer uma troca de ideias entre o corpo discente e o professor, que tem o papel de orientador. (BIANCHINI, 2011)

Para Azevedo (2004), o professor tem o papel de elaborar situações-problema que estejam presentes no cotidiano dos seus alunos, para que a atividade faça sentido para o aprendiz de modo que ele tenha interesse e entenda o porquê de realizar essa investigação.

Para que uma atividade possa ser considerada investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou a observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004).

Muitas são as vantagens em um ensino por investigação. Para Bianchini (2011) melhora a educação dos jovens, formando pessoas mais críticas, comunicativas, disciplinadas e autônomas. De acordo com Bianchini (2011), Cañal (2006) ainda indica outros aspectos positivos em relação a utilização da investigação como método de ensino, tais como:

(i) potencializa indagação colaborativa, o trabalho em equipe e a unificação do currículo escolar; (ii) facilita o desenvolvimento profissional do professor e a aprendizagem funcional do aluno; e (iii) trabalha com um currículo baseado no estudo de problemas que interessam a comunidade educativa. (BIANCHINI, 2011)

Dessa forma, o professor deve constantemente refletir sobre sua prática pedagógica e com o processo de investigação ele tem essa oportunidade. É seu dever promover atividades que estimulem o aluno a compreender conceitos e entender a ciência; que o prepare para entender o mundo em que vive e resolver problemas e questões que lhe são propostas. É importante que essas atividades abordem a realidade do aluno e que desenvolva nele uma postura investigativa.

Com efeito, uma nova abordagem na prática docente é esperada da escola e dos professores desde a introdução dos PCN há duas décadas:

Para isso, o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento,

o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno.” (BRASIL, 1998a)

Nesse sentido, sequências didáticas devidamente desenvolvidas e aplicadas podem ajudar a resolver várias das questões propostas, fugindo de uma aula tradicional e, simultaneamente, atendendo à maioria dos pressupostos acima.

As sequências didáticas: trabalho, energia e potência

O conceito de energia, sistematizado ao longo do século XIX, tem um papel importante aparecendo, muitas vezes de forma despercebida, de várias maneiras em nosso cotidiano. De uma conta de energia elétrica, o uso combustíveis fósseis, o consumo durante um banho, o consumo de “energéticos” ou mesmo em nossos esforços para a manutenção da saúde, seja por meio de dietas (administração de calorias) ou exercícios físicos (consumo de calorias). A desconexão desse conceito com o que se aprende (e se ensina) nas escolas é, muitas vezes, devida à falta de noção da ciência como parte da cultura, a incompreensão do desenvolvimento histórico dos conceitos científicos e, principalmente, a completa dissociação do que se aprende com a realidade dos indivíduos.

A esse conceito soma-se o conceito de potência, que além de estar associado ao vigor físico, está associado a lâmpadas, equipamentos eletrodomésticos (particularmente aqueles que utilizam motores) e automóveis, a chuveiros elétricos e aquecedores de um modo geral, dentre tantos outros.

Em muitas situações há ainda uma enorme confusão devido à escolha das unidades apresentadas, como por exemplo, em nossas contas de energia elétrica que utilizam-se do kWh como unidade de energia, levando muitos a confundir as duas coisas. A isso soma-se o conceito de trabalho que em física tem uma definição que, muitas vezes, pode ferir o senso comum das pessoas, levando-as a “rejeitá-lo”.

O uso de sequências didáticas é uma forma de se tentar alterar esse quadro e, simultaneamente, aplicar todos os pressupostos especificados em nosso marco teórico. Segundo Zabala (1988) sequências didáticas são:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. ZABALA (1988)

Uma sequência didática deve conter atividades (i) que permitam determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos novos conteúdos de aprendizagem, (ii) em que os conteúdos são propostos de maneira significativa e funcional para os estudantes, (iii) que devem ser adequados ao nível de desenvolvimento de cada estudante, (iv) que representem desafios possíveis para o estudante e que permitam a percepção da zona de desenvolvimento proximal sobre a qual se possa intervir, (v) que promovam uma atitude favorável e que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conceitos, (vi) que estimulem a autoestima e o autoconceito do estudante em relação às aprendizagens, para que ele perceba que seu esforço vale a pena e (vii) que facilitem a aquisição de habilidades ligadas ao aprender a aprender, para que o estudante se torne cada vez mais autônomo frente aos processos de aprendizagem.

Nosso trabalho foi desenvolvido em aula ministrada pelo pesquisador, no Ensino Médio, em uma escola particular localizada na cidade de Rio Pomba, interior do estado de Minas Gerais. Não houve a utilização de instrumentos avaliativos específicos para a nossa pesquisa, sendo utilizados apenas os processos normais de avaliação do rendimento escolar dos alunos conforme determinados pela escola.

Desenvolver uma sequência didática, ou seja, a organização sequenciada de atividades desenvolvidas com o objetivo de aprimorar a prática educativa e potencializar a aprendizagem, utilizamos o seguinte modelo: (i) diagnóstico, (ii) apresentação de uma situação problema, (iii) busca de soluções pelos alunos, (iv) exposição do novo conceito e o algoritmo (formulação matemática) associado, (v) generalização, (vi) aplicação a diversas situações, (vii) exercitação (viii) prova ou exame e (ix) avaliação dos resultados.

A sequência didática 1

Foi trabalhada em três aulas. Na aula 1 questionário sobre potência elétrica, teve como objetivo trabalhar com a concepção prévia do aluno: (i) o que você entende por 127V (volts) e 60 W (watts), que vem especificado em uma lâmpada? (ii) Chuveiro no modo ‘verão’ ou ‘inverno’ faz diferença na conta de energia? (iii) Um técnico faz uma experiência instalando dois chuveiros em sua residência, de dados nominais: 127V/4000W, ligado em 127V, e 220V/4000W, ligado em 220V. Para 1 hora de funcionamento, qual dos chuveiros consome mais energia? Explique. Nas aulas 2 e 3 o conteúdo foi explicado pelo professor tomando como base as questões do questionário e as respostas, concepções prévias dos alunos.

A sequência didática 2

Foi trabalhada em uma aula, a partir da discussão de um texto intitulado “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” (DELIZOICOV, 1992).

A sequência didática 3

Teve como objetivo relacionar a potência térmica com a elétrica por meio de uma atividade prática. Foi trabalhada em três aulas: (i) explicação do conteúdo “transferência de Calor” com uma atenção ao conceito de fluxo de calor ou potência térmica e sua relação com a potência elétrica. (ii) foi realizada uma atividade prática que consiste em dois arranjos experimentais, cada um com um recipiente de vidro contendo 700 ml de água que, inicialmente está a temperatura $T_0 = 13^\circ\text{C}$, revestido por um isopor, que tem como objetivo isolar o sistema dificultando a troca de calor com o meio externo. No sistema havia um ebulidor e um termômetro. Aparentemente, do ponto de vista dos alunos, os dois arranjos são idênticos, mas as potências dos ebulidores eram diferentes. Os dois sistemas (ebulidores) foram ligados simultaneamente e os alunos anotaram as medidas de temperatura marcadas pelos termômetros a cada 30 segundos e (iii) discussão e conclusões a partir das observações feitas durante o experimento.

Resultados

Na sequência 1, a partir dos questionários (aula 1) foi possível observar que os alunos fazem muita confusão com os conceitos físicos, a maioria dos alunos não

sabe diferenciar os conceitos de potência elétrica, diferença de potencial e energia. Na questão 1, apenas três alunos conseguiram diferenciar e explicar esses conceitos (tensão e potência) de forma correta. Na questão 2 (chuveiro no modo verão ou inverno) todos os alunos responderam que sim. E todos relacionaram o consumo ao gasto de energia. Muitos justificaram o aumento de energia devido ao aumento de potência. Na questão 3 (chuveiros de potências iguais, mas voltagens diferentes) apenas três alunos (os mesmos que acertaram a questão 1) conseguiram responder corretamente, relacionando o consumo de energia a potência elétrica do aparelho e ao tempo que ele fica ligado. Os outros alunos relacionaram o consumo de energia à tensão fornecida pela fonte. Nas aulas 2 e 3 durante as discussões e a explicação foi possível retornar essas questões fazendo as observações necessárias. Isso gerou várias outras perguntas (dúvidas). As aulas foram muito dinâmicas, com a participação de todos os alunos, até os mais tímidos que estavam curiosos para saber se tinham respondido certo no questionário.

Na sequência 2, O texto foi discutido em sala com as cadeiras dispostas em círculo com o objetivo de construir uma compreensão mais formal do conceito de energia, suas transformações e seus princípios de conservação. Foi destacado, qualitativamente, o conceito de trabalho tendo como exemplo a elevação dos corpos, como a água dos poços, e discutido também a relação entre trabalho humano e de máquinas, entrando em seguida na definição de potência mecânica: o que significa uma máquina mais potente e outra menos potente? Como por exemplo foi analisada a situação de dois veículos “iguais”, um com motor 1.0 e outro com motor 1.6. Houve grande participação, interesse e “excitação” dos alunos.

Na sequência 3 a atividade prática ocorreu como o previsto, a sala foi dividida em quatro grupos. Os alunos estavam muito empolgados e curiosos com o experimento, querendo saber o que era cada material e suas funções. Alguns questionaram qual era o objetivo do experimento, porque estávamos fazendo aquela atividade. Após coletarem os dados as medidas de temperatura, fizeram uma comparação das medidas do experimento 1 com o experimento 2 e observaram que no experimento 1 a temperatura aumentava mais rápido que no 2. A busca pela explicação começou e os grupos, por iniciativa própria, investigaram os experimentos novamente. Cada grupo sugeriu uma solução, e três grupos seguiram a mesma linha de raciocínio, buscando a solução no ebulidor. Uma observação importante é que utilizaram de forma correta o conceito de potência elétrica e conseguiram aplicar em uma situação distinta das trabalhadas na sequência didática¹. Um grupo buscou a explicação no “conceito de capacidade térmica”. A busca de respostas para uma questão poderá fazer surgir novas questões mais específicas. Em meio a tantas perguntas um aluno questionou sobre a quantidade de água. No experimento feito o isopor era equivalente a uma garrafa de 1L, o aluno perguntou se as medidas seriam diferentes se tivéssemos usado uma garrafa de 600 ml. Coloquei a situação para a turma. A quantidade de água influiria na taxa de aumento de temperatura? Todos responderam que sim. Um grupo ainda lembrou-se da explicação da aula anterior e mostrou, por meio de equações, a dependência da quantidade de calor com a massa do corpo.

Conclusões

A ideia do uso de sequências didáticas para trabalhar problemas de física e situações cotidianas, sem negligenciar rigor mostrou-se muito efetivo e interessante

nesse estudo. A dinâmica da sala de aula mudou significativamente, com um maior interesse e participação dos alunos, assumindo o professor também o papel de mediador em vários momentos. Por isso, entendemos que as atividades das sequências didáticas podem ser utilizadas na construção do conhecimento do aluno, principalmente no entendimento dos conceitos ora propostos, evidenciando as ideias prévias mais marcantes dos alunos em relação a esses conceitos, permitindo que o professor possa ter uma ideia bastante efetiva do que os seus alunos sabem ou pensam a respeito e possibilitando o desenvolvimento de estratégias que os ajudem evoluir para a uma noção conceitual mais abrangente e cientificamente correta.

Referências

- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.19-33.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.
- BIANCHINI, T. B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC /SEF, 1998.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992. 202p.
- DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez. 2002. 366p.
- DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**, v.11, Special issue, p.481-490, 1989.
- LOCHHEAD, J., DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. In **Proceedings of the first international conference on the history and philosophy of science in science teaching**, Talahassee, p. 221-229, 1989.
- MENEZES, L. C. Ensino de Física: reforma ou revolução? In: MARTINS, A. F. P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física Editora. 2009. p. 27-45.
- MENEZES, L. C. Ensinar ciências no próximo século. In: HAMBURGER, E. W.; MATOS, C. (orgs.). **O Desafio de Ensinar Ciências no século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UnB. 1999. 129p.
- VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). **Anais do Seminário Internacional de Educação Matemática**, 1, Rio de Janeiro, p. 1-26. 1993.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.