

HANDS-ON-TEC E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA
(Hands-on-Tec and meaningful learning of Modern Physics and Contemporary concepts)

Fernando de Candido Pereira [fcandidopereira@yahoo.com.br]

Centro Universitário Unifacvest

CEP: 88501-103 Lages, SC

Elcio Schuhmacher [elcio@furb.br]

Universidade Regional de Blumenau - FURB

CEP: 89012-900 Blumenau, SC

Resumo

O presente artigo aborda uma análise da utilização da estratégia *Hands-on-Tec* (mãos na tecnologia) no ensino de conceitos de Física Moderna e Contemporânea, visando à aprendizagem significativa. O estudo foi feito durante a realização de uma oficina pedagógica a alunos de ensino médio em uma escola no interior de Santa Catarina. Foram analisados os conhecimentos prévios dos alunos, para a partir daí, apresentar um material potencialmente significativo. Ao decorrer da oficina pedagógica, foi aplicada uma sequência didática de atividades, iniciando com o estudo das escalas de medidas, em seguida o estudo do átomo e finalizando com o estudo da luz. Estas atividades seguiram o formato da estratégia pedagógica *Hands-on-Tec*, que consiste em desenvolver competências que compreendem: a observação, a investigação, o registro e a discussão. Ao final, observaram-se indícios de aprendizagem significativa, nas formas representacional, conceitual e proposicional, a partir das respostas e apresentações dos alunos.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; *Hands-on-Tec*; Física Moderna e Contemporânea.

Abstract

This article presents an analysis of the use of the "Hands-on-Tec" strategy (hands on technology) in teaching concepts of Modern and Contemporary Physics, aiming at meaningful learning. The study was carried out while conducting an educational workshop to high school students in a school in the countryside of Santa Catarina. We analyzed the students' previous knowledge, in order to, from there, present a potentially significant material. In the course of the educational workshop, a didactic sequence of activities was applied, starting with the study of measurement scales, then the study of the atom and ending with the study of light. These activities followed the format of the teaching strategy named "Hands-on-Tec", which is to develop skills that include: observation, research, recording, and discussion. At the end, from the responses and students' presentations, we observed signs of meaningful learning in representational, conceptual, and propositional forms.

Keywords: meaningful learning; Hands-on-Tec; Contemporary and Modern Physics.

Introdução

A ciência desenvolvida no último século, principalmente a que diz respeito aos conhecimentos sobre Física, teve grande avanço e tanto contribui para o desenvolvimento tecnológico (Siqueira, 2012). Muitas das tecnologias empregadas na confecção, configuração ou funcionamento de aparelhos eletrônicos, como o computador, *tablets*, celulares, leitores de CD, *displays* de cristal líquido, impressoras a laser, dispositivos automáticos como portas e portões eletrônicos, controles remoto e muitos outros só foram possíveis em virtude do desenvolvimento e aplicação de conceitos científicos formulados a partir do final do século XIX. Assim, essas

tecnologias, podem e devem servir de ferramenta pedagógica para auxiliar o ensino de conceitos científicos dentro da sala de aula, despertando nos alunos o interesse e o prazer em aprender.

A chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC), que foi desenvolvida a partir do final do século XIX, no qual podemos destacar contribuições de cientistas como Max Planck ou Albert Einstein, entre outros. Dentre essas contribuições podemos citar, por exemplo, o estudo do quanta de energia, a relatividade geral e o efeito fotoelétrico que acabaram por possibilitar uma nova maneira de pensar, não só na ciência, mas também em várias outras áreas do conhecimento. Conforme afirma Pujol (2002, p. 15):

[...] essa visão permitiu relacionar as partes com o todo e o todo com as partes, rompendo com a causalidade linear e dando lugar à outra que contempla a interação, a probabilidade e a complementaridade que favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes dados à complexidade atual. Por isso, a educação científica de hoje precisa contemplar aquilo que é antagônico e complementar.

No entanto, muito 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). Levando em consideração que os conceitos de FMC estão por trás do funcionamento de aparelhos que, atualmente, são utilizados de forma corriqueira no dia-a-dia da maioria das pessoas, é imprescindível que os alunos do Ensino Básico conheçam os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e, certamente, poderá definir o seu futuro profissional (Valadares, 1998).

A prática de ensino de Ciências Naturais e Matemática, principalmente o ensino de Física diverge das relações entre as novas tecnologias e seus conceitos científicos. Os currículos das escolas brasileiras têm permanecido inalterados em sua estrutura básica, deste modo ainda não é comum que assuntos envolvendo conceitos de FMC sejam discutidos em sala de aula (Terrazzan, 1992). Além disso, são escassos os cursos de formação continuada que possibilitem o desenvolvimento de práticas pedagógicas que envolvam a FMC e, por isso, poucos professores se aventuram nessa área de conhecimento. “Neste sentido é importante que o currículo busque incorporar os desenvolvimentos da física que ocorreram neste século, trazendo a física do ensino médio, mais próxima da física que os físicos fazem atualmente” (Borges, 2005, p.14).

Talvez por isso os alunos não demonstrem grande interesse em aprender física, pois não conseguem fazer uma ponte entre os conceitos vistos em sala de aula, com a física do cotidiano, e quando estes apresentam interesse, lhes falta alguém para ensinar sobre os conteúdos e aplicações da física. Uma alternativa para auxiliar neste despertar é a construção de uma série de modelos e protótipos de dispositivos e equipamentos que ilustram os princípios da Física Moderna e suas aplicações práticas. Com isso, o aluno passa a ter motivação, já que terá a possibilidade de enxergar o mundo com outros olhos.

No entanto, não basta apenas introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver uma preparação adequada e oportunidade de atualização para os professores que precisam ser os atores principais 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, “segundo Sonza (2007, p.17), em sua maioria a atual forma de ensino é centrada na memorização de fórmulas ou procedimentos que serão realizados automaticamente, quando solicitados”. Deste modo os alunos acabam condicionados a decorarem as respostas certas, sem criar novas perspectivas sobre o problema.

O professor potencializa muito mais a resposta do que a pergunta e, com isso, não desperta a curiosidade do seu aluno com relação ao conteúdo, não permite a ele construir sua opinião ou lançar suas hipóteses. Para isso, o professor, sobretudo, não deveria fornecer todas as respostas. O ensino visando à construção de conhecimento caracteriza-se pela promoção de debate, da hipótese divergente, da dúvida, do confronto de ideias, de informações discordantes e da exposição competente de conteúdos formalizados (Becker, 1993).

Nesta linha, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que podem ser definidas como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum, pode ser utilizado para auxiliar no ensino de conceitos de FMC no ensino médio, pois “permeiam o cotidiano, independente do espaço físico e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar” (Brasil, 1999).

Aprendizagem Significativa

No contexto educacional, toda a aprendizagem, para que realmente aconteça, precisa ser significativa para o aluno, isto é, precisa envolvê-lo como pessoa em sua totalidade de ideias, sentimentos, cultura e sociedade (Abreu, 1990). Para isso a aprendizagem deve estabelecer relações com o universo de conhecimentos, experiências e vivências do aluno e que lhe permita formular problemas e questões que de algum modo o interessem.

A aprendizagem deve entrar em confronto experimental com problemas práticos que despertem o interesse e permitam ao aluno participar do processo do processo de aprendizagem, para, deste modo, suscitar modificações no comportamento e até mesmo na sua personalidade. A aprendizagem significativa implica a aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa quanto a apresentação ao aluno de um material potencialmente significativo (Ausubel; Novak; Hanesian; 1980).

Já o ensino, por sua vez, aponta para o professor como agente principal e responsável pelo processo de transferência de informação. As atividades centralizam-se na sua pessoa, qualidades e capacidades. “Um bom ensino deve ser construtivista, estar centrado no aluno, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa” (Moreira, 2011, p. 25). A base para que um processo de ensino seja construtivista e leve o aluno a uma aprendizagem significativa implica em transformar a mente de quem aprende que deve reconstruir, em nível pessoal, os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles (Pozo, 2009).

A teoria da aprendizagem significativa desenvolvida pelo psicólogo estadunidense David Ausubel é considerada como sendo um “processo através do qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aluno” (Moreira, 2011, p. 26).

Quando se fala em características não arbitrárias, quer dizer que, o material potencialmente significativo não se relaciona com qualquer aspecto arbitrário da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel (1980), chama de subsunçores. Para este autor, um subsunçor é considerado como “todo o conhecimento prévio do aluno que pode servir de ancoragem para uma nova informação relevante para o mesmo” (Machado; Ostermann, 2006, p. 7). Estes novos conceitos, proposições e ideias podem ser aprendidos significativamente desde que outros, especificamente relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito para funcionarem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

A característica de substantividade está relacionada ao que é incorporado à estrutura cognitiva, ou seja, a composição do novo conhecimento, das novas ideias, não necessariamente as

palavras utilizadas para expressá-las. Podem-se expressar os mesmos conceitos através de distintos signos e de diferentes maneiras, equivalentes em termos de significados. Assim, “uma aprendizagem significativa não pode depender da utilização de apenas um tipo de signo em particular e sim de diversos” (Ausubel; Novak; Hanesian; 1980, p. 38).

Mas, para que a aprendizagem significativa ocorra realmente, não é suficiente que as novas informações sejam simplesmente relacionadas a ideias correspondentemente relevantes, é também necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, este deve possuir subsunçores relevantes para servirem de ancora para os novos conceitos (Ausubel; Novak; Hanesian; 1980).

Quando a aprendizagem de novas informações acontece, com pouca ou nenhuma interação com os conhecimentos e conceitos relevantes existentes na estrutura do aluno, Ausubel a define como aprendizagem mecânica. Nesta situação, a informação é armazenada de maneira arbitrária. Não existe uma ancoragem nas informações já armazenadas anteriormente. O novo conhecimento fica solto na estrutura cognitiva sem ter subsunçores para se relacionar. Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo, ou no contexto da aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento. A memorização de letras sem uma relação lógica ou que não forma nenhuma sílaba conhecida, formulas matemáticas decoradas ou resultados numéricos, podem ser exemplos de aprendizagem mecânica. No entanto a aprendizagem mecânica é necessária quando o aluno recebe informações e conceitos totalmente novos, que ainda não dispõem de subsunçores na estrutura cognitiva.

Assim, a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio (Pelizzari, 2002). No entanto, se estes ainda não estão formados, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios para servirem de ancora e levarem ao desenvolvimento de subsunçores que irão facilitar a aquisição dos conhecimentos futuros. Organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de ideias consistentemente relacionadas entre si.

Segundo Ausubel e colaboradores, podem-se identificar três tipos básicos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional, “sendo a aprendizagem representacional o tipo mais básico, que inclusive condiciona todos os outros aprendizados significativos” (Ausubel; Novak; Hanesian; 1980, p. 42). A aprendizagem representacional refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários. Ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa (Moreira, 2011).

A aprendizagem conceitual acontece quando o aluno percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Conceitos indicam regularidades em eventos ou objetos. Por exemplo, quando uma pessoa tem o conceito de carro, o símbolo “carro” representa uma infinidade de objetos com determinados atributos, propriedades e características comuns. No entanto, para chegar ao conceito de carro, provavelmente, o aluno passou por inúmeras representações de “carro”.

Outro tipo de aprendizagem é a proposicional, que implica em dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. Ou seja, uma proposição potencialmente significativa para o aluno, expressa verbalmente por uma sentença, interage com ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva e, dessa interação, surgem os significados da nova proposição.

É bastante comum que alunos, acostumados a longas experiências em fazer exames, adquiram o hábito de memorizar os conceitos, muitas vezes, até simulando uma associação e não apresentar uma disposição para o relacionamento dos novos conceitos com os conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. No entanto, por outro lado, se o aluno não consegue resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que ele tenha apenas memorizado os princípios e conceitos relacionados à resolução do problema.

Dentro do processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, introduz-se o princípio da assimilação (Moreira, 2011). Isso acontece quando se apresenta uma nova informação potencialmente significativa, que é relacionada e assimilada por um conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva e se torna um produto interacional que modifica este. Após a aprendizagem significativa, começa um segundo estágio de subsunção, denominado assimilação obliteradora, pois as novas ideias se tornam dissociáveis dos subsunçores se tornando um único conceito. O esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem significativa, o que Ausubel define como sendo a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados, que serviram de ancoradouro cognitivo. No contexto da aprendizagem significativa, a dissociabilidade significa a separação ou não de conceitos relacionados na estrutura cognitiva do aluno.

Isso depende da relevância do subsunçor, que pode ser denominado subsunção subordinada, a qual é dividida em subsunção derivativa, quando o conhecimento aprendido deriva de outro mais genérico ou subsunção correlativa que acontece quando o conhecimento aprendido é uma extensão, modificação ou elaboração de um já existente. Por exemplo, aprender que um determinado animal, relativamente conhecido, é mamífero é uma subsunção derivativa, porém aprender que o morcego e a baleia também são mamíferos, certamente será uma subsunção correlativa. “A ideia é simples: em algumas aprendizagens significativas o(s) subsunçor(es) se modificam bastante em outras não”. (Moreira, 2012, p. 38).

A aprendizagem significativa pode ser superordenada, quando o conhecimento mais específico ocorre, primeiro, para somente então o conhecimento mais genérico ser adquirido a partir deste. Por exemplo, quando um aluno desenvolve os conceitos sobre pássaro, galinha, pato, etc., futuramente poderá entender que todos esses são subordinados ao conceito “aves”.

Para auxiliar na organização dessas ideias na estrutura cognitiva, podem ser utilizados os mapas conceituais, que são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar outros conceitos. O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e, em razão, disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Moreira; Buchweitz, 1993).

De modo geral, a aprendizagem significativa faz com que o professor busque organizar os conteúdos de modo a dialogarem com a vivência do aluno. Assim, o novo conhecimento será integrado a partir dos saberes que o aluno já possui. É importante problematizar, fazer as perguntas, potencializar os conhecimentos prévios do aluno sobre o assunto para que este faça sentido e possa, assim, desenvolver suas competências educacionais. Deste modo, ao ensinar um conteúdo é importante que o aluno compreenda porque ele está aprendendo aquilo, para que esteja aprendendo e em que momento ele irá utilizar esse conhecimento em sua vida. Não se pode ter medo de dialogar e de discutir com os alunos sobre o que se está ensinando e sobre o que ele está aprendendo. Essa relação dialógica faz parte do processo de ensino e da aprendizagem e o conteúdo tem que significar alguma coisa para o aluno para que ocorra realmente uma aprendizagem significativa.

A Estratégia Hands-on-Tec

Desde 2011, o grupo de pesquisa Mídias e Educação, no qual o autor desta pesquisa está inserido, tem desenvolvido 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 TIC no processo de ensino e aprendizagem, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (CNMT), em particular, a 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. Deste 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 Resolução de Problemas (RP) e a utilização das TICs com enfoque nas Tecnologias Educacionais Móveis (TEMs).

A técnica *Hands-on*, cuja tradução em português seria “mãos na massa”, 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. Neste sentido, a técnica apresentada evidencia que a ciência deve ser vivida para ser entendida (Chevalérias, 2002; Rosa & Silva, 2012).

A técnica supracitada consiste em desenvolver competências que compreendem: a observação, a investigação, o registro e a discussão. Por meio dela, durante a realização do trabalho científico, o aluno constrói progressivamente competências de linguagens, tanto orais como escritas, ao mesmo tempo em que elabora o seu raciocínio. Assim, o professor poderá estimular os alunos na sala de aula a discutirem em grupos, ações que poderão solucionar um determinado problema de ciências.

No sentido acima, Rosa et al (2012) propôs uma extensão da *Hands-On*, a qual denominou *Hands-on-Tec* (mãos na tecnologia) cujo objetivo principal é favorecer a aprendizagem de CNMT apoiadas por tecnologias educacionais. No contexto acima, considera-se que a portabilidade das Tecnologias Educacionais, principalmente as móveis, 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 estabelecidas por professores.

A sequência para a realização de uma atividade *Hands-on-Tec*, divide-se em três fases distintas, conforme representado na Figura 1. A primeira (1) é formada pela apresentação, problematização, levantamento de hipóteses e experimentação; (2) a segunda em um grande grupo, relatando as hipóteses e as dificuldades enfrentadas para realizar o experimento e a solução encontrada e, a contextualização com o professor; a (3) terceira fase composta de duas etapas: (a) o uso das TEs, que inclui a pesquisa na *internet* e (b) relatório individual, que segue passos de Resolução de Problemas (RP), elaborado nos *laptops* em *softwares* de edição de texto, de edição de imagens, de apresentação, de edição de vídeos, etc. Nesta última fase, é o momento em que, normalmente, utiliza-se, com maior ênfase, as TICs e as TEMs, o que não impede que estas sejam utilizadas em todas as fases de uma atividade *Hands-on-Tec*, como por exemplo, um simulador na etapa de experimentação, computadores, *laptops* ou *tablets* para anotar as hipóteses, dentre outros.

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



Fonte: Elaborado pelos autores.

Hands-on-Tec, Física Moderna e Aprendizagem Significativa

Visando validar a utilização da estratégia *Hands-on-Tec* e o seu grau de contribuição para a aprendizagem significativa de conceitos de FMC, foi elaborada uma sequência didática composta de três atividades baseadas nessa estratégia. As atividades foram aplicadas em uma oficina pedagógica, distribuída em quatro encontros, perfazendo um total de 20 horas. Os participantes da oficina pedagógica foram alunos de ensino médio de uma escola situada na serra catarinense. A oficina ocorreu no primeiro semestre de 2013, com quatro horas semanais durante um mês.

As atividades foram elaboradas em três etapas consecutivas, sendo que cada uma estava ligada com a outra, obedecendo a uma sequência, com o objetivo de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem. A primeira atividade iniciou-se com o estudo das escalas, a segunda com o estudo do átomo e na terceira etapa, recorreu-se ao estudo da luz. Desta forma, buscou-se utilizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre escalas de medida, para servirem de subsunçores no processo de ancoragem dos novos conceitos a respeito de dimensões microscópicas.

A primeira atividade pedagógica intitulada “Estudo das Escalas”, deu enfoque para as diferentes dimensões e medidas de objetos conhecidos pelos alunos, iniciando com os seguintes questionamentos: (a) qual é o comprimento e a massa dos objetos? Qual é o menor objeto que conseguimos enxergar e medir? Cada grupo de aluno primeiramente levantou hipóteses sobre inúmeros objetos, de diferentes dimensões, dispostos em uma mesa, sem que pudessem tocá-los ou medi-los. Em seguida, após todos anotarem e discutirem em grupo as supostas dimensões dos objetos, os alunos tiveram acesso aos objetos para dar início à medição. Os valores teorizados foram comparados com os valores práticos, ou seja, aqueles que foram medidos. Em seguida, realizou-se a socialização dos resultados e das dúvidas surgidas durante a realização das medidas.

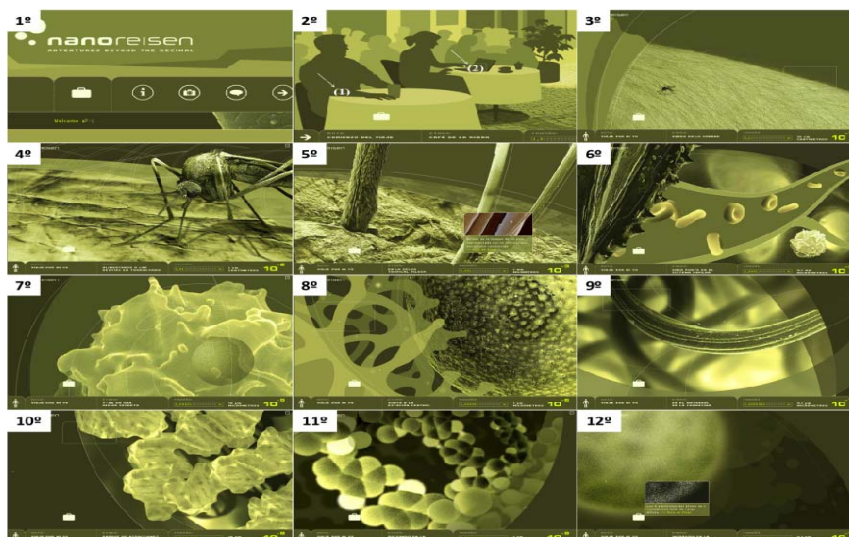
Evidenciou-se, neste momento, em algumas falas dos alunos, o surgimento de aprendizagem representacional de conceitos, como, densidade e massa após as discussões sobre o peso de alguns objetos de diferentes tamanhos. O alinhamento conceitual se deu pelos próprios alunos, apenas com a orientação do professor.

Durante esse momento, o professor questionava constantemente os alunos em relação a assertividade dos valores e como eles poderiam testá-los em seguida, como por exemplo: por que você acha que o pedaço de madeira pesa mais que a esfera? Será que essa é realmente a menor dimensão daquele prego? Como é possível medir a espessura de uma folha de papel? É possível

medir um fio de cabelo? Até qual tamanho de material conseguiremos enxergar a olho nu? Qual é a menor parte de uma peça qualquer? A menor parte daquele pedaço de arame terá massa?

Para melhor fixar esses conceitos sobre escalas, o professor iniciou juntamente com os alunos a exploração das dimensões da matéria, utilizando para isso, um site que apresenta simulações e animações (<http://www.nanoreisen.de/>), conforme Figura 2, desde o nível do metro até a escala atômica. Nesta “viagem”, os alunos puderam explorar de maneira dinâmica e com referência à dimensão (metro, centímetro, milímetro, micrômetro e nanômetro) as diferentes formas e composições da matéria.

Figura 2 – Imagens dos diferentes níveis do simulador Nanoreisen



Fonte: www.nanoreisen.de.

Ficou claro, para os alunos, conforme Quadro 1, que apresenta alguns relatos dos mesmos, que as dimensões de medida vão muito além do que nossos olhos, em condições naturais, podem ver e assim, após terem feito suas anotações foi finalizado o primeiro encontro, ficando como tarefa para cada aluno pesquisar na internet ou em livros mais detalhes sobre os conteúdos vistos, preparar o relatório durante a semana e a apresentação para o encerramento da oficina. A partir dessas informações apresentadas, facilitou-se aos alunos a ampliação de sua estrutura cognitiva com a incorporação de novos conceitos relacionados às dimensões microscópicas, que serviram de subsunçores para ancorar os conceitos apresentados nos próximos encontros, tornando-se, assim, potencialmente significativos.

Quadro 1– Relato dos alunos após estudos sobre as dimensões

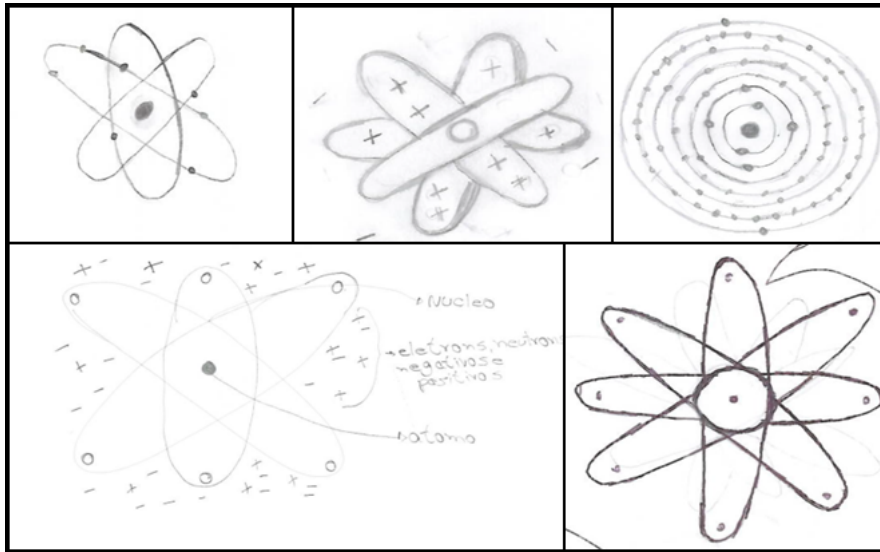
A(2)	<i>“mesmo que alguma coisa seja muito pequena, pode ser medida e mesmo que a gente não consiga ver ela existe como o átomo”</i>
A(9)	<i>“massa é a quantidade de matéria que um corpo ou alguma coisa possui, que não varia, sendo a mesma em qualquer lugar da terra ou fora dela”</i>
A(20)	<i>“os valores de massa variam dependendo da dimensão que observamos, sendo muito pequena ou muito grande, mas sempre encontramos um valor de massa para qualquer parte de um corpo”</i>

Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013.

No segundo encontro, iniciou-se o estudo da evolução dos modelos atômicos ao longo dos tempos e as suas interações entre núcleo e eletrosfera, bem como as partículas elementares que o compõem. Iniciando, novamente, com algumas questões-problema: (a) Como você representaria o átomo? (b) Será que o átomo realmente é a menor parte da matéria?

Cada grupo, após conversar entre si, representou em forma de desenho um átomo, segundo suas concepções, conforme Figura 3. O professor orientou cada grupo quanto à importância da formulação de hipóteses sobre a “representação correta” do átomo, lembrando que esta seria apenas uma representação, uma maneira de ilustrar o formato, comportamento e partes de um átomo em um nível escalar diferente, conforme estudado no encontro anterior.

Figura 3 – Representações de um Átomo feita pelos alunos



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013.

Estas questões motivaram os alunos a buscarem a resposta correta e refletir sobre ela, possibilitando-os a mobilizarem conhecimentos e desenvolverem a capacidade para gerenciar as informações que estão ao seu alcance dentro e fora da sala de aula. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos relacionados aos modelos atômicos que cada um conhece ou imagina como sendo o mais apropriado.

Deste modo, segundo uma perspectiva ausubeliana, o desenvolvimento de conceitos foi facilitado por elementos inclusivos que foram introduzidos primeiro, para depois, serem diferenciados progressivamente em detalhes, ou seja, para alguns alunos que não tinham um modelo atômico definido, após estudarem as escalas em dimensões conhecidas, alinharam algumas informações sobre o átomo como, por exemplo, que é algo muito pequeno, com elétrons, órbitas, etc., passaram, a partir daí, relacionar estes itens e formar um novo conceito sobre o que deve ser o átomo e como representá-lo.

No terceiro encontro, a atividade realizada foi o “Estudo da Luz” com o objetivo de estudar o espectro eletromagnético a partir da luz visível. Esta atividade buscou estabelecer critérios para diferenciar as radiações presentes no espectro eletromagnético, permitindo caracterizá-la através de sua frequência e energia.

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 e, ao lado do desenho, relacionar as três principais cores da chama com o nível de temperatura. Depois de feito os desenhos, os alunos deveriam responder as 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, conforme ilustra a Figura 4. Após a vela acesa, todos observavam atentamente para diferenciar as cores da chama. “A chama é vermelha, laranja, amarela, verdinha e azul”, citou a aluna (A2). “Não, é azul, amarelo forte e amarelo fraquinho” respondeu a aluna (A13). De modo geral os alunos representaram a chama destacando as cores amarela, laranja e azul.

Figura 4 – Alunos analisando a chama da vela



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013.

Durante os momentos da atividade, o professor circulava pelos grupos formulando questionamentos para os alunos, 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, etc. Esse procedimento foi realizado para instigar os alunos a levantarem hipóteses sobre o assunto e formularem conceitos. Isso é importante, pois, assim, a investigação científica se inicia quando se descobre que os conhecimentos e conceitos existentes, são insuficientes para explicar os problemas e as dúvidas que surgem. O professor entrevistou, de maneira sutil para direcionar as investigações em direção aos conceitos científicos.

Após o professor exemplificar o fenômeno, falando do Sol e de outras estrelas, o aluno (A18) perguntou: “se fosse aquecendo o sol mais e mais ele iria ficar vermelho?” e a aluna (A5) interveio com outra pergunta: “por que existe estrela azul?”. A resposta veio da aluna (A4) que respondeu: “porque a temperatura dela é diferente das outras”. Afirmações estas, em parte alinhadas com os conceitos científicos, mas incompletas. Surgiram, também, novas questões em relação ao assunto, algumas formuladas pelos próprios alunos outras pelo professor, que foram discutidas nos pequenos grupos e esclarecidas.

Como os alunos já haviam estudado as escalas atômicas e o átomo foi possível criar uma relação didática para esclarecer as dúvidas a respeito deste fenômeno. Ao mostrar que quando um elétron recebe energia ele salta de camada eletrônica e ao retornar, ele libera essa energia quantificada, chamada de fóton, em forma de radiação pode-se ensinar um dos principais conceitos da FMC.

Para dar continuidade ao estudo da origem da radiação utilizou-se da exploração do simulador “Modelos do Átomo de Hidrogênio”

(http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom) onde foi possível que os alunos interagissem 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.

Para finalizar a oficina pedagógica, os alunos formularam apresentações, em grupos, a respeito dos conceitos estudados, utilizando-se de vídeos, maquetes, imagens e cartazes. Apresentaram conclusões curtas, no entanto claras, a respeito dos conceitos sobre átomo, luz e suas relações com a FMC. É claro que nem todas as afirmações dos alunos estavam totalmente corretas em relação aos conceitos científicos, apresentando alguns “desvios” que foram sendo corrigidos no decorrer das discussões entre os próprios alunos e com a orientação do professor, onde se pode evidenciar a aprendizagem significativa em vários momentos. A aprendizagem significativa apareceu na forma de aprendizagem representacional, aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional, conforme se pode perceber em alguns dos comentários dos alunos durante as atividades e em suas apresentações.

Considerações Finais

Com a utilização da estratégia *Hands-on-Tec* nesta oficina pedagógica, foi possível resgatar a participação e a motivação dos alunos, por meio da apresentação de novos assuntos de maneira dinâmica e contextualizada utilizando-se, para isso, tecnologias educacionais como os computadores para interagir com simuladores eletrônicos. A *Hands-on-Tec* proporcionou uma potencialização da figura do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem, tornando-a significativa, pois durante as discussões, não é o professor que fornece as respostas, mas os alunos que as identificam dentre as várias opiniões apresentadas e testadas. No entanto, de modo algum o professor torna-se sujeito passivo nesse processo, muito pelo contrário, é o professor o grande responsável em conduzir os alunos à descoberta e ao alinhamento dos novos conceitos de acordo com o rigor científico e os objetivos pedagógicos da aula.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e seus colaboradores (1980), bem como as diretrizes de (Moreira, 2011) contribuíram para nossa compreensão dos processos de aprendizagem, dos conceitos científicos. Foram evidenciados durante a realização da oficina pedagógica, momentos de ocorrência de aprendizagem significativa do tipo representacional, conceitual e proposicional, bem como indícios de aprendizagem superordenada, subordinada e combinatória por parte dos estudantes nas atividades propostas, contribuindo para que o professor compreendesse como os conceitos foram assimilados pela estrutura cognitiva e de que maneira estes se encontram organizados.

A descoberta, discussão, experimentação, inferência, questionamentos e resolução de problemas pelos alunos favoreceram a assimilação dos novos conceitos, pois incorporou-se à estrutura cognitiva a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não apenas os termos utilizados para expressá-los, sendo que o mesmo conceito pode ser expresso ou entendido de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos e significados variando de aluno para aluno, conforme observado durante a realização das atividades. A aula baseada na *Hands-on-Tec* proporcionou aos alunos a construção de novos conceitos a partir daquilo que eles já conheciam ou imaginavam, sendo que os novos conhecimentos adquiriram significados, por um processo interativo ancorando-se em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva, como por exemplo, as relações de temperatura e tonalidade de uma chama.

A *Hands-on-Tec* orientou o professor a conduzir sua aula com base em questões investigativas, constituintes de problemas reais e presentes no cotidiano do aluno. Assim, a *Hands-on-Tec* pode ser considerada uma estratégia pedagógica que colabora com o ensino de FMC e auxilia, também, que as TICs sejam incorporadas na sala de aula, mas sem descartar formas de

ensino já consolidadas e com grande potencial pedagógico. A *Hands-on-Tec* tem, também, como ponto positivo, o dinamismo com que a aula pode ser conduzida, o que dá ao professor autonomia para adaptar as atividades conforme o andamento da turma. Cada atividade pode ser modificada e melhorada, conforme o professor for aplicando a diferentes turmas.

Um dos impactos educacionais foi a percepção de que os envolvidos mostraram sentir-se valorizados e recompensados em função da estratégia pedagógica utilizada. Constataram-se, também, mudanças atitudinais positivas, principalmente no que se refere à autonomia e interesse dos aprendizes por novas pesquisas. Consequentemente, também houve o desenvolvimento de habilidades e competências tecnológicas. Identificou-se como atividades mais frequentes realizadas pelos alunos, a pesquisa na internet, a elaboração de *slides*, a criação de vídeos e textos e o uso de diferentes recursos educativos digitais: planilhas eletrônicas, editores de texto, recursos multimídia, jogos, e-mails e blogs. Também se ressaltou que o computador se tornou um instrumento facilitador do processo de letramento digital, não só no uso de softwares específicos, como também de circulação de procedimentos e conteúdos de leitura e escrita auxiliando na assimilação de conceitos de FMC.

Referências

- Abreu, M. C. de. (1990). *O professor universitário em aula: prática e princípios teóricos*. 8ª ed. São Paulo: MG ed. Associados.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Becker, F. (1993). *Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante*. Educação e Realidade, Porto Alegre, RS, v. 18, n.1, p. 43-52.
- Borges, M. D. (2005). *Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma experiência didática com a teoria da relatividade restrita*. 140f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.
- Brasil. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC.
- Chevalérias, F.(org). (2002). *Enseigner les sciences à l' école – cycles 1, 2 et 3. Edith Saltiel – La main à la pâte*. Université Paris 7 Jean-Pierre Sarmant, inspeção geral da educação nacional.
- Machado, M. A.; Ostermann, F. (2006). *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.
- Moreira, M. A. (2012). *Al final, que és aprendizaje significativo?*. Qurriculum (La Laguna), v. 25, p. 29-56.
- Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente*. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 25-46. Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M. A.; Buchweitz, B. ; Rosa, P. R. S. (1993). *Alunos bons solucionadores de problemas de Física: caracterização a partir da análise de testes de associação de conceitos*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 15, p. 22-60.

- Oliveira, F. F. de. (2007). *Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454.
- Ostermann, F.; Moreira, M. A. (2000). *Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Área de Pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"*. Porto Alegre: Investigações em Ensino de Ciências – V5(1), pp. 23-48.
- Pelizzari, A. (2002). *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul, 2002.
- Pozo, J. E. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed.
- Pujol, R. (2002). *Educacion Científica para la ciudadanía em formación*. In: Alambique, n. 32, abril, 2002.
- Rosa, V.; Silva, E. E. R. da. (2012). *Laptops Educacionais no Ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. EDUCASUL. 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. (2013). *Hands-on-tec: Estratégia pedagógica e tecnologias móveis*. Anais da VIII Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação: CHALLENGES 2013. Braga, Portugal.
- Siqueira, M. R. da P. (2012). *Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea*. 203f. 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. (2007). *Uma introdução de tópicos de Física moderna no ensino médio*. 95f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e de Matemática) – Centro Universitário Franciscano de Santa Maria. Santa Maria.
- Terrazzan, E. A. (1992). *A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau*. Cad.Cat.Ens.Fís., Florianópolis, v.9,n.3: p.209-214, dez, 1992.
- Valadares, E. de C. (1998). *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.

Recebido em: 05.11.13

Aceito em: 06.05.14