

A ESTRATÉGIA *HANDS-ON-TEC* E O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE CONCEITOS SOBRE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA A ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

The Hands-on-Tec strategy and the use of simulators in teaching concepts on electromagnetic radiation to high school students

Fernando de Candido Pereira¹, fcandidopereira@yahoo.com.br

Elcio Schuhmacher², elcio@furb.br

Gisele Luz Cardoso³, gisele.luz@ifsc.edu.br

¹Centro Universitário Unifacvest, Av. Mal. Floriano, 947 - Centro, Lages, 88501-103, SC, Brasil.

²Universidade Regional de Blumenau – FURB, Rua Antônio da Veiga, 140 - Victor Konder, Blumenau, 89012-900, SC, Brasil.

³Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Câmpus Gaspar, Rua Adriano Kormann, 510 - Bairro Bela Vista, Gaspar, 89110-971, SC, Brasil.

RESUMO

O presente artigo aborda uma análise da utilização da estratégia *Hands-on-Tec* (Mãos na Tecnologia) e o uso de um simulador desenvolvido pela universidade do Colorado, EUA, no ensino de conceitos sobre radiação eletromagnética a alunos de ensino médio. O estudo foi feito durante a realização de uma oficina pedagógica, em uma escola pública na cidade de Lages, SC. Durante a aplicação da atividade intitulada "Estudo da Luz", foi utilizado o simulador "Modelo do Átomo de Hidrogênio", para auxiliar os alunos no entendimento dos conceitos sobre radiação eletromagnética. Essa atividade seguiu o formato proposto pela estratégia pedagógica *Hands-on-Tec*, que consiste em desenvolver competências que compreendem a observação, a investigação, o registro e a discussão. Ao final, após a experimentação e utilização do simulador pelos alunos, constatou-se que este contribuiu significativamente para a aprendizagem representacional, conceitual e proposicional dos estudantes, a partir das respostas e apresentações dos mesmos.

PALAVRAS CHAVE: Hands-on-Tec. Simulador. Radiação Eletromagnética.

ABSTRACT

This article presents an analysis of the use of Hands-on-Tec strategy (hands on technology) and of the utilization of a simulator developed by the University of Colorado, USA, to teach concepts of electromagnetic radiation to high school students. The study was carried out during an educational workshop which took place at a state high school in the city of Lages, Santa Catarina. During the implementation of the activity entitled "Study of Light", the simulator "Model of the

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

Hydrogen Atom" was used to help students understand the concepts of electromagnetic radiation. The activity followed the format proposed by the Hands-on-Tec pedagogical strategy, which consists of developing skills that include: observation, research, recording and discussion. At the end, after the trial and the use of the simulator by the students, it was found, considering their responses and presentations, that the simulator had contributed significantly to their representational, conceptual, and propositional learning.

KEYWORDS: Hands-on-Tec. Simulator. Electromagnetic Radiation.

INTRODUÇÃO

A ciência desenvolvida no último século, principalmente a que diz respeito aos conhecimentos sobre Física, teve grandes avanços e contribuiu para o desenvolvimento tecnológico (SIQUEIRA, 2012). A utilização de Tecnologias Educacionais Móveis (TEMs), como computadores portáteis, celulares *tablets*, *smartphones*, entre outros, tornou-se, por que não dizer, indispensáveis no dia a dia das pessoas, sendo que a utilização delas vai além do uso dos bens de consumo, favorecendo a sociedade em diversas áreas, como por exemplo, na indústria, nos transportes, na arte, na arquitetura e, é claro, na educação.

Nas telecomunicações, podemos destacar o uso de fibras óticas que garantem a qualidade e a precisão dos dados transmitidos. Esse feito só foi possível a partir dos estudos da óptica, os quais influenciaram na forma de se transmitirem informações. Esses benefícios estendem-se às casas, lojas, hospitais, supermercados, carros, aeroportos e, por que não, também às próprias escolas (VALADARES, 1998).

A chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC), desenvolvida basicamente a partir do final do século XIX, inicialmente por Max Planck, com o estudo do quanta de energia, e por Albert Einstein, com a Relatividade Geral e o efeito fotoelétrico, proporcionou um novo olhar, não só sobre a Ciência, como também sobre várias outras áreas do conhecimento, fundamentando e auxiliando o desenvolvimento das tecnologias que hoje utilizamos.

No entanto, pouco se vê dentro da sala de aula sobre os conceitos da FMC, sendo que "os alunos ouvem falar em temas como buracos negros e Big Bang na televisão ou em filmes de ficção científica, mas dificilmente nas aulas de Física." (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 25)

Talvez, por isso, a maioria dos alunos do Ensino Médio (EM) não demonstrem grande interesse em aprender Física, pois não conseguem fazer uma ponte entre os conceitos vistos em sala de aula e a física do cotidiano. Quando apresentam interesse, falta a eles alguém para ensinar-lhes os conteúdos e aplicações da Física e despertá-los para isso. Uma alternativa para auxiliar nesse despertar seria a possibilidade de construção de uma série de modelos, protótipos de dispositivos e equipamentos que ilustram os princípios da Física Moderna e suas aplicações práticas. Com isso, o aluno terá uma motivação a mais, já que passa a ver o mundo

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

com outros olhos. Conforme Borges (2005, p. 35), “Neste sentido é importante que o currículo escolar busque incorporar os desenvolvimentos da Física que ocorreram neste século, trazendo a física do EM mais próximo da física que os físicos fazem atualmente” (BORGES, 2005, p. 35).

Desse modo, a inserção de FMC no Ensino Básico (EB) pode tanto contribuir para que haja uma mudança na visão do mundo do aluno, quanto fornecer-lhe uma imagem mais correta dessa ciência e da própria natureza do trabalho científico (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). No entanto, não basta apenas introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver, ao mesmo tempo, uma preparação adequada e oportunidade de atualização para os professores, os principais atores no processo de mudança curricular (OLIVEIRA, 2007). As estratégias ou práticas pedagógicas utilizadas por parte dos professores parecem não despertar interesse nos alunos, promovendo, com isso, baixo nível de aprendizagem. Em parte, isso acontece porque, “[...] em sua maioria a atual forma de ensino é centrada na memorização de fórmulas ou procedimentos que serão realizados automaticamente, quando solicitados” (SONZA, 2007, p.17). Desse modo, os alunos acabam condicionados a decorarem as respostas certas, sem criarem novas perspectivas sobre o problema.

Nos moldes do ensino atual, o professor potencializa muito mais as respostas do que as perguntas e acaba por não despertar a curiosidade do aluno com relação ao conteúdo, não permitindo a ele construir sua opinião e lançar suas hipóteses. Para isso, o professor, sobretudo, não deveria fornecer todas as respostas. O ensino que visa à construção de conhecimento caracteriza-se pela promoção do debate, da hipótese divergente, da dúvida, do confronto de ideias, de informações discordantes e da exposição competente de conteúdos formalizados (BECKER, 1993).

De modo geral, as pesquisas que discutem a inserção da FMC no EB, principalmente no EM, convergem para a necessidade da compreensão do mundo atual, tanto no que tange ao conhecimento e à cultura científica, quanto ao desenvolvimento tecnológico (MORAIS; GUERRA, 2013). Nessa linha, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que podem ser definidas como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum, podem ser utilizadas para auxiliar a inserção de conceitos de FMC no EM, pois permeiam o cotidiano, independente do espaço físico, e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar (BRASIL, 1999). Além disso, as TICs, conjuntamente com a *internet*, são recursos os quais possuem grande potencial para viabilizar uma aprendizagem mais significativa e relevante no âmbito escolar, como demonstrado em vários estudos (p. ex.: CARDOSO, 2012; DIAS, 2008; ALMEIDA, 2004). Todavia, como nos lembra Almeida (2004),

[...] faz-se necessário identificar como o aprendiz percebe e reage à utilização da Internet como componente do processo de ensino-aprendizagem com vistas a adequar a utilização desse recurso ao componente humano e aproveitar as possibilidades que essa tecnologia nos oferece. É importante ter em mente que a Internet é uma ferramenta que não deve ser negligenciada por quem pretende

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

fazer uso das mais recentes descobertas no campo do conhecimento humano e da tecnologia a serviço da educação. (ALMEIDA, 2004, p. 13)

Nesse sentido, pensou-se na utilização da estratégia pedagógica *Hands-on-Tec* (ROSA et al., 2013), para auxiliar na introdução de conceitos de FMC no EB. Segundo Rosa et al. (2013), essa estratégia é uma adaptação da técnica *Hands-on* em conjunto com a teoria de Resolução de Problemas (RP) e a utilização das TICs com enfoque nas TEMs.

Analisa-se, neste artigo, a contribuição da estratégia pedagógica *Hands-on-Tec*, no ensino de conceitos sobre radiação eletromagnética, utilizada com auxílio de um dos simuladores desenvolvidos pela Universidade do Colorado e disponível *online*, no endereço eletrônico <http://phet.colorado.edu>.

Optou-se pela utilização desse simulador, levando-se em consideração que as representações presentes em simulações conceituais são internalizadas mais facilmente que aquelas trabalhadas pelo professor durante a utilização de experimentos virtuais que raramente apresentam, dentro do ambiente virtual, representações científicas dos conceitos trabalhados (SERRANO; ENGEL, 2012).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Desde 2011, o grupo de pesquisa Mídias e Educação - do qual os autores deste artigo participam - desenvolveu pesquisas fomentadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), relacionadas ao uso de *laptops* educacionais na educação básica. Nessas investigações, constatou-se a necessidade de contribuir com estratégias de ensino que corroborem o uso, com fluência e crítica pelos docentes e alunos, dos *laptops* e outras TICs no processo de ensino e aprendizagem, na área de Ciências Naturais e Matemática (CNMT). O foco deste trabalho é o ensino de Física.

Os resultados das investigações culminaram na elaboração de uma estratégia pedagógica com vistas a contribuir com as práticas de ensino mediadas pelo uso de computadores, *laptops* e *tablets*, aplicadas ao ensino de CNMT. Desse modo, foi proposto o uso da *Hands-on-Tec* (ROSA; SILVA, 2012; ROSA et al, 2013), que é uma adaptação da técnica *Hands-on* (CHEVALÉRIAS, 2002), em conjunto com a teoria de RP e a utilização das TICs com enfoque nas TEMs.

A técnica *Hands-on*, cuja tradução em português seria "Mãos na massa" (a qual fundamenta a estratégia *Hands-on-Tec*), foi criada para contribuir com a inovação do ensino de Ciências, com o propósito de dar oportunidade à criança de ter um primeiro contato com esse campo do conhecimento, levando-a a observar, manipular, registrar e refletir sobre determinados fenômenos (CHEVALÉRIAS, 2002; ROSA; SILVA, 2012; ROSA et al., 2013).

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

No sentido acima, Rosa (2012) propôs uma extensão da *Hands-On*, a qual denominou *Hands-Tec* (Mãos na Tecnologia), cujo objetivo principal é favorecer a aprendizagem de CNMT apoiadas por TEMs. Posteriormente, passou a ser denominada *Hands-on-Tec* (ROSA et al., 2013). Desse modo, considera-se que a portabilidade das TEMs, incluindo os *laptops*, pode favorecer a aprendizagem autônoma e colaborativa dentro e fora da sala de aula, haja vista a dinâmica que o seu uso pode estabelecer entre os alunos diante das situações de aprendizagem desenvolvidas por professores.

A *Hands-on-Tec* possui uma sequência preestabelecida, que se divide em três fases, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

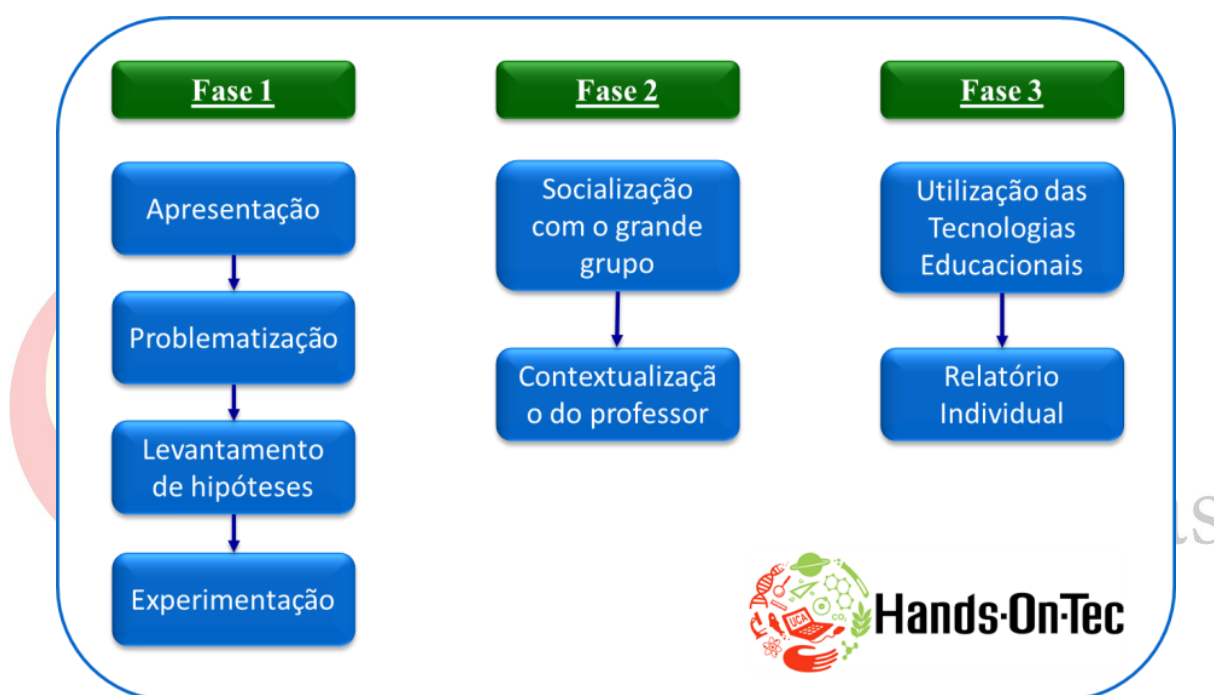


Figura 1 – Fases de uma atividade *Hands-on-Tec*

Como pode ser observado na Figura 1, as três fases distintas de uma atividade *Hands-on-Tec* são: (1) a primeira, compreende a apresentação da questão problema, problematização, levantamento de hipóteses e experimentação; (2) a segunda, em um grande grupo, engloba o relato das hipóteses e as dificuldades enfrentadas pelos alunos para realizar o experimento, a solução encontrada e a contextualização com o professor; (3) a terceira, composta de duas etapas: a) o uso das TEMs, que inclui a pesquisa na Internet, e b) relatório individual, que segue os passos da RP, elaborado nos laptops, em *software* de edição de textos, imagens, apresentação, edição de vídeos, entre outros. Quando se elabora uma atividade baseada na estratégia pedagógica *Hands-on-Tec*, inicia-se com uma pergunta introdutória, que deve ser um questionamento sucinto direcionado aos alunos acerca do fenômeno que será

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

explorado na atividade. Essa pergunta poderá ser a mesma explorada posteriormente na questão problema que será apresentada aos alunos, ou poderá ser uma síntese dessa questão. As imagens para ilustrar a atividade e despertar o interesse dos participantes devem ser usadas em todas as fases. É necessário que os objetivos da atividade sejam claros, bem como os diferentes conteúdos e os possíveis contextos em que podem ser explorados. É importante que o professor tenha uma descrição das teorias que fundamentam os conteúdos a serem trabalhados, a fim de poder direcionar os questionamentos dos alunos para os objetivos traçados para a atividade.

Podem ser listados também *links* para *sites* que dão subsídios para os professores alinharem seus conhecimentos sobre o fenômeno. Ratificamos que os *sites* devem apresentar linguagens e níveis de aprofundamento diferentes e devem ser previamente analisados quanto à confiabilidade e o rigor científico das informações ali contidas. Também devem ter uma breve descrição do que trazem sobre a situação em questão. Isto facilitará a busca e direcionará o professor.

É importante que o professor, ao aplicar a atividade, tenha uma visão de melhoria contínua, anotando os pontos positivos e as dificuldades para que a atividade possa ser melhorada. A forma de aplicação pode sofrer alterações dependendo do desenvolvimento da turma, sendo que a autonomia está na mão do professor. A atividade deve ser conduzida seguindo as três fases supracitadas, dando enfoque para as perguntas e para a experimentação. Além disso, os alunos devem ser sujeitos ativos no processo de descoberta dos conceitos científicos relacionados aos assuntos trabalhados durante a aula.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante uma oficina pedagógica para alunos de EM, em uma escola pública em Lages, Santa Catarina, promovida durante uma pesquisa de mestrado, avaliou-se também, a utilização de um simulador chamado “Modelo do Átomo de Hidrogênio” no ensino de conceitos sobre radiação eletromagnética. Nessa oficina pedagógica, foram trabalhadas três atividades baseadas na estratégia *Hands-on-Tec*, em quatro encontros, com uma turma de vinte alunos. Esta foi composta por alunos de primeiro, segundo e terceiro ano do EM que se inscreveram em horário extraclasse.

Inicialmente, foi aplicado um pré-teste, para evidenciar os conhecimentos e interesses dos alunos sobre assuntos relacionados à FMC, antes da oficina ser oferecida. Os resultados do pré-teste indicaram que a turma possuía conhecimento superficial sobre termos como raio laser, mecânica quântica, relatividade, átomo, luz, radiação, dentre outros.

As duas primeiras atividades realizadas tratavam do estudo das escalas e do átomo, respectivamente, visando criar ou reforçar os conhecimentos prévios dos alunos, pois, “o conhecimento prévio do aluno pode servir de ancoragem para uma nova informação relevante para o mesmo.” (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 8).

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

Após essas atividades, foi realizada outra atividade, intitulada “Estudo da Luz”. Esta teve o objetivo de estudar o espectro eletromagnético a partir da luz visível, estabelecer critérios para diferenciar as radiações presentes no espectro eletromagnético e permitir caracterizá-la através de sua frequência e energia. Como conteúdo para ensino fundamental ou médio, essa atividade possibilita um melhor entendimento das relações entre radiação e energia do espectro eletromagnético, principalmente da luz visível, dando uma ideia conceitual sobre conteúdos da FMC.

No primeiro momento, os alunos receberam uma vela, fósforos, lápis de cor e uma folha com espaço em branco para desenhar a chama da vela com suas devidas cores. Ao lado do desenho, deveriam relacionar as três principais cores da chama com o nível de temperatura. Depois de feitos os desenhos, os alunos responderam às seguintes questões: (a) Você acha que existe diferença de temperatura na chama de uma vela? (b) Existe relação entre a temperatura e a diferença de cor das regiões da chama? Por que isso acontece?

Os alunos mostraram grande interesse em observar a chama da vela e desenhá-la com a preocupação de saber qual parte seria mais quente. Após a vela acesa, todos observavam-na atentamente para diferenciar as cores da chama. Algumas respostas foram as seguintes: “A chama é vermelha, laranja, amarela, verdinha e azul” (Aluna A2). “Não, é azul, amarelo forte e amarelo fraquinho” (Aluna A13). De modo geral, nesse primeiro momento, os alunos representaram a chama destacando as cores amarela, laranja e azul, conforme mostram os desenhos da Figura 2.



Figura 2 – Representações das cores de uma chama de vela feita pelos alunos durante a oficina pedagógica sobre FMC, 2013.

Durante esse primeiro momento, o professor circulava pelos grupos e questionava-os quanto às cores representadas, qual parte era mais quente, que relação existia entre a cor e a temperatura, em qual ponto da chama havia mais energia, entre

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

outras perguntas. Essa estratégia foi utilizada para instigar os alunos a levantarem hipóteses sobre o assunto e formularem conceitos.

Quanto à indicação da relação entre cor e temperatura da chama da vela, os alunos, em sua grande maioria, representaram a parte laranja da chama como sendo a mais quente. Na realidade, a parte da chama que contém maior quantidade de energia e temperaturas elevadas é onde se localiza a coloração azul. Apenas um grupo respondeu que a parte azul seria a mais quente. Surgiram, também, novas questões em relação ao assunto; algumas formuladas pelos próprios alunos, outras pelo professor, que foram discutidas nos pequenos grupos, aguçando ainda mais a curiosidade dos alunos. Este foi o momento da formulação de hipóteses que, em seguida, foram testadas pelos grupos conforme as estratégias de cada um.

No momento de testar suas hipóteses a respeito das relações entre cor e temperatura, os grupos procederam de maneiras diferenciadas. Alguns utilizaram palitos de fósforos e outros, pequenos pedaços de papel que aproximavam da chama, observando em qual parte a combustão era mais rápida, conforme Figura 3. Os alunos anotavam os resultados, bem como suas discussões, sob a orientação pontual do professor.

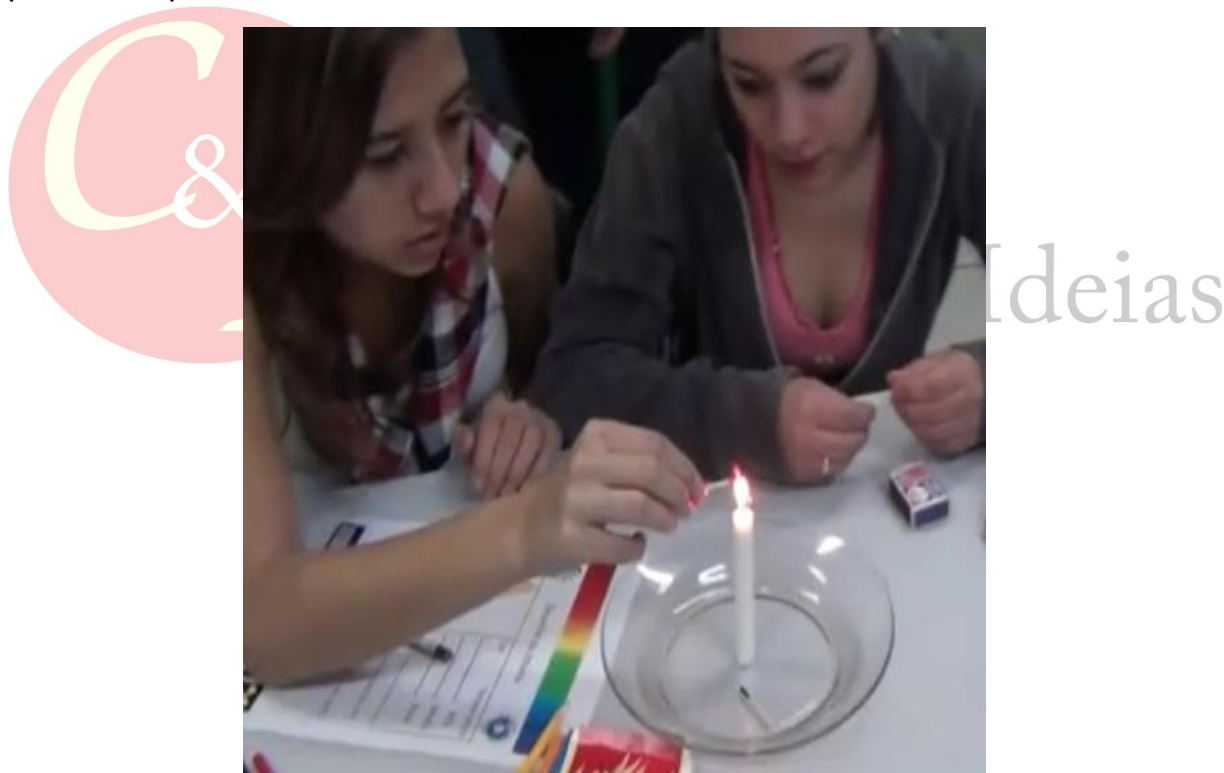


Figura 3 – Representações das cores de uma chama de vela feita pelos alunos durante a oficina pedagógica sobre FMC, 2013.

Após a realização do experimento, os grupos chegaram à conclusão que a parte mais quente da chama da vela era a de cor laranja. Isto porque, ao aproximarem os palitos de fósforos e pedacinhos de papel das diferentes partes da chama, perceberam que o papel se incendiava mais rapidamente na parte laranja, que é

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

mais abundante na chama, levando-os a teorizar que esta seria a parte mais quente. Desse modo, ao final do momento de experimentação, todos os grupos afirmaram que a parte mais quente da chama da vela era a laranja; afirmação cientificamente incorreta.

Na segunda fase da atividade, passou-se à socialização dos resultados com o grande grupo ou discussão geral e a contextualização do professor. Como houve consenso entre os grupos em relação à parte mais quente da chama da vela, embora em desacordo com os conceitos científicos, o professor apresentou as teorias científicas sobre o assunto. Para isso, utilizou uma representação do espectro eletromagnético relacionando as frequências da radiação com a cor visível, bem como as radiações do espectro não visível. Somente essas informações não foram suficientes para que os alunos chegassem ao entendimento da relação entre a cor da luz e a temperatura. Dando sequência à discussão e iniciando o momento de pesquisa, levando em consideração que os alunos já haviam estudado as escalas atômicas e o átomo, o professor apresentou o simulador “Modelos do Átomo de Hidrogênio” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom), conforme mostra a Figura 4.

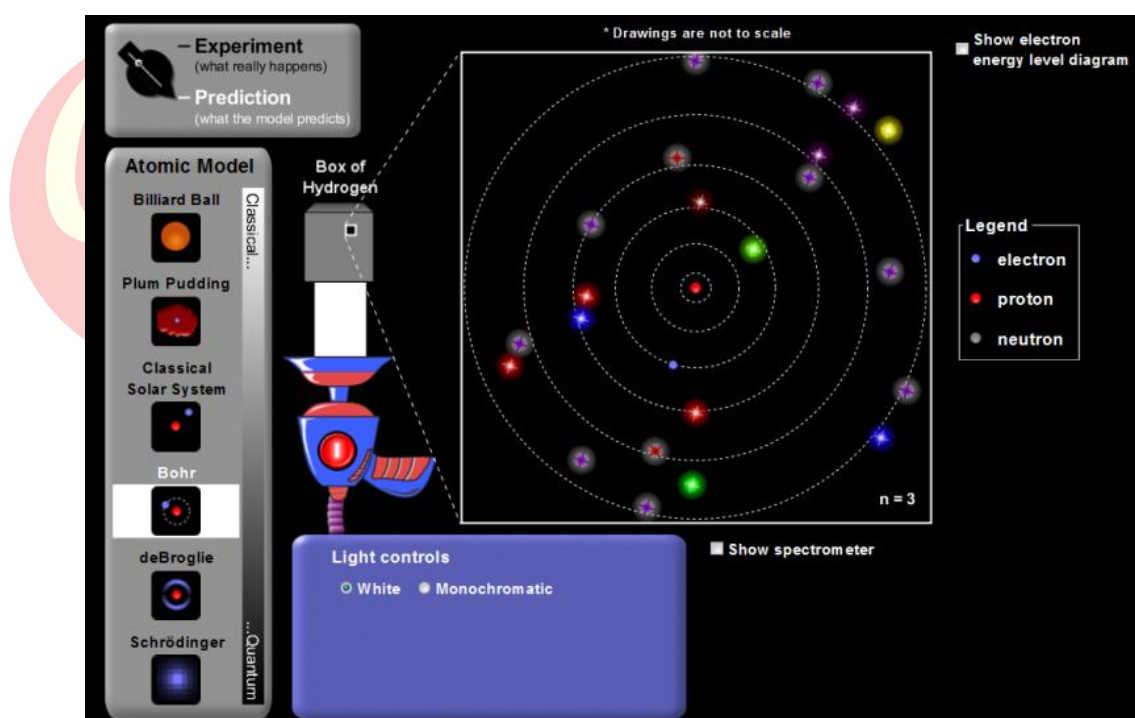


Figura 4 – Simulador modelos do átomo de Hidrogênio, disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom

Através do simulador, os alunos puderam “interagir” com um átomo de Hidrogênio, incidindo sobre ele radiação, em várias frequências, para observar os saltos do elétron nas camadas eletrônicas e sua emissão de fótons. Inicialmente o professor auxiliou os alunos a acessarem o simulador e, em seguida, explicando seu funcionamento, mostrou que aquela era uma representação do átomo de Hidrogênio com um próton ao centro e um elétron orbitando em uma das camadas eletrônicas.

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

Os pontos coloridos eram fótons, ou “pacotes de luz”, cada um em uma frequência eletromagnética, a qual define sua cor, sendo que quanto maior a frequência, maior a energia. As energias dos fótons relacionam-se da menor para a maior conforme os tons; vermelho para o violeta.

A primeira tarefa aos alunos foi observar os saltos do elétron para as órbitas mais externas ao núcleo, quais fótons provocavam isso e o que acontecia quando o elétron retornava a sua órbita original. Conforme Souza Filho (2010), “Este tipo de simulação permite a observação de um movimento complexo passo a passo, permitindo a comparação entre diferentes situações, no modo dinâmico (com movimento) ou no modo estático” (SOUZA FILHO, 2010, p. 20). Cada grupo observou e discutiu, entre seus integrantes, durante vinte minutos, as interações entre fótons e elétron. O professor circulava entre os grupos, questionando-os com o objetivo de despertá-los para o entendimento do fenômeno ali representado.

É importante ressaltar que, embora a realidade apresentada no simulador seja imaginada, os conceitos discutidos são válidos e aplicáveis, com as devidas adaptações a situações reais. A relação entre os conceitos simulados e a realidade, tal como é observada, é importante na concepção visual de um simulador computacional, uma vez que o objetivo desse material instrucional é produzir uma imagem visual que corresponda aos conceitos básicos que desejamos desenvolver no simulador. Ao final, houve, novamente, socialização e debate, no grande grupo, dos entendimentos de cada aluno a respeito das radiações eletromagnéticas.

Depois da utilização do simulador, no momento da socialização e discussão no grande grupo, o professor estimulou o debate, o levantamento de hipóteses e a produção textual, a partir das discussões orais. As dúvidas foram tiradas pelo professor que, ao invés de responder às questões, conduziu a discussão, buscando fazer com que o aluno analisasse os conceitos, chegando as suas próprias conclusões. Os alunos mostraram entender, a partir das simulações, algumas propriedades da luz, conforme as falas mostradas no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 – Falas dos alunos durante a discussão final sobre a luz.

A(13)	<i>"A luz é feita de pequenos pacotes de energia, ela não tem massa mas tem energia."</i>
A(7)	<i>"Os fótons que formam a luz e saem do átomo quando o elétron muda de órbita."</i>
A(7)	<i>"A luz azul tem mais energia que a luz vermelha porque a frequência eletromagnética delas é diferente."</i>
A(11)	<i>"É o mais importante que a luz também é formada por átomos, quer dizer o átomo libera os fótons que são cheios de energia e é isso que é a luz."</i>
A(3)	<i>"A luz não tem massa, só energia."</i>
A(15)	<i>"É legal que da de comparar a temperatura de uma chama pela cor dela, porque quanto mais quente quer dizer que a frequência é maior e a onda é mais pequenininha [...] é uma onda bem pequena que vibra muito, mas muito rápido e isso emite radiação que é a mesma coisa que luz só que tem umas que a gente não vê."</i>

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

A(16)	<i>"Ela quis dizer que a chama mais quente é a azul, porque tem mais energia e também é a mais quente."</i>
A(9)	<i>"A luz não tem massa, mas tem energia que no final das contas a energia pode ser transformada em massa, mas a luz não pesa."</i>
A(9)	<i>"É engraçado que a luz pode ser mais quente ou mais fria dependendo da cor"</i>
A(20)	<i>"Eu achei muito legal saber que a luz é uma radiação igual as que a gente ouviu falar nos filmes só que em uma frequência diferente que a do Raio X."</i>
A(12)	<i>"É muito interessante saber que a luz é feita por pequenas quantias de energia que a gente aprendeu que é os fótons, que são liberados pelos elétrons do átomo."</i>
A(8)	<i>"A luz é uma radiação que a gente consegue ver mas, tem muitas outras radiações que a gente não pode ver que estão em outras frequências."</i>
A(10)	<i>"A gente viu também que quem forma a luz são os fótons e que definem a cor da luz que a gente vê e a mais quente é a que vai pra cor azul porque tem mais energia que a vermelha."</i>
A(8)	<i>"Por causa da frequência eletromagnética."</i>

Assim, com base nas análises das falas e atitudes dos alunos durante as discussões, ficou claro que houve aprendizagem, sendo que eles relacionaram, de maneira interativa, os novos conhecimentos com sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos (MOREIRA, 2013). Com isso, evidenciaram-se três tipos de aprendizagens significativas: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições), conforme materiais apresentados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia pedagógica *Hands-on-Tec* potencializa a figura do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Durante as discussões, não é o professor que fornece as respostas, mas os alunos que as identificam dentre as várias opiniões apresentadas e testadas. É importante ter em mente que a estratégia citada envolve o uso de tecnologias como as encontradas em um computador portátil com acesso à Internet, em todas as suas fases. A aplicação e uso de tecnologias, sejam elas TICs ou TEMs, facilitam as pesquisas e promovem o engajamento, a motivação e a autonomia dos estudantes, como corroborado por vários estudos (p. ex.: CARDOSO, 2012; DIAS, 2008; ALMEIDA, 2004).

O uso do simulador "Modelos do Átomo de Hidrogênio" contribuiu significativamente para o aprendizado de conceitos científicos pela habilidade de, rapidamente, oferecer ao aluno a capacidade de assimilar representações e invariantes. Desse modo, concluímos que o uso desse simulador, em especial, contribui para o entendimento de conceitos científicos relacionados à radiação eletromagnética, a partir da interação com modelos dinâmicos. Em um contexto envolvendo alunos de EM habituados ao ensino tradicional de Física, fundamentado em um processo de reprodução de algoritmos para resolução de exercícios

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

matematizados, observa-se a importância de utilizar uma estratégia pedagógica baseada no uso sistemático de atividades experimentais e aplicativos computacionais.

Acreditamos ter desenvolvido um processo pedagógico eficiente, gerando um conjunto de atividades que auxiliam o aluno no entendimento de conceitos abstratos que, de outra maneira, dificilmente, poderiam ser testados ou representados, de modo a criar representações significativas para os alunos. Entendemos que o simulador apresentado e a atividade fundamentada na estratégia pedagógica *Hands-on-Tec* permitem vários níveis de interatividade, fazem uso adequado dos processos de visualização em Ciências, podem ser re combinados com outros materiais instrucionais, podem ser reutilizados em diferentes contextos e constituem um material instrucional potencialmente significativo. Recomendamos, portanto, a utilização desta estratégia pedagógica *Hands-on-Tec*, juntamente com a utilização de simuladores, a fim de que se torne uma contribuição mais pertinente aos pesquisadores da área de ensino, não só de Física, mas de Ciências e Matemática.

Hoje em dia, com a popularização das TICs ou TEMs e da Internet, fica mais fácil ter acesso a elas e as suas ferramentas e recursos. Por conseguinte, usar essas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, Matemática e Física, tende a se tornar popular também. Porém, para que isto ocorra, faz-se necessário começar a utilizá-las de forma consciente, significativa, fundamentada em uma teoria como a da estratégia *Hands-on-Tec* e centrada no aluno. Esperamos que este estudo possa auxiliar os docentes em seus esforços para promover o aprendizado significativo e o desenvolvimento da autonomia de seus estudantes, e incentive novas atividades e práticas que abarquem a integração das teorias de aprendizagem com a prática escolar mediada pelas novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. C. de. **Do quadro de giz para a tela do computador:** percepções de estudantes universitários sobre a utilização de tarefas *online* em um curso de inglês instrumental semi-presencial. 152f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) - Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

BECKER, F. Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, RS, v. 18, n.1, p. 43-52, 1993.

BORGES, M. D. **Física moderna e contemporânea no ensino médio:** uma experiência didática com a teoria da relatividade restrita. 2005. 140 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):** Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 1999.

A ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC...

CARDOSO, Gisele Luz. **The effects of CALL on L2 vocabulary acquisition: an exploratory study**. 2012. 412 f. Tese (Doutorado em Letras/Inglês) – Programa de pós-graduação em Letras/Inglês, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CHEVALÉRIAS, F.(org). **Enseigner les sciences à l' école – cycles 1, 2 et 3**. Edith Saltiel – La main à la pâte; Université Paris 7 Jean-Pierre Sarmant, Centre national de documentation pédagogique. 2002.

DIAS, R. Integração das TIC ao ensino e aprendizagem de língua estrangeira e o aprender colaborativo *online*. **MOARA**. BELÉM: UFPA- Mestrado em estudos linguísticos e literários. n.30, p. 5 – 20, 2008.

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. **Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1 – 9, 2013.

MOREIRA, M. A. Al final, que és aprendizagem significativo?. **Qurrriculum (La Laguna)**, v. 25, p. 29-56, 2013.

OLIVEIRA, F. F. de. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"**. Porto Alegre: Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

ROSA, V.; SILVA, E. E. R. da. Laptops educacionais no ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **EDUCASUL** - 2012. Disponível em: <<http://www.educasul.com.br/2012/Anais/Valdir.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

ROSA, V.; SANTOS-ROSA, S.; SOUZA, C. A.; CARDOSO, G. L.; BORBA, O. Hands-on-tec: estratégia pedagógica e tecnologias móveis. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO: CHALLENGES, 8, 2013. Braga, Portugal. **Anais...** Portugal: Universidade do Minho, 2013. Disponível em: <<http://www.nonio.uminho.pt/challenges2013/>>. Acesso em: 31 out. 2013.

SERRANO, Agostinho; ENGEL, Vivian. Uso de simuladores no ensino de Física: Um estudo da produção gestual de estudantes universitários. **CINTED-UFRGS: Novas Tecnologias na Educação**. v. 10, n. 1, julho, p. 1 – 10, 2012.

SIQUEIRA, M. R. P. **Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-04102012-133540/>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

SONZA, A. P. **Uma introdução de tópicos de Física moderna no ensino médio.** 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e de Matemática) – Centro Universitário Franciscano de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

SOUZA FILHO, Geraldo Felipe de Souza. **Simulações computacionais para o ensino de Física básica:** uma Discussão sobre produção e uso. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) – em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

VALADARES, E. C. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.



Revista
Ciências & Ideias