

ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO NO ENSINO DE BIOLOGIA E DE CIÊNCIAS: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA

*Clívia Carolina Fiorilo Possobom¹
Fátima Kazue Okada²
Renato Eugênio da Silva Diniz³*

Resumo: Este artigo apresenta reflexões decorrentes de uma experiência com atividades práticas de laboratório nas disciplinas de Ciências e Biologia, contemplando as diferentes etapas do processo, ou seja: escolha, obtenção de materiais e teste das atividades; elaboração do roteiro para o aluno e para o professor; e a aplicação das atividades. O trabalho foi realizado na Escola Estadual Prof. José Pedretti Neto, localizada no município de Botucatu – SP, e teve como objetivos investigar as possibilidades de viabilização de atividades de laboratório em escolas estaduais, bem como auxiliar os professores na realização de atividades experimentais por meio da criação de um conjunto de roteiros de atividades experimentais. Embora muitas dificuldades tenham surgido no decorrer do processo, a motivação e o envolvimento demonstrados pelos alunos confirmam o potencial didático dessa modalidade de ensino.

Palavras-chave: atividades práticas, práticas de laboratório de Ciências, práticas de laboratório de Biologia, laboratórios escolares.

1. INTRODUÇÃO

O modelo tradicional de ensino é ainda amplamente utilizado por muitos educadores nas nossas escolas de Ensino Fundamental e Médio. Segundo Carraher (1986), tal modelo de educação trata o conhecimento como um conjunto de informações que são simplesmente passadas dos professores para os alunos, o que nem sempre resulta em aprendizado efetivo. Os alunos fazem papel de ouvintes e, na maioria das vezes, os conhecimentos passados pelos professores não são realmente absorvidos por eles, são apenas memorizados por um curto período de tempo e, geralmente, esquecidos em poucas semanas ou poucos meses, comprovando a não ocorrência de um verdadeiro aprendizado.

Carraher (1986), defende um modelo alternativo, denominado modelo cognitivo, no qual os educadores levantam problemas do cotidiano (questões reais) para que os alunos

¹ Aluna do Curso de Ciências Biológicas (Licenciatura), bolsista do Projeto do Núcleo de Ensino, financiado pela FUNDUNESP.

² Aluna do Curso de Ciências Biológicas (Licenciatura), bolsista do Projeto do Núcleo de Ensino, financiado pela FUNDUNESP.

busquem as soluções. Mesmo que a resposta não seja satisfatória para o professor, não se deve descartar o fato de que o aluno tenha raciocinado para chegar à conclusão. É preciso tentar conhecer como a criança estava pensando (o que a leva a chegar a conclusões diferentes das nossas), como ela está representando as idéias para si.

De acordo com Moreira (1999), muitos modelos de ensino baseiam-se na teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget. Parte-se da perspectiva de que a mente humana tende, permanentemente, a aumentar seu grau de organização interna e de adaptação ao meio. Diante de novas informações ocorrem desequilíbrios e conseqüente reestruturação (acomodação), a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir novo equilíbrio, garantindo um maior grau de desenvolvimento cognitivo. Dessa forma, ensinar (ou, em um sentido mais amplo, educar) significa, pois, provocar o desequilíbrio no organismo (mente) da criança para que ela, procurando o reequilíbrio (equilibração majorante), se reestruture cognitivamente e aprenda (Moreira, 1999).

Outra implicação imediata da teoria de Piaget para o ensino, segundo Moreira (1999), é o fato de que o mesmo deve ser acompanhado de ações e demonstrações e, sempre que possível, deve dar aos alunos a oportunidade de agir (trabalho prático). Segundo Kubli (1979) *apud* Moreira (1999), no entanto, estas ações e demonstrações devem estar sempre integradas à argumentação, ao discurso do professor. Seria uma ilusão acreditar que ações e demonstrações, mesmo realizadas pelos alunos, têm em si mesmas o poder de produzir conhecimento: elas podem gerá-lo somente na medida em que estiverem integradas à argumentação do professor.

Outros aspectos importantes a serem destacados, para que o processo de ensino seja efetivado, são: a existência de problematizações prévias do conteúdo como pontos de partida; a vinculação dos conteúdos ao cotidiano dos alunos; e o estabelecimento de relações interdisciplinares que estimulem o raciocínio exigido para a obtenção de soluções para os questionamentos, fato que efetiva o aprendizado (Carraher, 1986; Fracalanza et al, 1986).

Um contingente significativo de especialistas em ensino das ciências propõe a substituição do verbalismo das aulas expositivas, e da grande maioria dos livros didáticos, por atividades experimentais (Fracalanza et al, 1986); embora outras estratégias de ensino possam adotar idêntico tratamento do conteúdo e alcançar resultados semelhantes, assim como proposto por Carraher (1986) no modelo cognitivo, no qual o ensino e a aprendizagem são vistos como "convites" à exploração e descoberta e o "aprender a pensar" assume maior importância que o simples "aprender informações".

³ Professor de Prática de Ensino de Ciências e Biologia, junto ao Departamento de Educação do Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP.

Segundo Lima et al (1999), a experimentação inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento, a teoria e a prática, ou seja, une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, pautados não apenas pelo conhecimento científico já estabelecido, mas pelos saberes e hipóteses levantadas pelos estudantes, diante de situações desafiadoras.

Além ser um local de aprendizagem, o laboratório é um local de desenvolvimento do aluno como um todo. Segundo Capeletto (1992), existe uma fundamentação psicológica e pedagógica que sustenta a necessidade de proporcionar à criança e ao adolescente a oportunidade de, por um lado, exercitar habilidades como cooperação, concentração, organização, manipulação de equipamentos e, por outro, vivenciar o método científico, entendendo como tal a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, a formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões.

Moraes (1998) assume que existem diferentes perspectivas pelas quais a experimentação pode ser analisada e inicialmente conceitua experimentação como forma de testar algo; ou, em sentido mais amplo, de confirmar hipóteses que se julgam verdadeiras; de demonstrar a veracidade de uma hipótese; de verificar um fenômeno natural; de conhecer ou de avaliar pela experiência.

Uma das perspectivas apontadas é o experimento de caráter demonstrativo, onde as leis, ou seja, as verdades já comprovadas, são apresentadas, o que remete à idéia de existência de verdades absolutas, imutáveis. Outra perspectiva é o experimento com caráter indutivista-empirista cujas leis são obtidas por indução, partindo-se do particular para o geral através de inúmeras observações que devem ser neutras e objetivas e não devem ser influenciadas pelas idéias e pré-conceitos do cientista (observador), já que se assume nessa corrente que o conhecimento se origina no objeto e não na interação deste com o observador. Estas concepções também são apontadas por Arruda e Laburú (1998) como verificacionistas-indutivistas e, segundo eles, formam a base da visão tradicional da ciência e se caracterizam, por um lado, pela comprovação experimental de hipóteses e, por outro, pela observação sistemática da natureza para aquisição de conhecimento. Por último, Moraes (1998) cita o experimento de caráter construtivista, corrente defendida e seguida por vários autores (Arruda & Laburú, 1998; Fracalanza et al, 1986; Lima et al, 1999; Moraes, 1998), cujo princípio se baseia na construção do conhecimento através da interação do sujeito com o meio físico e social, não por imposição do meio nem por forças inatas do sujeito.

A construção de novos conhecimentos deve sempre partir do conhecimento prévio dos alunos, mesmo que intuitivos e derivados, levando-se em consideração que o processo de

aprendizagem implica a desestruturação e conseqüente reformulação dos conhecimentos através do diálogo e reflexão (Moraes, 1998).

A organização dos experimentos em torno de problemas e hipóteses possibilita, por um lado, superar a concepção empirista que entende que o conhecimento se origina unicamente a partir da observação e, por outro lado, relacionar o conteúdo a ser aprendido com os conhecimentos prévios dos alunos. Entretanto, problemas dessa natureza geralmente não se enquadram bem em disciplinas específicas, exigindo uma abordagem interdisciplinar. Isto nos leva a uma outra característica das experimentações construtivistas que é o envolvimento de várias disciplinas ao mesmo tempo, sendo possível demonstrar para os alunos que todas elas estão interligadas (Moraes, 1998).

As aulas de laboratório podem, assim, funcionar como um contraponto das aulas teóricas, como um poderoso catalisador no processo de aquisição de novos conhecimentos, pois a vivência de uma certa experiência facilita a fixação do conteúdo a ela relacionado, descartando-se a idéia de que as atividades experimentais devem servir somente para a ilustração da teoria (Capeletto, 1992). Essa concepção de aula prática com caráter meramente ilustrativo materializa-se numa seqüência de procedimentos em que o professor, depois de expor e apresentar uma “teoria”, conduz seus alunos ao laboratório, para que eles possam “confirmar” na prática a verdade daquilo que lhes foi ensinado, limitando ao ensino experimental o papel de um recurso auxiliar, capaz de assegurar uma transmissão eficaz de conhecimento científico (Lima et al, 1999), o que segue a perspectiva verificacionista/demonstrativista citada por Arruda e Laburú (1998) e Moraes (1998).

A idéia de uma postura experimental está ligada à exploração do novo e à incerteza de se alcançar o sucesso nos resultados da pesquisa e também às idéias de ação e de contato com o fenômeno estudado e é comumente considerada como sinônimo de método científico (Fracalanza et al, 1986), e não deve ser confundida com o conjunto de objetivos e métodos do ensino de Ciências Naturais. Do ponto de vista dos autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o simples fazer não significa necessariamente construir conhecimento e aprender ciência (Brasil, 1998).

O laboratório no ensino de Ciências e Biologia

As atividades práticas não devem se limitar a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, sendo fundamental que se garanta o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. O planejamento das atividades práticas deve ser acompanhado por uma profunda reflexão não apenas sobre sua

pertinência pedagógica, como também sobre os riscos reais ou potenciais à integridade física dos estudantes. (Brasil, 1998)

Para Capelleto (1992), permitir que o próprio aluno raciocine e realize as diversas etapas da investigação científica (incluindo, até onde for possível, a descoberta) é a finalidade primordial de uma aula de laboratório. Daí a importância da problematização, que é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações. Quando o professor ouve os estudantes, sabe quais suas interpretações e como podem ser instigados a olhar de outro modo para o objeto em estudo (Brasil, 1998).

Ao redigir um roteiro de aula prática, todas as instruções devem ser muito precisas e explícitas, de modo que cada grupo de alunos possa trabalhar seguindo seu próprio ritmo, sem solicitar constantemente a presença do professor. Deve-se intercalar a seqüência de ações e observações com questões para discussão, de modo que os alunos registrem suas observações e conclusões à medida que a atividade se desenvolve (Capeletto, 1992).

Mesmo em aulas práticas demonstrativas, devido às condições adversas, como falta de tempo, falta de materiais necessários ou devido ao grande número de alunos, é possível seguir o modelo alternativo de ensino desde que o professor solicite que os estudantes apresentem expectativas de resultados, expliquem aqueles obtidos e os comparem aos esperados, sempre orientando discussões e levantando problemas.

Para que as aulas de laboratório se tornem mais interessantes, é importante uma ambientalização do laboratório com plantas, peixes e invertebrados, para que os alunos tenham contato direto com os seres vivos. Além disso, outro aspecto importante de um laboratório é que não pode ser silencioso como uma biblioteca, uma vez que vários grupos de alunos estarão trabalhando ao mesmo tempo, cada um em seu ritmo. Mas deve-se evitar o excesso de barulho e limitar o trânsito de pessoas ao mínimo necessário. Mesmo que exista um técnico de laboratório encarregado de preparar e guardar o material das aulas, é importante que o próprio grupo de alunos, ao terminar suas atividades, deixe tudo como foi encontrado (Capeletto, 1992).

Para a realização de práticas de laboratório, não são necessários aparelhos e equipamentos caros e sofisticados. Na falta deles, é possível, de acordo com a realidade de cada escola, o professor realize adaptações nas suas aulas práticas a partir do material existente e, ainda, utilize materiais de baixo custo e de fácil acesso (Capeletto, 1992).

2. DESENVOLVIMENTO

Este trabalho foi realizado junto a E. E. Prof. José Pedretti Neto, localizada no município de Botucatu – SP. Após contatos com a direção da escola, procuramos as professoras de Ciências e Biologia, com quem trabalharíamos na aplicação das atividades práticas, discutimos sobre as atividades experimentais de laboratório e recebemos o horário das aulas para que pudéssemos nos organizar.

Estabelecido o contato com as professoras, o procedimento seguinte foi a realização de um levantamento do material de laboratório lá existente, era utilizado como sala de aula comum, para que pudéssemos preparar as aulas conforme a disponibilidade da própria escola, a fim de demonstrarmos que, com materiais simples, é possível a realização de aulas práticas.

Planejamento das atividades práticas

Fomos à escola novamente para conversarmos com as professoras sobre quais os assuntos que seriam trabalhados no 3º e 4º bimestres, para que pudéssemos preparar as atividades práticas adequadas aos conteúdos que estivessem sendo abordados, de forma a facilitar o entendimento por parte dos alunos.

Todas as atividades práticas aplicadas foram selecionadas e adaptadas à realidade da escola, seguindo um padrão básico que tinha como objetivo o desenvolvimento cognitivo dos alunos, estreitando a relação entre o que é aprendido na escola e o que é observado no cotidiano.

Para tanto, foram consultados livros didáticos e paradidáticos com a finalidade de posterior adaptação, de modo a obter roteiros de experimentos onde o aluno representaria muito mais do que um simples manipulador de materiais a partir de uma receita. Os roteiros foram alterados de acordo com a série, as condições da escola e de forma a estimular ao máximo o raciocínio dos alunos para que fugisse da tradicional “receita de bolo”. As atividades selecionadas eram testadas para que fosse possível detectar antecipadamente os problemas que pudessem vir a ocorrer em sala de aula e também para verificação do tempo, para não exceder o período concedido para a atividade.

Procurou-se seguir nesse trabalho uma proposta de ensino voltada para o raciocínio, para o aprender a pensar, estimulando a curiosidade e percepção dos alunos através da simulação dos fenômenos naturais em forma de experimentos, descartando a existência de verdades absolutas, utilizando os “erros” como forma.

Realização das atividades práticas

As atividades foram desenvolvidas nas disciplinas de Ciências e Biologia, com a presença das professoras em suas respectivas classes.

Os alunos, nas diferentes classes em que as atividades foram realizadas, foram organizados em grupos por afinidade e de acordo com o número de presentes e de material disponível, para que todos pudessem participar sem muita dispersão. Como as classes possuíam, em média, 40 alunos, a configuração que geralmente se observava era de 6 grupos de 6 a 7 alunos, que juntavam as carteiras, já que não havia bancadas, e se distribuíam de forma a facilitar nossa circulação na sala de aula.

Nós chegávamos alguns minutos antes e preparávamos o material. Para a realização das aulas práticas, procuramos seguir três etapas distintas: o início, o desenvolvimento e a discussão.

No início, conversávamos com os alunos para informá-los sobre o assunto que seria trabalhado e para levantarmos as possíveis concepções que os mesmos possuíam a respeito do mesmo.

Para o desenvolvimento, pedíamos que se dividissem em grupos. Distribuíamos o material para os alunos e esperávamos alguns minutos para que lessem o roteiro. Depois circulávamos na sala, para tirarmos as dúvidas de cada grupo. Quando a dúvida era igual para todos os alunos, explicávamos para a sala inteira.

Durante as discussões, comparávamos muito o experimento realizado com o cotidiano dos alunos, para que eles assimilassem mais facilmente e principalmente para que relacionassem a atividade com seu dia-a-dia. Após a realização da atividade, pedíamos aos alunos para que respondessem o questionário do roteiro do aluno ou entregassem um relatório.

O roteiro era recolhido após os alunos terem respondido todas as questões. Nas primeiras aulas, verificamos que os alunos perdiam muito tempo para responder os questionários e com isso reservamos um tempo maior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro abaixo, apresentamos o número total de atividades práticas realizadas, as respectivas séries em que ocorreram, bem como o tema das mesmas:

Aula	Série	Tema	Nº de aulas	Data
1	7ª A	Fotossíntese	2	12/09/02
2	7ª C	Fotossíntese	1	12/09/02
3	6ª C	Ossos/Locomoção	1	12/09/02
4	5ª B	Água	1	30/09/02
5	8ª D	Eletricidade	1	03/10/02
6	3ª A e 3ª B	Plantas (estruturas vegetativas)	1	17/10/02
7	3ª A e 3ª B	Adaptações das estruturas vegetativas	1	31/10/02
8	6ª A	Respiração	1	18/11/02
9	5ª B	Decomposição e Lixo	2	18/11/02
10	5ª A	Ar e Solo	2	03/12/02
11	7ª	Visão	1	05/12/02
12*	8ª D e 8ª B	Densidades e Misturas		05/12/02 (não aplicada)

Quadro 01

Atividades práticas realizadas durante o projeto, com as respectivas séries, os temas, números de aulas utilizadas e as datas de realização.

Como as aulas foram divididas em etapas (início, desenvolvimento e discussão), selecionamos momentos considerados mais significativos de todas as aulas, de acordo com tal divisão:

♣ Início:

As introduções realizadas nas aulas da 7ª série (Fotossíntese) e do 3º colegial (Plantas) transcorreram muito bem. Os alunos estavam empolgados com a novidade da atividade prática. Eles estavam participando da introdução escutando atentamente, respondendo e realizando perguntas.

♣ Desenvolvimento:

As atividades realizadas na 5ª série B (Água), na 5ª série A (Ar e Solo), na 6ª série (Ossos e Locomoção), na 7ª série (Visão), na 8ª série (Eletricidade) e no 3º colegial (Adaptações das Estruturas Vegetativas), a realização do experimento foi o momento em que ocorreu a maior interação entre nós e os alunos, pois era o momento em que circulávamos pela sala e nos aproximávamos mais dos alunos, dando a oportunidade aos alunos de tirarem suas dúvidas,

questionando e entendendo. Todos os alunos tinham a oportunidade de questionarem, desde os mais tímidos aos mais agitados, pois tínhamos a preocupação de atendermos todos os alunos da mesma forma e com isso fazendo com que todos saíssem da sala com uma informação a mais. Para que os alunos entendessem melhor o experimento, relacionávamos este com as atividades do seu cotidiano e com algo já observado por eles, como o funcionamento de uma tomada relacionada com o conteúdo de Eletricidade da aula da 8ª a série.

♣ Discussões:

Na aula sobre Decomposição e Lixo, realizada com a 5ª série, os alunos reciclaram o material de uso doméstico a ser descartado, utilizando muito criatividade. Este fechamento não foi como o padrão descrito acima, mas foi um modo de fechamento também.

Na aula sobre Ossos e Locomoção realizada na 7ª série, o fechamento foi realizado pelos próprios alunos. Cada grupo explicava para os outros grupos o seu experimento, pois nem todos os grupos realizaram o mesmo experimento.

Além dos pontos positivos, que foram muitos, também ocorreram alguns pontos negativos em que os alunos estavam envolvidos com atividades da própria escola, como o ocorrido com a 6ª série na aula sobre Respiração (preparação da escola para um evento), com o 3º colegial, na aula sobre Plantas (viagem para um parque).

Já na aula sobre Fotossíntese (7ª série), os alunos tiveram que aguardar muito para observar o fenômeno e, com isso, acabaram se dispersando. Tentamos contornar o problema realizando a síntese da experiência no fechamento da aula.

Com a 6ª série, na aula sobre Ossos e Locomoção, apesar dos experimentos terem sido testados, um dos três experimentos não deu certo. Apesar do problema, tentamos contorná-lo, perguntando o porquê de ter dado errado e depois discutimos as respostas dadas.

Outro problema ocorreu com a aula sobre Decomposição e Lixo (5ª série), em que os alunos não estavam prestando atenção na introdução, por ter ser muito extensa, e também pelo fato de termos mostrados o material de reciclagem antes da introdução, o que os deixou ansiosos e dispersos.

Com este trabalho, foi possível observar e vivenciar as principais dificuldades encontradas no ensino público, principalmente com relação à realização de atividades experimentais de qualidade. Apesar das precárias condições apresentadas pela maioria das escolas com relação a materiais e espaço para atividades de laboratório, foi verificado que é possível contornar todos os problemas ou sua maioria, com um pouco de esforço e com a

adaptação de ambientes e utilização de materiais simples com baixo custo, proporcionando assim, um aprendizado mais eficiente e mais motivador que as tradicionais aulas meramente expositivas.

Foi observada uma grande falta de familiaridade por parte dos alunos com relação ao tipo de atividade realizada através deste trabalho, o que reflete a baixa frequência de aulas diferenciadas do padrão aula teórico-expositiva. A maioria dos alunos demonstrou costume em obter respostas prontas, sem raciocínio e sem questionamentos, fato que pode limitar a capacidade cognitiva dos mesmos.

Grande interesse e motivação pelas atividades de laboratório foram demonstrados pelos alunos que denotavam sempre grande agitação diante da idéia de participar de uma atividade diferente e, muitos após o término da mesma, perguntavam quando retornaríamos, pois, segundo eles, estavam cansados de aulas teóricas.

Alguns alunos, segundo as professoras, que tinham dificuldade de entendimento da matéria e problemas com excesso de barulho nas aulas demonstraram-se muito interessados: realizando perguntas e tentando entender o experimento.

Mesmo tentando evitar os erros, fazendo testes antes de suas aplicações, não foi possível evitar todos os problemas. O mais interessante é que na maioria das vezes pudemos trabalhar em cima dos erros e com isso verificamos que se pode tirar proveito até mesmo dos erros.

Em outros experimentos, não ocorreram imprevistos, mas a aula não foi muito proveitosa, pois não depende apenas do esforço de um dos lados; se os alunos não estiverem interessados, o resultado não será cem por cento. Para que haja proveito, os alunos e o(a) professor(a) têm que estar motivados.

4. CONCLUSÃO

Sabemos que aula de laboratório ideal é difícil de acontecer, pois depende de muitas pessoas (professor e alunos) e elas têm que estar motivadas (professor animado para aplicação das atividades e os alunos com vontade de aprender). Além da motivação, as aulas de laboratório inicialmente necessitam de preparo das atividades experimentais (leitura para encontrar a atividade que melhor se encaixe à aula e teste das mesmas), estudo por parte do professor (para que possa tirar as dúvidas dos alunos).

Após todos estes cuidados, chegando o momento de sua aplicação, a aula de laboratório ideal necessita de uma introdução que situe e estimule (realizando perguntas) os alunos sobre o assunto que será tratado durante a atividade, mas a introdução não pode se estender muito, pois os alunos acabam se desinteressando.

A montagem do experimento tem que ser simples, para que os alunos possam realizar a montagem sozinhos, com a ajuda de um roteiro. O professor deve circular pela sala de aula, para que os alunos tenham uma melhor acessibilidade a ele. A função do professor, durante a realização das atividades, é ajudar os alunos no entendimento do experimento, realizando comparações entre o experimento, e as atividades e objetos que fazem parte do cotidiano dos alunos para facilitar a compreensão.

A duração da atividade também é muito importante, pois se necessitar de muito tempo para sua realização, os alunos podem acabar perdendo o interesse.

Alguns minutos antes do término da aula é importante a realização do fechamento, para que os alunos possam responder as perguntas do início da aula que não foram respondidas, com isso, dando a oportunidade da organização das informações pelos alunos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de Ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de Ciências*. Escrituras Editora, 1998. p. 53-60.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAPELETTO, A. *Biologia e Educação ambiental: Roteiros de trabalho*. Editora Ática, 1992. p. 224.

FRACALANZA, H. et al. *O Ensino de Ciências no 1º grau*. São Paulo: Atual. 1986. p.124.

LIMA, M.E.C.C.; JÚNIOR, O.G.A.; BRAGA, S.A.M. *Aprender ciências – um mundo de materiais*. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 1999. 78p.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: O caso do ensino de ciências. In: BORGES, R. M. R.; MORAES, R. (Org.) *Educação em Ciências nas séries iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzzato. 1998. p. 29-45.

MOREIRA, M.A. A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget. In: MOREIRA, M.A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU. 199. p.95-107.