

Estudo de conceitos físicos no ensino fundamental: Atividades experimentais e modelagem matemática

CLECI WERNER DA ROSA
ÁLVARO BECKER DA ROSA
LUIZ MARCELO DARROZ CARLOS
ARIEL SAMUDIO PEREZ

Curso de Física, Universidade de Passo Fundo, Brasil

1. Introdução

A educação escolar apresenta em sua estrutura um caráter de socialização, de cultivo da racionalidade e de busca do sentido das práticas e ideias. Promove o desenvolvimento na medida em que promove a atitude mental construtiva do aluno, sendo responsável por transformá-lo em uma pessoa única, irrepetível, no contexto de um grupo social determinado. A aprendizagem nesse ambiente tem a função de contribuir para o desenvolvimento do aluno, entendendo que aprender não é copiar ou reproduzir a realidade, senão construir um significado próprio e pessoal para o objeto de conhecimento. (Coll *et al.*, 2004).

Dessa forma, as práticas pedagógicas necessitam considerar que o aluno busca no contexto escolar responder às indagações impostas pelo mundo vivido por ele; necessita igualmente considerar que é por meio das ações do sujeito sobre os objetos que ele constrói suas próprias estruturas mentais e organiza seu mundo. O professor, nessa perspectiva, assume o papel de mediador das ações do aluno, provocando intervenções que permitam um movimento do pensamento, que vai da ação à conceitualização. (Matui, 1995). Um movimento que ative as estruturas mentais para além do desenvolvimento cognitivo, considerando o desenvolvimento do aluno em sua totalidade, incluindo aspectos relacionados às capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social, de relação interpessoal e motora. (Coll *et al.*, 2004)

A compreensão do caráter ativo e dinâmico do processo ensino-aprendizagem apresenta suas raízes fundamentadas na concepção de que o conhecimento e, portanto, a aprendizagem, não está nem no objeto, nem no sujeito, mas na interação entre eles. Tais pressupostos apontam na perspectiva da concepção construtivista, segundo a qual, sujeito e objeto não são estruturas separadas, senão uma só estrutura pela interação recíproca que se estabelece entre as duas partes. Nem sujeito, nem objeto existem, sem que o outro exista. A interação como elemento norteador do processo ensino-aprendizagem, evidenciando que o aluno precisa ser considerado como sujeito histórico e inserido em uma cultura e que o conhecimento advém dessa mesma cultural, com seus referenciais históricos.

A aprendizagem na perspectiva construtivista atribui um papel significativo à autonomia e à iniciativa do aluno, remetendo ao professor a tarefa de criar mecanismos favorecedores para que isso ocorra. Segundo Matui (1995), as atividades propostas numa perspectiva construtivista, apresentam características diferentes das realizadas na concepção tradicional de ensino, apresentando como

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

ISSN: 1681-5653

n.º 63/2 – 15/11/13

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)

características a contextualização do saber e a necessidade de partir da realidade. Para o autor, no caso da alfabetização e do ensino da língua portuguesa, as atividades devem se basear nas funções sociais da escrita e da leitura e no patrimônio cultural da infância; e, no caso das ciências e demais componentes curriculares, as atividades devem partir de algum problema social que essas ciências possam resolver. (p.194)

Bandura, mencionado por Bertrand (2001), é um dos representantes da pedagogia construtivista, cujos estudos estão apoiados na proposição de uma aprendizagem dentro de um contexto social, construtivista. Para ele a aprendizagem é essencialmente uma atividade de processamento de informações, permitindo que condutas e eventos ambientais sejam transformados em representações simbólicas que servem como guias de ação. O autor menciona a importância dos modelos como elemento de consecução de um ensino e de uma aprendizagem de ciências e de matemática em sintonia com um paradigma construtivista, (interacionista e contextualizador), evidenciando que, para isso, será necessário representar ou interpretar determinada situação ou evento, através da emissão de hipóteses explicativas e da respectiva verificação ou validação.

Pinheiro (2001) menciona que se desejarmos que o aluno alcance uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos é preciso que esses alunos passem a dispor dos elementos necessários para a construção desses conceitos. Como exemplo desses elementos necessários para a construção do conhecimento, a autora menciona o domínio dos modelos matemáticos em contextos que proporcionem a compreensão de que, por meio deles, o conhecimento científico é estruturado e comunicado.

A partir dos pressupostos explicitados acima, emerge a necessidade de promover situações didáticas nas quais os estudantes, por meio de suas condutas, possam criar e recriar seus modelos da realidade. Situações didáticas, nas quais lhes seja permitido resgatar suas experiências vivenciadas, refletindo sobre elas, ao mesmo tempo em que lhes seja conferida certa autonomia na condução do seu próprio processo de aprendizagem.

Na busca por tornar tais ideias factíveis dentro do contexto de sala de aula, elaboraram-se atividades didáticas nas quais se busca discutir conceitos e fenômenos físicos com estudantes da 4ª série (5.º ano) do ensino fundamental, de modo a explorar a participação ativa e dinâmica desses estudantes, envolvendo o processo de modelização matemática. O objetivo dessas atividades voltava-se para a discussão das relações matemáticas entre os variáveis presentes no estudo da velocidade e, no segundo caso, no estudo das alavancas.

O presente texto tem a pretensão de relatar de forma simplificada as atividades desenvolvidas na forma de pesquisa, iniciando com uma reflexão sobre o papel dos modelos na Ciência e, por consequência, no ensino de ciências.

2. Os modelos na Ciência e no ensino de ciências

Segundo Kneller (1980), apesar do amplo leque de definições encontradas na literatura para o termo modelo, os mais frequentes, e que acabam ganhando a conotação de modelo, podem ser classificados como: representacionais, imaginários e teóricos. Para a Ciência, os modelos teóricos são os

mais importantes, pois são definidos como um conjunto de pressupostos que buscam explicitar um objeto ou um sistema. No caso dos modelos físicos, trata-se de modelos matemáticos que expressam as propriedades que o caracterizam. De acordo com o mesmo autor, na construção de modelos e teorias, a matemática é utilizada de três maneiras: na construção de um formalismo para ser interpretado fisicamente; na busca, entre as funções matemáticas, de uma que responda a uma determinada ideia ou hipótese física; ou, ainda, pode ser utilizada de forma a permitir que o cientista faça deduções sobre as consequências de uma teoria.

Para Bunge, citado por Pietrocola (2001), um modelo teórico é entendido como um sistema hipotético-dedutivo que é válido para um determinado objeto-modelo. Assim, o modelo é parcial, uma vez que a observação, a razão e a intuição são elementos do trabalho científico, não permitindo, por si mesmo, o conhecimento real.

No ensino de ciências a modelização apresenta uma particular importância, uma vez que a própria ciência está apoiada em modelos. Gilbert e Boulter (1998) apontam que os modelos constituem uma parte fundamental nas narrativas do ensino de ciências, evidenciando que seu grande valor está na possibilidade de visualização, ou de uma maior facilidade de visualização de uma ideia, de objetos, eventos, processo ou sistemas que são complexos ou que estão em escalas diferentes daquelas que são percebidas.

Segundo os mesmos autores, um modelo pode ser defendido como uma representação de uma ideia, de um objeto, um evento, um processo ou um sistema. Um modelo pode ser entendido como um intermediário entre as abstrações da teoria e as ações concretas da experimentação; podendo ajudar a fazer previsões, guiar a pesquisa, resumir dados, justificar resultados e facilitar a comunicação (Gilbert e Boulter, 1998).

Segundo Levy e Espírito Santo (2006), a modelização é um mecanismo de pesquisa compatível com o método experimental, uma vez que ambos guardam entre si uma relação estreita no referente a suas proposições, com destaque para a formulação de hipóteses e sua validação. A experimentação é entendida como um conjunto de procedimentos estabelecidos para verificar hipóteses. O objetivo é identificar a relação supostamente existente e de que forma as variáveis estão relacionadas entre si. A modelização, por sua vez, busca representar um fenômeno ou evento, através da emissão de hipóteses explicativas e da sua respectiva verificação ou validação.

A modelização matemática no ensino de Física é evidenciada por Pinho Alves (2000), ao mencionar que "Quando uma explicação oferecida pelo professor não se fizer bastante clara para a compreensão de certo saber, fundamentado nas possíveis relações causais do evento físico com o objetivo de construir um modelo, o processo de modelização possibilitará a sua elaboração, facilitando sua compreensão e aquisição." (p. 277-278). O autor refere-se à realização de atividades experimentais no ensino de Física e aponta que, mesmo dentro de uma proposta de laboratório didático construtivista, a modelização desempenha papel importante.

Pinheiro (1996) compartilha a tese relativa à importância da modelização no ensino de Física, mencionando que "as atividades experimentais podem funcionar como situações em que os alunos atuem como modelizadores e que, desse modo, compreendam a utilidade relativa dos modelos."(p. 99).

3. Metodologia da pesquisa

O objetivo da pesquisa é investigar a viabilidade de atividades experimentais de conhecimento físico de modo a explorar a modelização matemática, com estudantes das séries/anos iniciais, via experimentação. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, cujo processo de coleta de dados decorre de dois instrumentos: relatórios escritos pelos estudantes e observação.

A coleta do material por meio dos registros escritos decorrentes das observações diretas e dos relatórios possibilitou identificar a possibilidade e a validade da utilização de atividades experimentais para estabelecer relações de modelização matemática com os estudantes das séries iniciais. Além disso, foi possível identificar aspectos relacionados à motivação para aprender e para buscar o conhecimento quando esse se encontra vinculado a situações do cotidiano dos estudantes.

4. Relato da situação didática, envolvendo modelização matemática

A modelização utilizada nas situações descritas refere-se a uma possibilidade de dar significado às grandezas físicas envolvidas na definição do conceito de velocidade e no conceito de momento de uma força. Acredita-se que os estudantes, ao realizarem seus estudos, partindo de situações vivenciais, tenham maiores possibilidades de estabelecer de forma significativa as relações matemáticas necessárias para a compreensão do significado de conceitos e de fenômenos físicos.

A amostra que participou da pesquisa está constituída por vinte estudantes na faixa etária entre 9 e 11 anos, sendo doze do sexo masculino e oito do sexo feminino, pertencentes à quarta série (quinto ano) do ensino fundamental de uma escola estadual do município de Passo Fundo/RS.

As atividades foram incluídas na programação do ano letivo da disciplina de Ciências, e aplicadas em três momentos (três dias, com duração de dois períodos cada encontro) distintos pela equipe executora da pesquisa: inicialmente, realizaram-se em sala de aula atividades para discussões envolvendo o em sala de aula destacando os conhecimentos físicos envolvidos, bem como a relação matemática a ser explorada na atividade. Posteriormente, realizaram-se os dois encontros para a realização das duas atividades experimentais.

O primeiro encontro foi iniciado pela apresentação dos dois temas de estudo (velocidade e alavancas) na forma de pré-teoria, a partir do qual se possibilitou que os estudantes explanassem situações vivenciadas que lhes permitissem identificar em suas estruturas de pensamento os conteúdos. Para orientar as discussões depois da pré-teoria, foram apresentados alguns questionamentos para guiar as explicações dos alunos: qual a velocidade média permitida nas estradas brasileiras? Seu pai costuma respeitar este limite de velocidade? Qual o significado desse limite de velocidade? Está correta uma placa que indica a velocidade de oitenta quilômetros? Você sabe quantos metros você consegue correr em um minuto? Em uma porta, se a fechadura fosse colocada no meio da porta, seria mais fácil ou mais difícil de abrir? Você prefere abrir uma porta que tem uma maçaneta do tipo bolinha ou do tipo alça? Em uma gangorra, quando um colega seu mais pesado que você senta na outra extremidade é fácil ou difícil levantá-lo? E se ele se sentar mais perto do meio da gangorra?

Estas entre outras questões foram lançadas para os estudantes como forma de resgatar seus conhecimentos e ativá-los. É importante destacar que as questões foram lançadas sem necessidade de respostas, pois o objetivo era que as atividades experimentais possibilitassem a construção de algumas respostas. Esta visão de que cada pergunta tem uma resposta imediata e única, advém do próprio processo formativo e que os professores acabam por perpetuar em sua prática pedagógica desde os primeiros momentos em que as crianças chegam à escola. Situação difícil de ser alterada, mas que se faz necessário, pois o ambiente escolar é algo mais que um repositório de conhecimentos: é um espaço de confronto de ideias, de formulação de argumentos e questionamentos, que permitirão aos estudantes a constante reformulação e reconstrução do conhecimento. (Rosa *et al.*, 2007)

No segundo encontro, foi realizada a primeira atividade experimental vinculada ao estudo da velocidade e, no terceiro encontro, realizou-se a atividade sobre momento de uma força – alavancas. A descrição desses encontros vem a seguir.

4.1 Atividade 1: Estudo sobre o movimento da bolha de ar

A atividade iniciou-se com a pesquisadora propondo à turma as orientações sobre a atividade experimental a ser realizada. Foi apresentada a atividade experimental, seu objetivo, equipamentos e materiais necessários para o seu desenvolvimento e discutiu-se, detalhadamente, o procedimento a ser realizado. Neste sentido, chamou-se a atenção do grupo para o significado de se realizar uma atividade em grupo, de como organizá-la para que cada um tivesse sua tarefa e para que, ao final, o resultado representasse o esforço de todos. Nesta primeira atividade, particularmente, a coleta de dados exigiu tarefas simultâneas, surgindo a necessidade de se explicar em detalhes como fazer. A seguir, a turma foi dividida em pequenos grupos de trabalho (cinco grupos de quatro), sendo distribuído um equipamento para cada grupo.

O equipamento didático foi devidamente preparado e organizado pela equipe executora da pesquisa, estando constituído por: cronômetro; lâmpada fluorescente (40w) de 119 cm de comprimento (adaptada para o estudo) e borracha para inclinação da lâmpada. A lâmpada foi limpa com areia e preenchida com água, deixando uma pequena bolha de ar para representar o móvel se deslocando na trajetória retilínea. No vidro transparente da lâmpada, foi anexada uma escala em milímetro com marcações em centímetros (0 – 100).

Para o desenvolvimento da atividade experimental, cada membro do grupo tinha uma função definida, que deveria ser executada de forma simultânea, permitindo coletar os dados necessários para o estudo. Assim, um aluno era responsável pelo uso do cronômetro, assinalando a cada três segundos; outro, pela leitura das posições, obtida a cada três segundos de movimento; um terceiro aluno deveria registrar tudo e o quarto, acompanhar todo o procedimento para verificar possíveis incoerências ou dificuldades na operação.

O objetivo da atividade era tomar a posição de um móvel (bolha de ar) a cada três segundos, de modo a verificar a distância percorrida por este móvel. Ao final, deveria ser calculada a velocidade, analisando a relação entre os tempos e as distâncias percorridas. A discussão centrava-se na verificação da relação de proporcionalidade existente entre tempo e distância em um deslocamento de velocidade constante. Logicamente, o tema velocidade e velocidade constante já haviam sido discutidos com os

estudantes, entretanto, a atividade possibilitou retomar a questão do que significa ser constante e, ao mesmo tempo, abriu espaço para iniciar uma discussão sobre o “quase constante” dessa velocidade, uma vez que ela sofria algumas variações no seu percurso (relação teoria x prática). Tal situação prejudicou o objetivo inicial de verificar a proporcionalidade entre as grandezas, mas possibilitou verificar que à medida que o tempo aumenta a distância também aumenta; ou seja, conforme relatado por um dos grupos: *quanto mais tempo mais longe a bolha vai*.

4.2 Atividade 2: Estudo sobre o funcionamento da alavanca

A atividade foi desenvolvida no pátio da escola, mais especificamente, no parque de diversão, no qual havia seis gangorras. Os vinte estudantes foram divididos em quatro grupos de três alunos e dois de quatro. Logo após a divisão dos grupos, foi feita a explanação pela pesquisadora sobre a atividade experimental a ser realizada, procedendo-se, a seguir, à sua execução. A atividade experimental estava vinculada ao estudo do equilíbrio dos corpos em um dispositivo chamado de alavanca. Assim, estudantes de pesos diferentes, posicionados em extremidades opostas da gangorra, buscavam a posição de equilíbrio. Para a realização desta atividade foi utilizada, além da gangorra, uma balança de mola (tipo de banheiro).

É importante destacar que, inicialmente, foi necessário esclarecer a relação entre peso e massa, uma vez que eles trabalhariam com essa balança de mola para obter os pesos de cada elemento do grupo e esse valor seria o peso suspenso na alavanca. A partir desse esclarecimento, iniciou-se a atividade de acordo com o seguinte procedimento: em cada grupo um aluno era considerado o fixo que ocupava lugar em um dos lados da gangorra, de modo a não variar sua posição em relação ao ponto de apoio (de preferência o aluno de menor peso). A seguir, os demais estudantes se alternavam na outra extremidade da gangorra, de modo a buscar o equilíbrio. Para atingir este equilíbrio era necessário que os estudantes assumissem posições diferentes das indicadas pelo acento da gangorra, percebendo que para cada um a posição sofria alteração. De posse dos pesos de cada um dos estudantes e da medida da distância do centro da gangorra (ponto de apoio) até o local em que sentaram para obter o equilíbrio, cada grupo preencheu uma tabela com os valores obtidos na atividade, permitindo discutir a relação entre as grandezas envolvidas.

Nessa atividade os alunos novamente não atingiram o propósito de observar o fator de proporcionalidade entre as grandezas, mas, por outro lado, visualizaram a relação inversa entre as grandezas, isto é, observaram que à medida que o peso do colega vai se tornando maior, a distância necessária para manter o equilíbrio vai diminuindo. Por meio dessa situação foi possível exemplificar aos estudantes outros dispositivos que funcionam baseados nessa mesma relação inversa entre força e distância ao ponto de apoio, como é o caso do quebra-nozes, da tesoura, do cortador de unha, do furador de papel, do martelo, da fechadura, da porta, etc.

5. Discussão dos resultados

A validade das duas atividades experimentais realizadas parece ser inegável para o processo de formação dos estudantes, mesmo considerando que são estudantes das séries iniciais. A realização de atividades experimentais que primam pela participação ativa (física e intelectualmente) dos estudantes,

envolvendo situações vivenciadas por eles, mostrou-se como a chave do sucesso, revelando-se como motivadora para a aprendizagem.

A metodologia utilizada no desenvolvimento das atividades propostas demonstrou que a criança é movida por sua curiosidade e pelo desejo de conhecer. Ao investigar a participação e o envolvimento dos estudantes, percebeu-se que a cada atividade realizada e discutida, as crianças se mostravam dinâmicas e eufóricas, causando momentos de difícil controle, situação normal tratando-se de crianças na faixa etária envolvida. A participação ativa era caracterizada não apenas pelo manuseio dos equipamentos, mas também no momento em que a criança se sentia ativa mentalmente, pois ela era instigada a refletir, discutir e propor alternativas às situações apresentadas. Conforme Rangel (2002) ser ativo não representa estar sempre envolvendo os sentidos na busca pelo conhecimento, mas estar ativamente em contato com esse conhecimento seja na forma de pensamento, de hipóteses ou mesmo revendo certezas.

A modelização mostrou-se viável neste nível de escolarização, sendo, pois, favorecida pela utilização de materiais concretos e pela proximidade com as situações vivenciadas pelos estudantes. O estabelecimento de relações matemáticas de proporcionalidade direta e inversa foi facilmente identificado pelos estudantes, bem como a identificação da necessidade de uma divisão na primeira atividade e de multiplicação na segunda. Evidentemente, na primeira situação foi mais difícil chegar ao quociente da divisão do que na segunda atividade, a qual envolvia produto entre grandezas. Situação decorrente do nível de escolarização, no qual a divisão ainda apresenta-se como situação de dificuldade para muitos estudantes, principalmente tratando-se de números reais e não apenas de números naturais.

As atividades também permitiram identificar o envolvimento da criança com o conhecimento a ser abordado, uma vez que elas se mostravam dispostas e inquietas sempre que algo estava por acontecer, direcionando sua atenção para as atividades em desenvolvimento. O envolvimento das crianças pôde ser identificado em diferentes momentos da atividade, desde a primeira etapa com os diálogos estabelecidos para o resgate dos conhecimentos iniciais, assim como no desenvolvimento das atividades experimentais. A busca dos estudantes por espaços para falar, relatar seus conhecimentos, suas hipóteses sobre determinada situação era prova de que estavam envolvidos com a atividade. A mesma situação foi observada no momento em que deveriam compartilhar seus resultados com o grande grupo. Foi difícil encontrar espaços para que as muitas ideias e concepções fossem expostas pelos estudantes ao grupo, demonstrando que as crianças estavam suficientemente envolvidas com o objeto do conhecimento e com a atividade em si.

6. Considerações finais

O que este relato de caso procura colocar é que duas ideias parecem convergir: por um lado, a necessidade de atribuir sentido e construir significados ao ensino de Física, que demanda situações didáticas que busquem relações com as situações vivenciadas pelos estudantes; por outro lado, a importância de se discutir, dentro da Física, o processo de modelização como elemento presente e necessário para a compreensão dos fenômenos e conceitos dessa ciência.

No caso específico do ensino de Ciências na 4ª série, é preciso deixar claro a necessidade de que ele ocorra de modo a promover uma aprendizagem que propicie o contato do aluno com o seu mundo, mas, ao mesmo tempo, é necessário que ele identifique o modo de produção dessa ciência. Ou seja, o

processo de modelização faz parte da produção da ciência e, portanto, precisa ser discutido com os estudantes, ainda que seja na sua forma mais simples, de acordo com o nível cognitivo em que esses estudantes se encontrem.

A simples atividade de construção de modelos, no caso do estabelecimento de relações entre grandezas, não é capaz por si só de produzir aprendizagem, uma vez que esse trabalho também precisa estar contextualizado. Assim, ao associar atividades que instiguem os estudantes a participarem de modo ativo e dinâmico, como é o caso das atividades experimentais, o estudo da modelização proporciona situações nas quais os estudantes devem buscar modelos explicativos para os eventos observados. Essa busca pelas explicações permitirá construir o conhecimento, objeto maior do processo ensino-aprendizagem. Em particular, no ensino de Física, desde as séries iniciais, passa a ser fundamental mostrar aos alunos que o conhecimento físico é construído por meio de modelos.

Referências

- Bertrand, Y. (2001). *Teorias contemporâneas da educação*. 2ª ed. Montreal: Éditions Nouvelles.
- Carvalho, A. M. P. et al. (1998). *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione.
- Coll, C. et al. (2004). *O construtivismo em sala de aula*. 6 ed. São Paulo: Moderna.
- D'ambrosio, U. (1986). *Da realidade à ação reflexões sobre educação e matemática*. Campinas, SP: Editora UNICAMP.
- Diez Arribas, S. (1996). *Experiências de Física na escola*. 4ª ed. Passo Fundo: Ed. Universitária.
- Gilbert, J. K., e Boulter, C. J. (1998). Aprendendo ciências através de modelos e modelagem. In D. COLINVEAUX (Org.), *Modelos Mentais e Educação em Ciências*. Rio de Janeiro: Ravel.
- Kneller, G. F. (1980). *A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo, EDUSP.
- Levy, L. F., e Espírito Santo, A. O. (2006). A teoria da complexidade e o ensino-aprendizagem de ciências e matemática via modelagem matemática. *Revista ibero-americana de educação matemática*. Espanha, 6, 21-29.
- Matui, J. (1995). *Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino*. São Paulo: Moderna.
- Pietrocola, M. (Org.). (2001). *Ensino de Física: conteúdos, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis, Editora da UFSC.
- Pinheiro, T. F. (1996). *Aproximações entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2.º grau e a ciência dos cientistas*. uma discussão. 1996. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Pinheiro, T. F.; Pinho-Alves, J. e Pietrocola, M. (2001). Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da matemática no conhecimento científico. In M. PIETROCOLA (Org.), *Ensino de Física: conteúdos, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. (pp. 33-52). Florianópolis, Editora da UFSC.
- Rangel, A. P. (2002). *Construtivismo: apontamento e falsas verdades*. Porto Alegre: Ed. Mediação.
- Rosa, C. W.; Rosa, A. B. e Pecatti, C. (2007). Atividades experimentais de física nas séries iniciais: relato de uma investigação. *Revista Electronica Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 263-274.
- Rosa, C. W.; Heineck, R. e Rosa, A. B. (2004). *Desenvolvendo experiências de Física nas séries iniciais*. XXI Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales: la didáctica de la ciencias experimentales ante las reformas educativas y la convergencia europea, 21, 2004, Universidad del País Vasco – Bilbao – San Sebastián – Espanha. *Anais*. San Sebastián, Espanha.