

# Possíveis soluções para a problemática do ensino de Física: metacognição, artefatos experimentais e simulações computacionais

Ismael Freire Bata<sup>1</sup> e Robert Saraiva Matos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Física da Universidade Federal do Amapá, Brasil. E-mail: ismael-ts@hotmail.com

<sup>2</sup> Possui especialização em Docência do Ensino Superior (2012) pela Faculdade de Tecnologia do Amapá (META) e graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Amapá (2010). Atualmente é Professor Efetivo da Universidade Federal do Amapá, Brasil. Email: robert\_fisic@unifap.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma revisão de literatura a respeito de três metodologias alternativas para o processo de aprendizagem em física. A Metacognição, o uso de artefatos experimentais e as simulações computacionais têm ganhado grande destaque nas discussões a respeito da aprendizagem em física, pois as mesmas surgem como possíveis soluções para esta problemática. Mostra-se as principais vantagens e desvantagens destas metodologias, Além da discussão e esclarecimento dos principais aspectos das mesmas, com o objetivo de facilitar a compreensão a respeito das possibilidades que elas podem oferecer à aprendizagem. Conclui-se que as três metodologias, de forma integrada, podem transformar e melhorar o ensino de física.

**Palavras-chaves:** Aprendizagem em física. Metodologias inovadoras. Metacognição. Artefatos experimentais. Simulações Computacionais.

**Possible solutions for problems of Physics education: metacognition, artifacts experimental and simulation of computer**

**ABSTRACT:** This paper presents a literature review about three alternative methodologies for the learning process in physics. The metacognition, the use of experimental artifacts and computer simulations have gained great prominence in discussions about the physical learning, because these arise as possible solutions to this problem. It shows the main advantages and disadvantages of these methodologies, beyond the discussion and clarification of key aspects of them, in order to facilitate understanding of the possibilities that they can offer to learning. It is concluded that the three methodologies in an integrated manner, can transform and improve the teaching of physics.

**Keywords:** Learning in physics. Innovative methodologies. Metacognition. Experimental artifacts. Computer Simulations.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz uma revisão de literatura sobre três metodologias de ensino que visam facilitar o processo de aprendizagem em física, com o objetivo de analisá-las e verificar se

elas, de fato, podem mudar a realidade deste processo, uma vez que a aprendizagem em física ainda é, como dir-se-ia na linguagem dos físicos, bastante caótica e pautada em um sistema ainda bastante classicista, elitista e de vanguarda, se perdurando por tempos,

onde o professor ainda é um cátedra, detentor do conhecimento e neste caso somente os alunos que possuem habilidades excepcionais são os detentores das notas consideradas excelentes.

No decorrer dos últimos anos diversas medidas visando melhorar a qualidade do processo de aprendizagem do sistema educacional brasileiro foram propostas via Lei de Diretrizes e Base da educação (LDB), que é a lei federal que em suma analisar e disseminar informações sobre a educação. Entretanto, na prática essas medidas não surtiram efeitos consideráveis ou desejáveis, pois segundo Prado (2000, p. 52):

Existe no Brasil uma vasta literatura sobre o fracasso escolar. Desde que se faz pesquisa educacional no País, o fenômeno da repetência tem sido objeto de estudos e análises realizados por diversos especialistas da área, representantes das mais variadas tendências. Tanto os estudos etnográficos como as sofisticadas análises do fluxo escolar, do rendimento, do financiamento e dos custos da educação têm chegado a resultados similares: gasta-se muito, gasta-se mal, o sistema é ineficaz, as taxas de repetência são extremamente elevadas e o aluno reprovado e submetido a sucessivos fracassos muitas vezes tende ao abandono e/ou à evasão.

Indignados, com estas situações, diversos educadores buscaram alternativas para a solução deste problema, e estas alternativas vão ganhando forma

na construção de metodologias alternativas da educação, que buscam ferramentas para mudar o estado caótico em que a educação em nosso país se encontra.

No contexto de novas metodologias, que surgiram como possíveis fatores para amenizar essa situação, três metodologias “inovadoras”, e que constantemente são investigadas por doutores e discutidas em revistas científicas se destacam, são elas a metacognição, os artefatos experimentais de baixo custo e as simulações computacionais.

Assim, pretende-se apresentar e discutir neste artigo estas novas metodologias como preceitos de fundamental importância para que a realidade atual que o ensino de física enfrenta seja modificada, levando em consideração, suas limitações, ou seja, para que se possa apropriar das mesmas no dia-a-dia das salas de aulas, superando, desta forma, as dificuldades que possam ser encontradas no ensino de física.

## 2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho utilizou-se dados presentes nas literaturas existentes sobre as metodologias “inovadoras” em revistas científicas encontradas nas mais diversas bases de periódicos existentes, tais como Scielo, o portal de periódicos da CAPES.

Estabeleceu-se alguns pontos positivos e negativos das respectivas metodologias analisadas. Discutiu-se, por meio das ideias de alguns autores, os aspectos mais relevantes dos objetos

de estudo de cada metodologia voltadas para a questão do ensino de física.

Por outro lado uma compreensão mais aprofundada sobre o tema pode revelar mais ideias sobre a construção da aprendizagem em física baseada em metodologias inovadoras. Recomenda-se, assim, estudar e debater além das literaturas aqui discutidas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No campo das possíveis soluções para o processo de aprendizagem de física surgem constantemente diversas soluções dentre as quais investigaremos três neste trabalho, pelo de fato das mesmas terem sido discutidas fortemente nos meios de divulgação científica de nossa sociedade.

Uma das ferramentas que se o professor souber o momento adequado de utilizá-la poderá de fato mudar o patamar do processo de aprendizagem de física é a Metacognição, visto que o termo Metacognição é definido segundo Gonzáles (1996 apud Rosa e Filho, p. 1119):

[...] metacognición es un vocablo que hace referencia a lo que viene después de, o acompaña a la cognición. No obstante, la metacognición no sólo expresa la idea que su acepción literal sugiere y, pese a su apariencia, no es una palabra griega, si no un neologismo producto de la ciencia psicológica contemporánea, particularmente la de orientación cognoscitivista, y cuyo origen podría ubicarse a finales de los años 60's, em los estudios que Tulving y Madi-

gan (1969) realizaron sobre la memoria.

Porém a definição de Metacognição é muito ampla e com o passar do tempo vem sofrendo diversas adaptações, tendo em vista que a primeira definição em relação a este termo foi apresentada por Flavell como o conhecimento que o sujeito tem de seu pensamento, que na física é fundamental para um bom emaranhamento das ideias, que são por vezes complexas, mas essenciais tanto na solução de um problema quanto no entendimento das teorias.

Segundo Rosa e José filho (2009, p. 1120), "De forma geral, a Metacognição, quando associada aos processos educacionais, relaciona-se ao conhecimento que o estudante tem sobre si mesmo e aos mecanismos de controle executivo e de autorregulação sobre as atividades realizadas". Esse processo pode ser acompanhado pelo docente, pois é ele quem pode despertar em seu aluno o conhecimento sobre tal fato, seja com a criação de situações inovadoras ou mesmo com a desvinculação da pratica excessiva de repetição de tarefas e focalização em tarefas específicas que propiciem o surgimento deste fim.

Uma das principais vantagens da Metacognição é tornar o aluno independente, ou seja, torná-lo agente principal no seu processo de aprendizagem, visto que segundo Davis et al (2005, p. 209 apud Clarke, 1990):

O pensamento dedutivo, por sua vez, requer a aplicação de ideias ge-

rais à experiência particular, envolvendo previsões, planejamento e solução de problemas. Fica claro, portanto, que a aprendizagem depende, em grande parte, tanto dos processos de pensamento dedutivos como indutivos, de tal forma que experiências apoiam o desenvolvimento de ideias, as quais serão, futuramente, testadas e mais bem desenvolvidas. Indução e dedução constituem, assim, modos de pensar de primeira importância.

Sabemos que a existência de uma metodologia alternativa não garante a aprendizagem do aluno visto que o empenho do mesmo é a ferramenta mais fundamental para o sucesso ao final deste processo, porém, em alguns casos apesar dos esforços os alunos se deparam com o fracasso, o que para Davis et al. (2005), não pode ser atribuído a problemas cognitivos e, sim, às dificuldades metacognitivas. Aqueles que não se saem bem na escola dispõem, como sabemos, de diversos conhecimentos e competências. A raiz do problema parece residir, portanto, menos na falta de saberes e habilidades do que no fato de não conseguirem nem utilizá-los, nem transferi-los para outras situações.

Portanto podemos dizer que grande parte da dificuldade de se aprender física, por parte dos alunos, segundo Wong (1985) em seus estudos a respeito da metacognição, essa dificuldade está centrada no fato dos mesmos não saberem que são de fato capazes de aprender. Estes alunos ficam desmotivados e dificultam ainda mais seu pro-

cesso de aprendizagem conforme argui Rosa e Filho (2013, p.101): “a motivação é um dos fatores propulsores no processo de aprendizagem, pois um ser desmotivado prejudica um dos propulsores internos do pensamento metacognitivo”.

Uma segunda possível solução para a problemática do ensino de física seria a utilização de artefatos experimentais de baixo custo, objetivando tornar os estudantes agentes participativos que possam criar interesse em relação à física ao ver a mesma de uma maneira mais palpável, desmistificando a física como uma disciplina chata e impossível de se aprender. Valadares (2001, p. 1) entende que:

“[...] ponto de partida é a construção do conhecimento pelos alunos e para os alunos, no qual o papel do professor seja essencialmente o de um facilitador do processo pedagógico. Para tanto ele deve ser capaz de gerar um ambiente favorável ao trabalho em equipe e à manifestação da criatividade dos seus alunos por intermédio de pequenos desafios que permitam avanços graduais.”

A utilização de artefatos experimentais em sala de aula no ensino de física é consideravelmente relevante, tendo em vista que segundo Serafim (2001 apud REGINALDO *et al.*, 2012, p. 2) o aluno só será capaz de compreender a teoria se conseguir relacionar o conhecimento científico com as situações do cotidiano. Muitos autores, como Freire (1997 apud REGINALDO *et al.*, 2012, p. 2), acreditam que para compreender a

teoria é necessário “experienciá-la” e essa experimentação aproxima de forma coerente o mundo físico do aluno à teoria a ele mostrada, já que a mesma, por si só não integra o conhecimento de forma coesiva.

Uma das dificuldades em se implementar um processo de aprendizagem mais adequado está nas próprias escolas visto que as mesmas ainda não aderiram à nova realidade vivenciada pela sociedade, conforme argumenta Rosa e Filho (2009, p. 1118) que diz que “As transformações vivenciadas na sociedade de hoje, fruto de rápidos avanços nos meios e nos modos de produção, apontam à necessidade de uma nova escola”. Assim, para que isso se torne possível, por exemplo, poderíamos começar a utilizar com mais frequência os artefatos experimentais como complemento aos livros didáticos que hoje guiam nosso ensino, uma vez que para Axt e Moreira (1991) os níveis destes livros são insatisfatórios segundo o ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo.

É evidente que a grande maioria das escolas da rede de ensino não oferecem as melhores condições para que os educadores/professores auxiliem os alunos no processo de aprendizagem, porém segundo Axt e Moreira (1991, p. 99):

Os professores de artes, por exemplo, lutam com dificuldades para juntar o material necessário para suas aulas mas nem por isso restringem a comunicação com os alunos a um mero uso de palavras. Da mesma forma, se o professor de ciências

implica fazer o possível para comunicar e argumentar com base em situações práticas e, conseqüentemente, tomar providências para que o material necessário esteja disponível em sala de aula. Muitos daqueles que costumam ser chamados de problemas no ensino de ciências são, na realidade cavacos do ofício. [...] por outro lado, não podem os professores ficarem esperando que sejam instalados nas escolas amplos laboratórios com todo o material do qual necessitam.

Portanto, pode-se afirmar que esta metodologia busca conscientizar também o professor de seu relevante papel, que muitas vezes é esquecido devido a sua insatisfação salarial e conseqüentemente profissional.

Uma terceira metodologia “inovadora”, que visa melhorar o ensino de física é a implementação das simulações computacionais no ensino de física, contudo, em relação à realidade do sistema educacional brasileiro, esta metodologia encontra-se muito distante de nossas escolas, pois a maioria delas não possui laboratórios com computadores para que possamos implementar essa metodologia. Contudo, sabemos que as escolas brasileiras estão passando por um lento, mas gradativo, processo de reestruturação. Oppenheimer (1997, apud Medeiros e Medeiros, 2002, p. 77) a revolução da informática educacional faz parte de uma história mais longa da tecnologia da educação, que por si só tornaria o processo educacional mais satisfatório, desde o início do século XX, várias on-

das tecnológicas inovadoras tem isolado a educação com promessas e perspectivas mirabolantes, por isso, esta ideia metodológica é um tanto quanto pertinente.

Os avanços tecnológicos que a humanidade tem passado são incontáveis, todavia, poucos destes avanços já chegaram às escolas brasileiras, considerar-se que as ciências, em especial a física, buscam investigar fenômenos naturais, portanto podemos dizer que a física é um processo de representação do mundo, o que remete ao entendimento do papel da ciência neste contexto, onde para Veit e Teodoro (2002, p. 88):

A Ciência é um processo de representação do Mundo, sempre sujeito a reformulação. A linguagem matemática desempenha um papel fundamental nesta representação, que não pode ser confundida com explicação. Na realidade, o discurso científico tem mais a ver com representações do que com explicações. Por exemplo, a lei da gravitação universal de Newton é uma forma de representar, através de um modelo matemático, a interação entre corpos celestes. Nada nos diz acerca do que é gravitação. O poder da linguagem matemática resulta, pois, não da sua capacidade de explicação, mas da sua capacidade de representação, de descrição do processo natural. Isto é, utilizando-se equações, é possível reproduzir no papel (no caso de Newton, que não tinha computador, mas paciência para realizar inúmeros cálculos repetitivos...) ou no computador o que se

passa no céu (com certo grau de aproximação)!

Neste contexto tem-se que a simulação computacional aproximaria o aluno ao que de fato é a Física e a Ciência como um todo, já que a mesma possibilita inúmeras interações das suas teorias com o mundo além do que já se conhece e até mesmo além do próprio mundo físico do aluno.

No caso de experiências que sejam difíceis de ser realizadas com material de baixo custo, as simulações computacionais são de grande ajuda, pois através das mesmas os alunos poderão observar um determinado fenômeno com sua intuição cognitiva e presenciando algo concreto, palpável e pertencente ao seu espaço natural.

Medeiros e Medeiros (2002, p. 79) faz uma paráfrase à Gjessinge Hernes (1996):

Essa crença na capacidade do computador poder prover condições ideais para um ensino personalizado tem levado vários pesquisadores a desenvolverem simulações de fenômenos físicos na esperança de que seus estudantes possam trabalhar sobre problemas seguindo os seus próprios ritmos individuais. Um exemplo de simulação elaborada, deliberadamente, com tal objetivo pode ser encontrado em um programa para demonstrar a dinâmica de circuitos elétricos fundamentais e desenvolver nos estudantes a habilidade de raciocinar de forma sistêmica e estruturada, mediante a utilização de softwares alegadamente de grande potencial interativo.

Isto é, pesquisadores acreditam que a simulação computacional pode ser uma saída para a problemática de ensino, porque a mesma é dotada de uma grande capacidade atrativa.

No entanto, encontram-se muitas críticas à esta metodologia, na literatura pesquisada, em relação a sua importância e seus resultados questiona-se qual o impacto efetivo que a implantação da mesma pode ocasionar na problemática do processo de aprendizagem que o sistema educacional brasileiro se depara no presente momento.

Uma das críticas em relação a esta metodologia é que as imagens “resultados” obtidos pelas simulações apresentam dualidade interpretativa, criando mais dificuldades do que facilidades em relação a este fato Medeiros e Medeiros (2002, p. 78):

A experiência tem mostrado que em muitos casos essas ilustrações não têm sido de grande ajuda. O auxílio gestual provido pelos professores para a interpretação dessas imagens em sala de aula, assim como as suas ilustrações adicionais no quadro-negro, não têm sido também de grande eficiência. Auxiliares podem parecer claros para aqueles que conheçam bem o fenômeno em causa; mas podem parecer incompreensíveis para outros. Além disso, desenhos no quadro-negro tomam muito tempo e não são tarefas de fácil execução.

Mediante as discussões disponíveis em relação a essa metodologia percebe-se que a mesma ainda apresenta

muitas controvérsias, no entanto, sabe-se que toda metodologia que surge com o propósito de melhorar o sistema educacional, mesmo que não de imediato, poderá acarretar melhorias. Igualmente, essas metodologias precisam ser aprimoradas e implementadas de forma coerente, respeitando as particularidades regionais e locais, o que remete à escassez de políticas públicas necessárias ao implemento efetivo dessas ações.

O computador, conforme argumentado, pode ajudar consideravelmente os professores em sala de aula, com o uso de simulações interativas, programação computacional, produção de vídeos educacionais, uma vez que o aluno está constantemente conectado à internet, porém o professor deve ser cauteloso com a forma que essas tecnologias serão inseridas, pois devem ser considerados os processos de ensino adequados ao corpo discente.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tornou possível notar que as metodologias analisadas apresentam diferentes enfoques, pois enquanto a Metacognição está centrada em desenvolver essencialmente a capacidade metacognitiva do aluno, tornando-o mais ativo no processo de aprendizagem, fazendo com o que o professor se torne um facilitador entre o aluno e o conhecimento e não apenas atue como uma “enciclopédia ambulante”, mostrando ao mesmo as suas reais capacidades. A experimentação, com artefatos de baixo custo, busca

tornar a aula mais interessante, promovendo maior interação entre todos os envolvidos no processo de aprendizagem, para que o aluno se sinta mais estimulado e conseqüentemente mais interessado num determinado conhecimento, enquanto que as simulações computacionais afirmam que a ciência é um processo de representação do mundo, logo, através das mesmas, poderíamos torna a física mais “palpável” ao corpo discente, objetivando estimulá-lo.

Compreende-se que todas as metodologias analisadas estão de certa forma interligadas, pois todas apresentam traços em comum, tanto que já é possível encontrar artigos nacionais que falam sobre a Metacognição aplicada a experimentação de baixo custo e etc. Contudo percebe-se que a alternativa menos viável para a solução da problemática do processo de aprendizagem é a simulação computacional, pois a mesma apresenta muitas complicações devido as dúvidas interpretações que uma simulação pode apresentar, em certos casos pode ser até mais prejudicial ao processo de aprendizagem do que benéfica, pois a maioria das simulações disponíveis exigem conhecimentos prévios para sua compreensão e análise, conhecimento esses que a maioria dos alunos não possuem, devido a problemática que assola o sistema educacional brasileiro e, em especial, o ensino de física.

Outrossim, o docente tem o papel de acompanhar a implementação dessas metodologias com foco no aluno, ou melhor, verificando se a aprendiza-

gem está sendo satisfatória, com o uso de ferramentas avaliativas coerentes e condizentes com o campo de visão do aluno. É notório que em física as dificuldades são enormes, e por isso a inserção de novas metodologias baseadas no mundo físico do aluno podem ajudar na aprendizagem, uma vez que, eles são sensíveis a tudo que consideram tangível. Portanto, a ideia não é excluir a metodologia tradicional, teórica por natureza, mas mesclar várias metodologias que integrem o conhecimento a fim de melhorar a compreensão do aluno, o que possibilitar percebe que estas metodologias alternativas são ideias fundamentais na construção de um entendimento mais satisfatório sobre a disciplina de física.

## REFERÊNCIAS

- PRADO, I. G. de A, LDB e Políticas de Correção do Fluxo Escolar. **Em aberto**, Brasília, v.17. n. 71, p.49-56, jan. 2000.
- MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 24, n. 2, junho, 2002.
- CLECI, R.; FILHO, J. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n. 3, 2009.
- CLECI, R.; FILHO, J. Metacognição e as atividades experimentais em física: Aproximações teóricas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n. 01, p. 95-111, jan./abr., 2013.



DAVIS, C; NUNES, M; NUNES, C. Meta-cognição e sucesso escolar: Articulando teoria e prática. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 125, p. 205-230, maio/ago., 2005.

JUNIOR, C. et al. O projeto “experimentando ciências” e a utilização de experimentos de baixo custo. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 27 a 29., 2014, Ponta Grossa- PR.

GRANGEAT, M. A metacognição, um desafio à autonomização. In: M. Grangeat (Coord). A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos. **Porto Editora**, Porto, Portugal, 1999.

AXT, R; MOREIRA, M. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, p. 97-103, dez., 1991.

VALADARES, E. Proposta de experimento de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química nova na escola**, n. 13, maio, 2001.

VEIT, A; TEODORO, V. Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, jun. 2002.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Artigo recebido em 03 de março de 2015.

Aceito em 22 de maio de 2015.