

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA  
E A MATEMÁTICA

EDER RODOLFO FELTRIN

**ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO  
DISPONIBILIZADOS PELO SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO  
NA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA**

Maringá  
2015

EDER RODOLFO FELTRIN

**ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO  
DISPONIBILIZADOS PELO SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO  
NA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Polônia Altoé Fusinato

Maringá  
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

F328e Feltrin, Eder Rodolfo  
Ensino de física : análise dos softwares de simulação disponibilizados pelo site dia a dia educação na perspectiva construcionista / Eder Rodolfo Feltrin - Maringá, 2015.  
81 f; Il., color. figs.

Orientadora: Profa. Dra. Polônia Altoé Fusinato.

Mestrado ( Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática ) - Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática.

1. Ensino de Física. 2. Construtivismo - Ensino de Física. 3. Construcionismo. 4. Software de simulação - Ensino de Física. 6. Tecnologia - Educação. I. Fusinato, Polônia Altoé Fusinato, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

21.ed.530.07

Cicilia Conceição de Maria  
CRB9- 1066  
AHS-001801

## EDER RODOLFO FELTRIN

### **Ensino de Física: *análise dos softwares de simulação disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação na perspectiva construcionista***

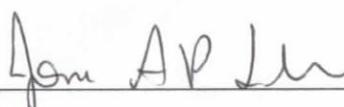
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

#### **BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dra. Polonia Altoé Fusinato  
Universidade Estadual de Maringá - UEM



---

Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva  
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG



---

Profa. Dra. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 27 de Julho de 2015.

Dedico este trabalho:  
Aos meus pais, José Deonísio e Zoraide por disponibilizarem o aparato necessário para meu desenvolvimento.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora pela sua dedicação, atenção, comprometimento e apontamentos para que houvesse um trabalho satisfatório e coerente.

Aos meus amigos Yohan Pereira Mello, Gre Borges, Edenize Sodré, Lilian Pereira e Solange Mendonça por terem contribuído em minha caminhada de construção do presente trabalho.

A minha orientadora do trabalho de conclusão da graduação em Física, professora Ana Paula Giacomassi Luciano, que me direcionou dentro da pesquisa acadêmica, em específico ao conhecimento das tecnologias e o Ensino de Física.

Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades  
para a sua própria produção ou a sua construção.

(Paulo Freire)

## ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO DISPONIBILIZADOS PELO SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO NA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA

**RESUMO:** Ao tratar do Ensino de Física, esse pode se beneficiar em muito com a aplicação dos softwares de simulação em sala de aula. Tais softwares possibilitam simular experimentos que apenas acontecem em grandes e sofisticados laboratórios, ou que a escola não possui os equipamentos necessários para realizá-los, além de modelar fenômenos naturais e possibilitar sua exploração por meio de mudanças das variáveis. O site institucional Dia a Dia Educação, mantido pela Secretaria de Educação do Paraná, disponibiliza softwares de simulação em Física para serem utilizados em sala de aula. No entanto, o professor necessita de um enfoque pedagógico em concepções que produzam uma reestruturação do processo de aprendizagem, para que a tecnologia empregada se coloque a serviço dos seus propósitos e nunca os determinando. Uma dessas concepções é Construcionismo, em que o aluno interage com o computador de maneira ativa, “ensinando-o”. Diante dessas considerações, os seguintes problemas são levantados: as simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista? Os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista? Logo, o objetivo do presente trabalho é analisar, na perspectiva construcionista, as simulações de Física disponibilizadas pelo site Dia a Dia Educação. Justificando-se que tal análise abre reflexão para que os educadores façam o uso dos softwares cabíveis na disciplina supracitada, satisfazendo o processo de ensino e aprendizagem. O método de análise dos dados coletados das simulações foi a Análise de Conteúdo. Conclui-se que na medida em que se analisam os softwares, verifica-se que cabe ao professor, ao trabalhar com essas tecnologias, planejar uma metodologia para aplicá-las em suas aulas, de forma que haja uma participação ativa do aluno na construção de seu conhecimento.

**Palavras-chave:** Tecnologias da informação. Construcionismo. Ensino de Física. Softwares de simulação.

## PHYSICS EDUCATION: ANALYSIS OF SIMULATION SOFTWARE AVAILABLE THROUGH THE SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO IN PERSPECTIVE CONSTRUCTIONIST

**ABSTRACT:** When dealing with Physics Teaching, this can benefit much from the application of simulation software in the classroom. These software are able to simulate experiments that just happen in large, sophisticated laboratories, or that the school does not have the equipment needed to perform them, as well as modeling natural phenomena and enabling their exploitation through changes of variables. The institutional site Dia a Dia Educação, maintained by the Department of Education of Paraná, offers simulation software in Physics for use in the classroom. However, the teacher needs a pedagogical conceptions focus on producing a restructuring of the learning process so that the technology is in the service of its purposes and never determining them. One of these concepts is constructionism, in which the student interacts with the computer in an active way, "teaching him." In view of these considerations, the following issues are raised: the simulations found at Dia a Dia Educação for Physical Education teaching tools are developed in a constructionist perspective? The simulation software, available on the website Dia a Dia Educação can be used by the teacher in Physics Teaching constructionist way? Therefore, the aim of this study is to analyze, in a constructionist, simulations of Physics, available at the site Dia a Dia Educação. Justifying that such an analysis open reflection for educators to make the use of appropriate software in this discipline, satisfying the process of teaching and learning. The method of analyzing the data collected from the simulations was the Content Analysis. We conclude that to the extent that we analyze the software, it turns out that it is up to the teacher, to work with these technologies, devise a methodology to apply them in their classes, in order to act an active student participation in building his knowledge.

**Keywords:** Information technology. Constructionism. Physics Teaching. Software simulation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Recursos Didáticos para o Ensino de Física .....	42
Figura 2 - Software Atrito .....	52
Figura 3 - Software A Hora do Banho.....	53
Figura 4 - Software A Hora do Banho.....	54
Figura 5 - Software Cuidado com o Granizo! .....	55
Figura 6 - Software Cuidado com o Granizo! .....	56
Figura 7 - Software Dilatação Térmica .....	57
Figura 9 - Software Dilatação Térmica .....	58
Figura 8 - Software Dilatação Térmica .....	58
Figura 10 - Software Dilatação – Termômetro.....	59
Figura 11 - Software Dilatação – Termômetro.....	60
Figura 12 - Software Dilatação – Termômetro.....	60
Figura 13 - Software Utilização e Tipos de Energia .....	61
Figura 14 - Software Utilização e Tipos de Energia .....	62
Figura 15 - Software Efeito Fotoelétrico .....	63
Figura 16 - Software Efecto Fotoelectrico .....	64
Figura 17 - Software Espalhamento de Rutherford – Átomo de Rutherford.....	65
Figura 18 - Software Espalhamento de Rutherford – Átomo Pudim de Passas .....	65

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. A PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA .....</b>	<b>13</b>
2.1. A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA .....	13
2.2. A EPISTEMOLOGIA DA FÍSICA.....	17
2.3. CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO .....	19
2.4. CONSTRUCIONISMO.....	22
<b>3. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO.....</b>	<b>29</b>
3.1. TECNOLOGIAS .....	29
3.2. TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO .....	30
3.3. TECNOLOGIAS E O ENSINO DE FÍSICA .....	32
3.4. TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA EDUCAÇÃO NUMA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA PARA O ENSINO DE FÍSICA .....	36
3.5. SOFTWARES DE SIMULAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA .....	38
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>41</b>
4.1. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	41
4.2. ANÁLISE DE CONTEÚDO.....	43
<b>5. ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO DE FÍSICA DISPONIBILIZADOS PELO SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO.....</b>	<b>45</b>
5.1. FASES DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO .	45
5.1.1. PRÉ-ANÁLISE .....	45
5.1.2. EXPLORAÇÃO DO MATERIAL.....	51
5.1.3. TRATAMENTO DOS RESULTADOS .....	66
<b>6. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O EMPREGO DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>68</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas são as maneiras de se trabalhar com o processo de ensino e aprendizagem em uma sala de aula, em que o professor tem a possibilidade de recorrer a uma determinada didática que venha a favorecer seus objetivos. Dentre as metodologias e recursos utilizados em sala, há a viabilidade do uso de livros didáticos, experimentos, vídeos, recortes de revistas, notícias via internet, programas de computador, laboratórios de ciências, entre outros. Esses itens podem ser tratados como ferramentas didáticas, ou seja, instrumentos que auxiliam o educador em seu intento de ensinar. Elas podem ser usadas como meio de aproximação do conteúdo exposto e do aluno, não sendo o fator principal da aula.

Dentre as ferramentas citadas acima estão algumas que pertencem a um grupo denominado tecnologias, que englobam mídias, hipermídias e multimídias. Elas são empregadas largamente pelo ser humano, principalmente nos últimos anos, após a Terceira Revolução Industrial, onde houve um crescimento desse setor. Essas tecnologias nos auxiliam prestando um grande serviço à sociedade e ocasionando facilidades em nossos trabalhos diários. Por ser algo tão próxima da realidade do aluno, desperta a atenção e a curiosidade deste quando inserida em sala de aula.

O professor não deve hesitar sobre a inserção na educação das tecnologias, pois estas já fazem parte de nossa sociedade contemporânea. Cabe ao professor levar para sala esses instrumentos pedagógicos que o auxiliem na tarefa de ensinar. Podendo utilizá-las na construção de experimentos, visualização de vídeos, programas de computadores com modelagem, ou seja, ampliando e dando possibilidade para novas reflexões por parte do aluno.

No caso da Física, podem-se empregar as tecnologias como aparato na construção de experimentos ou num software de simulação, modificando as variáveis do problema físico, criando reflexões. E ainda utilizando algum equipamento tecnológico na realização de atividades que dê como expor algum conteúdo e visualização de vídeos. Porém, como adianta Haidt (1994):

[...] o emprego do computador no processo pedagógico, assim como o uso de qualquer tecnologia, exige do educador uma reflexão crítica. Refletir criticamente sobre o valor pedagógico da informática significa também refletir sobre as transformações da escola e repensar o futuro da educação. (p. 160)

Se o professor tiver essas ferramentas em mãos e domínio de conteúdo, porém não saber como ocorre a aprendizagem, a fim de repensar sua maneira de ensinar, pode não obter soluções favoráveis. O professor, portanto, deve estar amparado de alguma teoria pedagógica do conhecimento para entender como se dá a aprendizagem e como realizará os possíveis passos para a utilização das tecnologias.

Quanto às simulações, usá-las como ferramentas didáticas requer a análise cuidadosa do que significa ensinar e aprender, bem como demanda rever o papel do professor nesse contexto. Não se podem utilizar esses softwares como uma simples oportunidade para passar informações, mas deve-se propiciar a vivência de uma experiência que contextualiza o conhecimento que se espera que o educando internalize.

O site Dia a Dia Educação, portal do Estado Paraná, disponibiliza para o uso como ferramentas didáticas, softwares de simulação na área de Física. A partir das reflexões feitas anteriormente, entendemos ser interessante o estudo das simulações para o Ensino de Física disponibilizado pelo site Dia a Dia Educação, sobre uma perspectiva construcionista. O Construcionismo, teoria criada por Papert, reflete sobre a metodologia assumida na ação pedagógica a fim de que promova o processo de ensino e aprendizagem, envolvendo aluno, professor e computador, numa ação em que o educando participe ativamente do processo de construção de seu conhecimento. O computador não transmite as informações, ele é um recurso de interação. Uma interação de exploração, experimentação, descobertas e reflexão, que acaba por acontecer quando o aluno programa os recursos computacionais. A perspectiva construcionista oferece o entendimento e como o professor pode integrar o computador na sua prática pedagógica (COSTA, 2005).

As simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista? Os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação, podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista? Essas são as questões que movem o presente trabalho e identifica o problema de pesquisa. Tendo como objeto o estudo os softwares de simulação do site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física na perspectiva construcionista.

A justificativa do estudo das simulações é que a análise abre reflexão para que os educadores os utilizem em sala de aula de maneira adequada, promovendo a construção do conhecimento por parte do aluno. Ou seja, este trabalho tem a intenção de possibilitar reflexões e a constatação das qualidades de tais softwares, servindo de aparato para que os educadores possam usá-los em suas aulas, levando os educandos a se tornarem sujeitos ativos e investigadores de seu conhecimento.

Este trabalho pode ser definido como uma pesquisa exploratória (GIL, 2007), pois há um levantamento bibliográfico e análise que estimula a compreensão do tema abordado: uso das simulações em sala de aula. O método utilizado nesta pesquisa para analisar os softwares é a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2006). E a amostra é formada por todos os softwares relacionados ao Ensino de Física encontrados no site Dia a Dia Educação, plataforma institucional mantida pela Secretária de Educação do Paraná.

O objetivo geral desta pesquisa é, portanto: analisar, na perspectiva construcionista, os softwares de simulação para o Ensino de Física disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação, portal educacional do estado do Paraná. Além disso, esta pesquisa pretende: apresentar a teoria construcionista, como metodologia do uso das tecnologias em sala de aula; discutir as tecnologias e sua utilização no âmbito educacional, mais especificamente no Ensino de Física, bem como os softwares de simulação como ferramentas didáticas; analisar os softwares de simulação para o Ensino de Física, disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação, na perspectiva construcionista; discutir o uso dos softwares de simulação encontrados no site Dia a Dia Educação pelo professor no Ensino de Física numa metodologia de perspectiva construcionista.

Este trabalho, além da Introdução, está dividido em cinco capítulos: no Primeiro apresenta-se de forma sucinta a Epistemologia Genética, desenvolvida por Piaget. Nele se discutem alguns conceitos da teoria para posteriormente entendermos o Construtivismo, que por sua vez, embasa o Construcionismo. O construcionismo é usado como base teórica para o estudo dos softwares desenvolvido nesse trabalho. O capítulo posterior trata da história da inserção das tecnologias na educação. As possibilidades de seu uso dentro de sala de aula e como a Física pode usufruir dessas ferramentas didáticas. No Terceiro se discute a metodologia empregada para analisar as simulações disponibilizadas pelo site Dia a Dia Educação para o Ensino Física na perspectiva construcionista. Após, os resultados e discussões da Análise de Conteúdo dos softwares de simulação de Física, encontrados no site Dia a Dia Educação, são apresentados no Capítulo Quatro. Já no último desenvolve-se uma proposta metodológica para o uso dos softwares de simulação para o Ensino de Física, tanto para os disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação quanto para outros. A proposta surge como consequência do capítulo anterior, de onde a análise produz reflexões a cerca de como empregar as simulações como recursos didáticos em sala de aula, favorecendo o Construcionismo. E, por fim, a Conclusão em que se fazem considerações sobre a análise realizada das simulações do site Dia a Dia Educação e da possibilidade de empregá-los em sala de maneira construcionista, mesmo aqueles que possuem características instrucionistas.

## **2. A PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA**

Neste primeiro capítulo apresentamos a fundamentação teórica que subsidia o entendimento do Construcionismo e que é necessária para a análise dos softwares de simulação encontrados no site Dia a Dia Educação. O Construcionismo discute o uso do computador em sala de aula, tratando da relação que se trava entre aluno, professor e computador e da utilização deste último como recurso didático no processo de ensino e aprendizagem.

Para tanto, se faz necessário, antes, discorrermos sobre alguns conceitos da Epistemologia Genética que ajudarão a compreender como ocorre o desenvolvimento da inteligência e como o conhecimento é construído no sujeito. Tais conceitos possibilitaram o surgimento do Construtivismo, que por sua vez disponibilizou o aparato necessário para o desenvolvimento do Construcionismo.

### **2.1. A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA**

Para refletir sobre os processos de desenvolvimento e da aprendizagem existem inúmeras teorias que se aplicam em tentar definir algumas particularidades sobre os mesmos. Analisar a prática pedagógica sobre a luz da Epistemologia Genética, estruturada por Piaget, é de suma importância, pois esta teoria tem sido utilizada em larga escala na educação, como amparo teórico para métodos e procedimentos educacionais, tais como o Construtivismo e o Construcionismo. Estes últimos servirão de base teórica para o estudo desenvolvido no presente trabalho. Algumas contribuições da teoria piagetiana para questões relacionadas à educação e as possíveis relações entre o desenvolvimento e a aprendizagem serão apresentadas.

O suíço Jean Piaget, nascido em Neuchâtel em 1896, formou-se em Ciências Naturais (Biologia e Filosofia) pela Universidade de Neuchâtel. (GOMES; BELLINI, 2009) Inicialmente Piaget se dedicou aos estudos científicos de ênfase biológica, com 22 anos doutorou-se em Biologia. Pesquisando sobre a relação entre organismo e o meio, passa a estudar a natureza humana. Muda-se para Zurique, buscando uma iniciação na psicologia experimental. Dedicou-se a inteligência humana, considerando-a dependente, pois necessita do meio para sua construção, que se faz através da ação. Passa a trabalhar em seu laboratório, a convite de Alfred Binet, estudando o desenvolvimento intelectual da criança a partir de testes

elaborados. Após enviar três artigos com os resultados de seus trabalhos assume um cargo no Instituto Jean-Jacques Rousseu da Universidade de Genebra, onde desenvolveu o restante de seus estudos. Em 1924 publica seu primeiro livro: “A Linguagem e o Pensamento da Criança”, no qual trata do objetivo da linguagem. A partir de então, mostra que o progresso da inteligência infantil se coloca através da mudança de suas características. Em 1926 publica “A Representação do Mundo na Criança”, quando examina o desenvolvimento progressivo do pensamento infantil em suas tentativas de explicar realidades. Neste livro, Piaget descreve o método clínico, que viria a ser a base metodológica da Psicologia Genética, fundamentada na observação e entrevista clínica. Após inúmeras publicações relatando a evolução de seus estudos, em 1950 publica “Introduction à L'Épistémologie Génétique”, que em 1970 é lançado na forma de um breve resumo sob o título: Epistemologia Genética. Nesta obra, após apresentar uma análise de dados biológicos e de um exame dos problemas epistemológicos clássicos, formaliza sua teoria. Faleceu na cidade de Genebra em 1980; durante seus 84 anos de vida escreveu mais de 60 livros e 1500 artigos, apesar de biólogo, foi um autor de Psicologia, buscando entender como se dá a construção do conhecimento no ser humano, por este motivo também é considerado epistemólogo. (GOMES; BELLINI, 2009)

[...] torna-se claro que não tem sentido se referir a um método pedagógico Piagetiano. Piaget não é pedagogo, não é psicólogo, e jamais formulou uma teoria de aprendizagem. Seu objetivo maior é a busca do entendimento de como o conhecimento é construído, e nesta perspectiva ele torna-se epistemólogo. A rigor, o que existe são propostas pedagógicas que utilizam as idéias de Piaget como diretrizes para uma metodologia de trabalho didático-pedagógica visando ao processo de ensino-aprendizagem. (FERRACIOLI, 1999, p.181)

Com a Epistemologia Genética, Piaget explica a construção do conhecimento e o desenvolvimento da inteligência no ser humano. Assim, o termo Genética deve ser entendido como evolução. “Toda inteligência é uma adaptação” (PIAGET, 1982, p. 162), portanto a função da inteligência é adaptar-se ao meio em que o indivíduo está inserido “A adaptação é o equilíbrio entre a assimilação da experiência às estruturas dedutivas e a acomodação dessas estruturas aos dados da experiência” (PIAGET, 1982, p.157) A estrutura da inteligência se baseia na organização. Dessa maneira, seu desenvolvimento não se dá pelo acúmulo de conhecimento, e sim pela complexidade das organizações do intelecto.

A dinâmica do desenvolvimento da inteligência, de acordo com a teoria da Psicogênese, ocorre de maneira organizada, cujo elemento básico é a estrutura mental. Tal estrutura funciona por meio da inter-relação entre os diversos esquemas que, quando modificados, promovem a mudança da estrutura mental e, conseqüentemente, a passagem para uma forma de pensamento mais bem elaborada

que a anterior. (BARDUCHI, 2004, p.2)

O desequilíbrio no sujeito, frente à nova realidade, leva-o à busca de comportamentos adaptativos, que ocorre pelos processos de assimilação e acomodação, sendo estes alguns conceitos da biologia que Piaget transferiu para a sua teoria psicogenética, influenciado pela formação na área. Na assimilação, o sujeito busca solucionar uma determinada situação utilizando uma estrutura mental já formada, ou seja, o objeto de conhecimento é incorporado a um sistema já pronto. Esta estrutura já formada se denomina como esquema. “Um esquema é uma estrutura, ou a organização de ações, que é generalizável em circunstâncias semelhantes, no momento da ação.” (FERRACIOLI, 1999, p.184) Se as estruturas e os esquemas são inadequados ou insuficientes para acomodar o objeto de conhecimento, o sujeito tentará agir de maneira nova, havendo necessidade de modificar suas estruturas presentes para assimilar o novo elemento ou situação, processo este denominado acomodação. Logo, a mente do sujeito procura a estabilidade, o equilíbrio frente a uma situação ou objeto singular. “A evolução ocorre sempre na direção de um equilíbrio, mas sem um plano preestabelecido, assim como a marcha para o equilíbrio da entropia em termodinâmica.” (PIAGET; INHELDER, 1978, p. 134) Existe um processo ativo de incorporação de conhecimento, um processo dinâmico de equilibração, onde há:

[...] sequência de compensações ativas do sujeito em resposta às perturbações exteriores e de regulagens ao mesmo tempo retroativas (sistemas de anéis ou feedbacks) e antecipadoras, que constitui um sistema permanente de tais compensações. (PIAGET; LNHELDER, 1978, p. 134)

Há desequilíbrio perante a um novo objeto de conhecimento, já que este possui um ou mais elementos que não se encaixam nos esquemas existentes. A inteligência se desenvolve a fim de se adaptar a um objeto incomum, fazendo com que haja uma acomodação, para aí sim ele ser assimilado. A busca da mente pelo ponto de equilíbrio conduz ao desenvolvimento da inteligência, sendo um processo contínuo durante a vivência do sujeito. Resumidamente

A adaptação, entendida como processo, é um ponto de equilíbrio entre dois mecanismos indissociáveis: a assimilação e a acomodação. A assimilação diz respeito ao processo pelo qual os elementos do meio exterior são internalizados à estrutura, enquanto que a acomodação se refere ao processo de mudanças da estrutura, em função dessa realização, quando há a diferenciação e integração de esquemas de assimilação. (FERRACIOLI, 1999, p.186)

O processo de incorporação de um novo conhecimento foi mostrado acima. Cabe

agora ressaltar o que proporciona o progresso da inteligência humana. Para Piaget, o desenvolvimento mental depende de fatores, que são quatro. Eles explicam o desdobramento de um conjunto de estruturas para outra.

[...] existem 4 fatores principais: em primeiro lugar, Maturação, uma vez que este desenvolvimento é uma continuação da embriogênese; segundo, o papel da Experiência adquirida no meio físico sobre as estruturas da inteligência; terceiro, Transmissão Social num sentido amplo (transmissão linguística, educação, etc.); e quarto, um fator que freqüentemente é negligenciado, mas que, para mim, parece fundamental e mesmo o principal fator. Eu denomino esse fator de Equilibração ou, se vocês preferem, auto-regulação. (PIAGET, 1964, p. 178)

A maturação não explica todo o desenvolvimento, no entanto é uma condição que abre possibilidades para novas condutas do sujeito. Este primeiro fator do desenvolvimento acontece através do contato com o meio, por ações realizadas sobre o objeto de conhecimento, Piaget estabelece dois tipos distintos: a experiência física, que consiste em agir sobre os objetos, assimilar e construir um conhecimento sobre o mesmo e a lógico-matemática, que revela um aspecto construtivo da própria estrutura. Também consiste em agir sobre os objetos para abstrair suas propriedades, mas não dos próprios objetos, e sim a partir das ações do indivíduo sobre tais. O terceiro fator é a transmissão social, dada pela linguagem, contatos educacionais ou sociais. Não sendo suficiente, pois ela só assimilará as informações que estiverem de acordo com seu nível de pensamento. O último fator é a equilibração, que trata do processo de organização das estruturas cognitivas por meio da passagem constante de um estado de equilíbrio ao desequilíbrio, resultando em um estado superior ao anterior.

Estes fatores produzem uma reorganização mental, fazendo com que a inteligência se desenvolva. Piaget divide estes processos de desenvolvimento das estruturas cognitivas em estágios. Foram descritos de maneira explicativa em algumas obras (PIAGET, 1983, 1967) e são normalmente divididos em quatro. Cada estágio se caracteriza pelo surgimento de estruturas originais que diferem das estruturas anteriores. De forma resumida, eles são:

- Estágio sensório-motor: em média compreende o período dos 18 primeiros meses de vida. Neste estágio tem-se uma maior abrangência da experiência física, a criança procura organizar as informações recebidas do meio externo.

[...] a criança procura coordenar e integrar as informações que recebe pelos sentidos e, restringindo-se ao real, elabora o conjunto de subestruturas cognitivas ou esquemas de assimilação, que servirão de base para a construção das futuras estruturas decorrentes do desenvolvimento ulterior. (FERRACIOLI, 1999, p.184)

O desenvolvimento mental em um estágio é necessário para a formação de estruturas posteriores. Como é o caso da linguagem, que aparecerá necessitando para isso da organização mental do estágio sensório-motor.

- Estágio pré-operatório: período onde se inicia a linguagem e a função simbólica, em que ocorre a representação de objetos e acontecimentos. Neste estágio, que em média compreende a faixa etária de 2 a 7/8 anos, verifica-se o limiar do aparecimento das operações.

As operações são ações internalizadas, ou seja, uma ação executada em pensamento sobre objetos simbólicos, seja pela representação de seu possível acontecimento e de sua aplicação a objetos reais evocados por imagens mentais, seja por aplicação direta a sistemas simbólicos. (FERRACIOLI, 1999, p.184)

- Estágio operatório: neste período ocorrem as operações sobre os objetos de conhecimento. Num primeiro momento, que está aproximadamente entre 7/8 anos a 11/12 anos, as operações se fazem sobre objetos que o sujeito pode manipular, ou seja, objetos concretos. “O pensamento concreto é a representação de uma ação possível.” (PIAGET, 1967, p.64) O pensamento não implica sobre preposições, e sim sobre experiências concretas.

Por exemplo, há as operações de classificação, ordenamento, a construção da idéia de número, operações espaciais e temporais e todas as operações fundamentais da lógica elementar de classes e relações, da matemática elementar, da geometria elementar e até da física elementar. (PIAGET, 1972, apud GOMES; BELLINI, 2009, p.5)

A partir dos 12 anos, as operações passam a ser também formais, onde se tem a possibilidade de formular hipóteses e um raciocínio dedutivo, construído a partir da lógica. “Ocorre à libertação do pensamento, quando a realidade torna-se secundária frente à possibilidade.” (PIAGET, 1967, p.64)

## **2.2. A EPISTEMOLOGIA DA FÍSICA**

Piaget aponta três tipos de Epistemologia das Ciências: a da matemática, a da física e da biologia. (GOMES; BELLINI, 2009) As quais a Epistemologia Genética levanta considerações sobre alguns questionamentos. “Após termos reconstituído a gênese dos conhecimentos, cumpre-nos verificar se os resultados dessa análise comportam alguma aplicação para a solução das grandes questões da Epistemologia Geral, como é ambição da

Epistemologia Genética conseguir fazer.” (PIAGET, 2007, p.73)

No âmbito da Epistemologia do conhecimento da física, Piaget mostra que, inicialmente o sujeito adquire este conhecimento através de resultados da experiência vivenciada por ele. A respeito da noção de velocidade o autor ressalta:

Na criança, observa-se uma intuição precoce da velocidade independente da duração e baseada na noção puramente ordinal de ultrapassagem (ordem de sucessão no espaço e no tempo mas sem referência aos espaços percorridos nem às durações), ao passo que as intuições temporais parecem estar sempre ligadas a relações de velocidade, em especial à simultaneidade. (PIAJET, 2007, p94)

Por intermédio de observações e fatos vivenciados, o sujeito constrói determinadas percepções sobre alguns conceitos. No caso da velocidade, verifica-se, inicialmente, que a questão da ultrapassagem permeia este conceito.

Assim é que o sujeito jovem admitirá sem dificuldades a simultaneidade das partidas e das chegadas para dois movimentos de mesma velocidade, paralelos e originários de pontos vizinhos, mas contestará a das chegadas se um dos dois objetos for mais longe do que o outro. Entretanto, quando finalmente reconhecer essas simultaneidades de partidas e depois de chegadas, continuará a pensar por muito tempo ainda que o percurso mais longo levou mais tempo. (PIAGET, 2007, p.94)

O sujeito começa a construir noções intuitivas do conhecimento da física através das experiências e intercâmbio com o objeto, este conhecimento vai sendo desenvolvido. A noção de espaço percorrido aparece com relação de simultaneidade entre dois objetos. Partiram-se juntos e um deles tem uma variação de espaço maior, logo quanto às chegadas não são simultâneos. Quanto à duração do movimento, percebe-se no adulto a percepção da relação de que um objeto com uma velocidade maior terá um movimento com menor variação de tempo, tendo espaço simultâneo a outro.

Mesmo no adulto, de dois movimentos de velocidades diferentes apresentados em durações breves, o mais rápido parece perceptivamente cessar antes do outro, quando as paradas são objetivamente simultâneas. Do mesmo modo, a percepção das durações será influenciada pelas velocidades. (PIAGET, 2007, p.94)

Com o aparecimento das operações, as experiências entre o objeto e o sujeito se direcionam para um desenvolvimento complexo da inteligência quanto ao conhecimento da física. “Certamente, os fatos gerais e as relações repetíveis que constituem a legalidade, por mais observáveis que sejam, já têm necessidade de operações para serem registrados, e isso a partir de leitura da experiência [...]” (PIAGET, 2007, p.97) E com os esquemas matemáticos,

adquiridos pela experiência lógico-matemática, o conhecimento da física tende a ser formalizado. Dessa maneira, o conhecimento físico assume uma assimilação da qual a experiência articula para os esquemas lógico-matemáticos na ação do sujeito com o objeto.

(...) em outras palavras, são necessárias à construção do conhecimento da física, as atividades dedutivas e experimentais. O conhecimento físico necessita do intercâmbio entre o sujeito e o objeto, ou seja, da experiência do sujeito-físico e sua atividade operatória. Esta atividade operatória dedutiva são os esquemas matemáticos necessários para à formalização da física. (GOMES; BELLINI, 2009, p.8)

No entanto, a construção do conhecimento de física se faz inicialmente no sujeito pela experiência do contato com o meio. Com o surgimento dos esquemas matemáticos, o sujeito tem autonomia para formalizar quantitativamente o conhecimento adquirido pela experiência.

### **2.3. CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO**

Os estudos de Piaget que estruturaram a teoria da Epistemologia Genética possibilitaram que a educação se apropriasse de algumas ideias e levasse a cabo uma forma de interpretar o processo de ensino e aprendizagem. Este conjunto de ideias se denomina Construtivismo. “Construtivismo é, portanto, uma ideia; melhor, uma teoria, um modo de ser do conhecimento ou um movimento do pensamento que emerge do avanço das ciências e da Filosofia dos últimos séculos.” (BECKER, 1992, p.88-89)

Para o Construtivismo, o aluno tende a estruturar o novo conhecimento a partir de um saber prévio, que é adquirido no meio em que vive pela experiência e transmissão social, quando se confronta ideias e ações. Para Rodrigues (2009, p.578) é visto como “uma prática pedagógica mediada, que privilegie o compartilhar de experiências e a valorização do conhecimento prévio, pode possibilitar a construção de novas relações, ampliando o conhecimento dos sujeitos envolvidos nesse processo.” Sobre este conhecimento prévio, constrói-se um conhecimento elaborado, que é realizado na equilibração. Logo, o Construtivismo explica a maneira como se elabora o conhecimento no sujeito, “uma teoria que nos permite interpretar o mundo em que vivemos. No caso de Piaget, o mundo do conhecimento: sua gênese e seu desenvolvimento.” (BECKER, 1992, p.88-89)

O importante, nessa perspectiva, não é o montante de conhecimento adquirido pelo sujeito, mas é fazer com que esses conhecimentos sejam base para novas e futuras aprendizagens, estimulando a capacidade de questionar-se, reagir e transformar a realidade.

É por meio da reorganização dos saberes, anteriores e novos, bem como do diálogo e

da troca de experiências, que poderá ocorrer aprendizagem. Conforme pressupostos construtivistas, os processos de aprendizagem ocorrem na interação do sujeito com o meio social e material.

Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento. (BECKER, 1992, p.88-89)

Considera-se que as informações não estão acabadas e que o conhecimento não vem pronto, mas é construído através da troca de experiências, das interações e do diálogo entre os sujeitos. “O sujeito passa a exercer um papel ativo, dialogando, interagindo, elaborando hipóteses e criando soluções para problemas, desenvolvendo, assim, certas capacidades como questionar, refletir e argumentar.” (RODRIGUES, 2009, p.578) Assim, por meio de situações que provoquem desequilíbrios, o professor desperta a ação do educando sobre o meio, mediando-as para que haja aprendizagem.

No que tange ao Ensino de Ciências, o Construtivismo pregoa que aluno passa a ser um investigador, um agente ativo perante as problematizações colocadas pelo professor e que posteriormente consiga resolver situações diversas dentro de seu contexto social relacionadas com o conhecimento construído. E que não se ignora a realidade social e física deste aluno, buscando para isso uma contextualização em todo o processo de ensino e aprendizagem.

O que nós chamamos uma aproximação construtivista na Educação em Ciência é uma proposta que contempla a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e não a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente adquirido, através do professor ou do livro escolar. (CACHAPUZ, A. et al., 2011, p.112)

Nessa proposta de o educando ser ativo na construção do conhecimento, agindo para isso como um investigador, o professor deve levar em conta o conhecimento que o aluno traz para dentro da sala de aula. Conhecimento este, que foi percebido por suas experiências e a partir dele haverá novas acomodações e/ou assimilações. O aluno não é considerado uma “tábula-rasa”, como qual o educador repassaria o conhecimento para uma folha em branco, dando a entender um processo de absorção do conhecimento. Ao contrário, o educando já traz um conhecimento consigo que passará por um processo de reconstrução e possibilitando uma nova interpretação da realidade. O olhar que o Construtivismo trouxe para a educação retira a visão tanto apriorística e empirista de como se dá conhecimento.

PIAGET derruba a idéia de um universo de conhecimento dado, seja na bagagem hereditária (apriorismo), seja no meio (empirismo) físico ou social. Criou a idéia de conhecimento-construção, expressando, nessa área específica, o movimento do pensamento humano em cada indivíduo particular, e apontou como isto se daria na Humanidade como um todo. (BECKER, 2009, p.9)

O indivíduo passa a ser único, tendo as possibilidades e limitações dentro de seu contexto, mas que, no entanto, pode ter suas capacidades desenvolvidas. Nada está dado e já estruturado a rigor, o educando passa a ser percebido como o agente construtor e responsável pelo seu conhecimento junto de uma condução do professor.

O Construtivismo foi certamente o movimento predominante na educação em geral e, em particular, na pesquisa em ensino de Ciências nas últimas décadas. A imagem de que o conhecimento é ativamente construído pelo aprendiz e não apenas transmitido pelo professor e passivamente apreendido é hoje um lugar comum não apenas entre pesquisadores mas também no discurso de boa parte dos professores de todas as áreas. (CACHAPUZ, A. et al., 2011, p.112)

O Construtivismo trouxe quatro pontos a respeito do ensino e da aprendizagem: a importância do envolvimento ativo do aprendiz; o respeito pelo aprendiz e por suas próprias ideias; o entendimento da Ciência enquanto criação humana; orientação para o ensino no sentido de capitalizar o que os estudantes já sabem e dirigir-se às suas dificuldades em compreender os conceitos científicos em função de sua visão de mundo. (AGUIAR; SARAIVA, 1994)

O sujeito por meio de sua experiência com o mundo físico e o mundo social que o cerca, é impelido a construir o conhecimento por situações de desequilíbrios que essas experiências proporcionam. No contato e nas ações com o mundo físico e o mundo social se assimila as interações de conhecimento já estruturadas. Quando o contato é feito com objetos pertencentes tanto ao mundo social quanto ao mundo físico e que não são assimilados por serem desconhecidos do sujeito, acontece o movimento de equilíbrio. O sujeito constrói estruturas de acomodação e posteriormente assimilação do novo objeto de conhecimento. Dessa maneira, diz-se que houve a construção de um novo conhecimento por meio das experiências realizadas pelo sujeito.

O sujeito age sobre o objeto, assimilando-o: essa ação assimiladora transforma o objeto. O objeto, ao ser assimilado, resiste aos instrumentos de assimilação de que o sujeito dispõe no momento. Por isso, o sujeito reage refazendo esses instrumentos ou construindo novos instrumentos, mais poderosos, com os quais se torna capaz de assimilar, isto é, de transformar objetos cada vez mais complexos. Essas transformações dos instrumentos de assimilação constituem a ação acomodadora. Conhecer é transformar o objeto e transformar a si mesmo. (BECKER, 1999, p.2)

Pensando em uma metodologia que contemple o Construtivismo como teoria norteadora, pressupõe-se que o educando se torne ativo, protagonista no processo de ensino e aprendizagem e dessa maneira possa construir o conhecimento. As experiências tanto físicas quanto abstrata devem fazer parte do contexto da metodologia de preparação de uma aula, levando em consideração que tanto a assimilação quanto à acomodação se dão pelo agir sobre os objetos. Ao professor cabem reflexões de metodologias que contemplem não apenas o ensinar, mas também métodos que levem o aluno a aprender.

#### **2.4. CONSTRUCIONISMO**

Seymour Papert (1928), matemático e professor no Massachusetts Institute of Technology (MIT), desenvolveu o Construtivismo, que se fundamenta na Epistemologia Genética para tratar da relação dos princípios psicológicos, pedagógicos e computacionais, como o mesmo menciona: “assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que outros ismos educacionais a ideia da construção mental.” (PAPERT, 1980, p.20) Graças às influências dos estudos de Piaget, o foco de Papert era o aprender-fazendo, a afetividade, a aprendizagem significativa e reflexiva, pois “o Construcionismo busca meios de aprendizagem que valorizem a construção das estruturas cognitivas do sujeito a partir de suas ações, apoiada em suas próprias construções de mundo.” (ALTOÉ; PENATI, 2005, p.6)

Na perspectiva construcionista, o aluno aprende na sua ação de fazer e construir algo que lhe seja significativo e necessário de modo que possa envolver-se afetiva e cognitivamente com aquilo que está sendo produzido. Dessa maneira, “o Construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (pescando) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam;” (PAPERT, 1994, p.125).

Pioneiro na inserção da informática na educação, Papert se preocupa com a interação entre o homem, a tecnologia e a natureza de aprendizagem. Como podemos observar em sua seguinte afirmação: “minha suposição é que muito do que hoje vemos como demasiadamente 'formal' ou demasiadamente 'matemático' será aprendido facilmente quando as crianças, num futuro bem próximo, crescerem num mundo rico em computadores.” (PAPERT, 1980, p. 19) Pensando no contexto computacional, na década de 60 criou a Linguagem de Programação LOGO, com o intuito de ser utilizada na aprendizagem das crianças. Na visão de Papert (1980), “programar significa, nada mais, nada menos, comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem entender.” (p.18) A programação se torna a

linguagem que rege a relação educando e computador.

Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas ideias mais profundas da Ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais.” (PAPERT, 1980, p.17-18)

Quando o aluno realiza uma programação, os computadores passam a serem utilizados “como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias”. (PAPERT, 1994, p.158) O Construcionismo remete o fazer por parte do aluno de algo de seu interesse, para tanto ter uma aproximação, um vínculo afetivo que o estimule e o motive a estar na ação. Ação essa, de pensar e refletir na construção de objetos. No caso do computador, programas criados e experimentados pelo próprio aluno.

Papert usou o termo Construcionismo para mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno elabora um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador. (VALENTE, 1993, p.40)

O aluno utiliza o computador como um meio, uma ferramenta para construir seu conhecimento. O computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, a aprendizagem ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por meio do computador. O aluno, ao utilizar o computador será o sujeito promotor de uma ação, ou seja, seu lugar deixa de ser o de espectador e passa a ser o de agente. O aluno passa a ter uma postura ativa em relação ao conhecimento, e não mais passiva como antes.

O computador torna-se um elemento de interação que propicia a autonomia do aluno, não direcionando sua ação, mas auxiliando-o na construção de conhecimentos de distintas áreas do saber por meio da exploração, experimentação e descoberta. (ALMEIDA, 1999, p.29)

O fato de interagir com o computador provoca desequilíbrios necessários à construção de novas estruturas. Na constante dinâmica de equilibração, acomodações vão acontecendo para que ocorra assimilação. Neste processo de construir o conhecimento, para o Construcionismo, ocorre quando o aluno ensina o computador.

O aluno se torna ativo na interação com o computador, sua ação de ensinar merece o refletir por sua parte. Como no caso da Linguagem LOGO, citada anteriormente. Nela, guia-se uma tartaruga gráfica na tela do computador, ensinando-a a desenhar formas geométricas

através de uma programação criada. Para que a tartaruga desenhe um triângulo, por exemplo, tem que se refletir sobre essa figura geométrica e criar uma programação para que ela o faça. O fato de refletir e criar são ações que fazem com que o aluno se torne um sujeito ativo. Partirá desse, encontrar maneiras de se executar tais ações, proporcionando nesta interação com o computador a possível construção de seu conhecimento.

Além das linguagens de programação, as planilhas eletrônicas, os mecanismos de busca na internet, as ferramentas de cooperação e comunicação também se destacam ao fazer com que o aluno se torne um sujeito ativo ao interagir com o computador. As planilhas eletrônicas são softwares, tais como o Excel do pacote de aplicativos Microsoft Office e Calc do pacote de aplicativos OpenOffice, que permitem a criação e manipulação de folhas de cálculo, gráficos e também armazenagem de informações. (COSTA, 2010)

No Construcionismo, em que o aluno interage com o computador passando informação para a máquina, se estabelece um ciclo - **descrição-execução-reflexão-depuração-descrição** - que é o propulsor do processo de construção do conhecimento (VALENTE, 1999b):

- **Descrição:** Reflexão sobre como solucionar o problema proposto. O aluno encontra formas de ensinar o computador. Ou seja, resolver o problema e descrever a solução de maneira que pode ser executada pelo computador. “Nesse processo, o aprendiz utiliza todas as estruturas cognitivas construídas a fim de representar e explicitar as etapas da resolução do problema em termos da linguagem de programação.” (ALTOÉ; PENATI, 2005, p.11)
- **Execução:** Após a descrição, o aluno verifica como o problema foi resolvido e surge na tela do computador o resultado da execução que foi realizada. “Assim, o aprendiz consegue um feedback fiel e imediato, obtendo um resultado somente do que foi solicitado à máquina.” (ALTOÉ; PENATI, 2005, p.11)
- **Reflexão:** Aqui ocorre a reflexão do que foi produzido pelo computador. O aluno observa o resultado apresentado e faz uma análise sobre o que foi obtido. Nesta etapa do ciclo, o educando “ao refletir sobre o que foi executado no computador, mediante diversos níveis de abstração, podem acontecer alterações na estrutura cognitiva do aprendiz.” (ALTOÉ; PENATI, 2005, p.11) A reflexão pode promover no aluno tanto a abstração pseudo-empírica, que permite ao aprendiz a dedução de algum conhecimento da sua ação ou do objeto. Quanto

à abstração reflexionante, que permite que o aprendiz reflita sobre suas próprias ideias, elevando para um nível cognitivo mais alto aquilo que foi extraído de um nível mais baixo. Ou, ainda, reorganizar o resultado em termos de conhecimento prévio.

O processo de refletir sobre o resultado do programa pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aprendiz não modifica o seu procedimento porque as suas ideias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador e, então, o problema está resolvido; ou depura o procedimento, quando o resultado é diferente da sua intenção original. (VALENTE, 1999b, p.91)

- **Depuração:** Busca-se novas informações, conceitos e/ou estratégias para a resolução do problema. Ações de repensar e reanalisar o problema proposto. Assim sendo, “o aprendiz pode buscar novas informações, conceitos e/ou estratégias para a resolução do problema.” (ALTOÉ; PENATI, 2005, p.11) As novas informações modificam a descrição anteriormente pensada, alterando a estrutura mental possibilitando assimilação de novos conhecimentos.

Destaca-se, nesse processo, o papel construtivo do erro, despidendo-se do caráter negativo e punitivo, uma vez que a seqüência de encontrar, refletir e corrigir o erro constitui-se em uma oportunidade ímpar para que o aluno aprenda sobre um determinado conceito e/ou estratégias para a resolução da questão apresentada. (VALENTE, 1993, p.104)

Repete-se, nesse momento, o ciclo **descrição-execução-reflexão depuração-descrição**, possivelmente em um nível superior no desenvolvimento cognitivo.

- **Descrição:** Descrição de uma nova ideia, organizada em um nível diferente daquele ocorrido na descrição inicial, pois houve acréscimo de atividades e ações para a compreensão da resolução proposta na questão focalizada.

O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração faz com que o aluno se torne ativo, ao partir de seu conhecimento para encontrar estratégias de se resolver e analisar a solução dos problemas propostos. O ciclo completo torna significativa a compreensão dos conceitos, provocado pela abstração reflexionante. Junto ao computador, cabe também o professor colocar-se como auxiliador na construção do conhecimento por parte do aluno. (ALTOÉ; PENATI, 2005)

Diante as possibilidades que o uso do computador na educação oferece, é interessante que os recursos computacionais sejam usados pelo professor de uma maneira crítica. O

Construcionismo reflete sobre a metodologia assumida na ação pedagógica a fim de que promova o processo de ensino e aprendizagem, envolvendo aluno, professor e computador. Uma ação em que o aluno participe ativamente do processo de construção de seu conhecimento. O computador não transmite as informações, ele é um recurso com o qual o aluno interage. Uma interação de exploração, experimentação, descobertas e reflexão, que acaba por acontecer quando o aluno ensina, programam os recursos computacionais. A perspectiva construcionista oferece o entendimento e como o professor pode integrar o computador na sua prática pedagógica.

O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição foi pesquisado por Valente a partir da Linguagem de Programação LOGO e seus gráficos. No entanto, uma metodologia construcionista pode ser aplicada utilizando outros programas. É possível analisar o ciclo em outros recursos computacionais, tais como (VALENTE, 1999b):

- **Processador de texto:** nesse aplicativo é possível analisar as ações do aprendiz em termos do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. O aluno apenas reflete em termos das ideias originais do formato, comparando-o com o resultado apresentado. Pois o processador de texto só pode executar o aspecto de formato do texto ou alguns aspectos de estilo da escrita, mas ainda não pode executar o conteúdo do mesmo e apresentar feedback em termos do significado ou do conteúdo do que se quer dizer.

Neste caso, para que o aluno alcance níveis superiores de compreensão na construção de seu conhecimento, é imprescindível a atuação do professor, intervindo com questões problematizadoras, apontando aspectos não previstos, sugerindo explicitações. (ALTOÉ; PENATI, p.13, 2005)

- **Uso de multimídia e internet:** No uso das multimídias, o aluno não descreve o que pensa, ele escolhe dentre as opções oferecidas pelo software. Ao escolher determinada opção, o computador executa, apresentando a informação disponível e o aluno reflete sobre esse resultado, que normalmente é uma combinação de textos, imagens, animação, sons, etc. Há uma restrição ao que o software oferece. Já a navegação na internet por parte do aluno auxilia na aquisição de informação, no entanto cabe ao professor direcionar seu aluno para que essas informações se transformem em conhecimento.
- **Desenvolvimento de multimídia ou páginas na internet:** Ao desenvolver um projeto de multimídia ou página de internet, o aluno representa em termos de multimídia uma

sucessão de informações. Uma vez incluídos os diferentes assuntos na multimídia, o aprendiz pode refletir sobre e com os resultados obtidos, depurá-los em termos da qualidade, profundidade e do significado da informação apresentada. Construir um sistema multimídia cria a chance para o aprendiz buscar informação, apresentá-la de maneira coerente, analisar e criticar essa informação apresentada. É necessário que o conteúdo seja trabalhado fora do âmbito do programa ou página na Internet.

Resumidamente, o computador pode ser usado na educação como máquina para ser ensinada, discutido pela perspectiva construcionista. Ou o computador pode ser usado como máquina de ensinar, que consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais. Do ponto de vista pedagógico esse é o Instrucionismo.

A atividade de uso do computador na disciplina curricular pode ser feita tanto para continuar transmitindo a informação para o aluno e, portanto, para reforçar o processo tradicional de ensino (processo instrucionista), quanto para criar condições para o aluno construir seu conhecimento por meio da criação de ambientes de aprendizagem que incorporem o uso do computador (processo construcionista). (VALENTE, 1999a, p.1)

O processo de transmissão de conteúdos programados acontece quando um aluno faz uso do computador e se torna passivo perante a ele, em um estado de receptor de informações. O aluno é o espectador para um volume de conhecimentos pré-determinados, pois a interação existente entre o educando e o computador limita-se ao fornecimento de respostas a exercícios e a avanços ou retrocessos no conteúdo. Na perspectiva instrucionista as informações são passadas aos alunos pelo computador na forma de um tutorial, exercício-e-prática ou jogo. Além disso, esses sistemas podem fazer perguntas e receber respostas no sentido de verificar se a informação foi retida.

Dentro dessa abordagem enquadram-se os softwares de tutoriais, exercício e prática, jogos educacionais e os simuladores (VALENTE, 1993) Tutoriais são softwares que reproduzem a instrução programada, ou seja: “ensinam” um determinado conteúdo para o aluno. Geralmente são visualmente atrativos, possuem animações, som e texto usando o formato multimídia. Softwares de exercício e prática permitem ao educando a prática e revisão de conteúdos vistos em sala de aula. Usualmente envolvem um processo de memorização e repetição, apresentando questões de um dado assunto e, após a apreciação e resposta do aluno, fornecem a solução da questão proposta.

Neste capítulo coube uma fundamentação teórica para entendermos o Construcionismo como uma teoria que rege a relação de aprendizagem entre o aluno e o computador. E também como uma abordagem metodológica de ensino que pode ser utilizada

pelo educador ao empregar em sala as tecnologias da informação. O paradigma construcionista, discorrido até aqui, servirá de base no processo de análise dos softwares de simulação disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação. No capítulo seguinte procuramos discutir os aspectos históricos, funcionais e metodológicos da inserção das tecnologias na educação e no Ensino de Física.

### 3. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Para realizarmos a análise das simulações que este trabalho se propõe é necessário, primeiramente, discutir as tecnologias e sua utilização no âmbito educacional, mais especificamente no Ensino de Física. Essa discussão tem a intenção de refletir o computador como recurso didático, seu emprego e inserção na Educação. E também de compreender o uso dos softwares de simulação em sala de aula na perspectiva construcionista.

#### 3.1. TECNOLOGIAS

Na intenção de subsidiar o trabalho, o homem tende a aperfeiçoar técnicas de produção. Estas podem ser ferramentas que o auxiliam em determinadas atividades ou procedimentos que objetivam um resultado. Almeida (2003, p.4) salienta que “a técnica faz parte do sistema sócio-técnico global, sendo planejada e construída pelo homem que, ao utilizá-la, apropria-se dela, reinterpretando-a e reconstruindo-a.” Logo, há um interesse pelo avanço das técnicas, possibilitando novas tecnologias. Este último termo possui várias interpretações, dependendo do contexto, sendo usado para designar máquinas, equipamentos, instrumentos, a utilização e o manejo dos mesmos. Como se evidencia em (ALMEIDA, 2003, p.4), “artefato, cultura, atividade com determinado objetivo, processo de criação, conhecimento sobre uma técnica e seus respectivos processos etc.” Compartilhando a ideia de Almeida (2003, p. 4) tecnologia seria o

[...] estudo do emprego de ferramentas, aparelhos, máquinas, dispositivos, materiais, objetivando uma ação deliberada e a análise de seus efeitos, envolvendo o uso de uma ou mais técnicas para atingir determinado resultado, o que inclui as crenças e os valores subjacentes às ações, estando, portanto, relacionada com o desenvolvimento da humanidade.

No cotidiano empregam-se objetos e processos que constituem distintas tecnologias, incorporados nas ações diárias. Nos hábitos utilizam-se instrumentos, tais como escova de dente, canetas, talheres, cadernos, ventiladores etc. que podem ser encarados como advindo de técnicas de manufatura. Um conjunto de tecnologias se caracteriza pela cultura a qual está inserida, pelo seu propósito e efeito, levando em consideração o momento histórico que está inserido. Podendo, não apenas ser objetos concretos, como também sequências de acontecimentos programadas e práticas visando benefícios para uma determinada estrutura. Como pontuam Teruya e Moraes (2009, p. 328).

As tecnologias estão relacionadas a um tipo de cultura em um determinado momento histórico, social, político e econômico, permeando toda a história humana. Não se trata apenas de equipamentos ou instrumentos físicos, por exemplo, os aparelhos eletrônicos e as máquinas que movimentam o setor produtivo. Na organização do processo produtivo, existem as tecnologias para relacionamento com o mundo social, político e cultural que visam a eficácia e a melhoria da qualidade.

Com as transformações no campo da tecnologia, visando o aumento da eficácia da atividade humana, apareceram consequências no modo de produção, no mercado de bens, serviços e consumo, caracterizando a terceira Revolução Industrial. Essa fase da história, que também é chamada de Revolução da Tecnologia e da Informação, é caracterizada pelo desenvolvimento da microeletrônica, da microbiologia e da energia nuclear. Surgiram as chamadas Novas Tecnologias de Comunicação e Informação (NTICs). Como menciona Pinto (2004, p.4): “As tecnologias da informação ou novas tecnologias da informação e comunicação são o resultado da fusão de três vertentes técnicas: a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas”.

As tecnologias da informação podem ser classificadas em mídia, que são o rádio, o toca fitas e a televisão, caracterizado por poucos elementos, como apenas som ou som e imagem. Em hipermídia, que são os documentos que incorporam texto, imagem e som. E em multimídia, onde há a integração de vários elementos ou dispositivos diferentes interconectados, como os CD-Rom's, que oferecem simultaneamente a escrita, o gráfico e a imagem, os DVD's e os softwares. (ALTOÉ; SILVA, 2005).

Diante da gama de referências que o termo tecnologia pode tomar, dada pela abrangência de sua definição, faz-se necessário esclarecer que quando mencionarmos tal palavra no decorrer do trabalho, a partir deste ponto, estamos nos referindo às tecnologias de informação.

### **3.2. TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**

Além da abertura para o desenvolvimento de tecnologias, a Revolução Industrial ocasionou na necessidade de qualificação dos trabalhadores, ou seja, na educação do sujeito, para que este estivesse apto a lidar com as novidades produzidas pelo avanço técnico dentro de seu ambiente de trabalho. Aliado a isso, o desemprego em massa provocado pela informatização do sistema de produção industrial fez com que a escola se adaptasse às exigências impostas pela racionalidade econômica da sociedade tecnológica e pela flexibilização do mundo do trabalho. Dessa maneira, muitas foram às transformações "nos

costumes sociais, na maneira de fazer política, na economia, no marketing, na informação jornalística como também na educação" (ALTOÉ; SILVA, 2005, p.19).

A utilização de tecnologias no âmbito educacional se iniciou nos Estados Unidos na década de 1940. Objetivando formar militares durante a Segunda Guerra Mundial, foram desenvolvidos cursos utilizando ferramentas audiovisuais. Em 1946, na Universidade de Indiana, as mídias passaram a fazer parte do currículo na apresentação dos conteúdos, com o intuito formativo. Posteriormente ao avanço do desenvolvimento dos meios de comunicação em massa, na década de 1970, houve a evolução da informática, com o emprego de computadores utilizados para fins educativos, dando ênfase às aplicações com o ensino assistido por computador (EAC). Nos Estados Unidos foram realizadas experiências com o intuito de mostrar que a utilização dos computadores no ensino poderia ser eficaz e mais econômica. (ALTOÉ; SILVA, 2005).

Já no Brasil, o uso das tecnologias na educação esteve inicialmente voltado para o ensino à distância, onde Instituto Rádio-Monitor, em 1939 e o Instituto Universal Brasileiro, em 1941, foram os primeiros a realizaram experiências educativas com o rádio. Entre outras experiências estão o Movimento de Educação de Base (MEB), o projeto Minerva e o Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares (Projeto Saci), os dois primeiros utilizavam o rádio e o terceiro a televisão, com o intuito de viabilizar a educação. Em 1969 a Televisão Cultura passou a transmitir o curso Madureza Ginásial. (ALTOÉ; SILVA, 2005).

Outros projetos televisivos foram desenvolvidos, como a Televisão Educativa (TVE) do Maranhão e a Televisão Educativa do Ceará (1974) para o ensino regular de 5ª a 8ª séries; o Telecurso 2º grau, realizado pela Fundação Roberto Marinho (FRM) em parceria com a fundação Padre Anchieta e a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Em 1981, graças ao sucesso da experiência, foi criado o Telecurso 1º grau, com o apoio do MEC e da Universidade de Brasília (UnB). O Telecurso 2000, elaborado em 1995, dando continuidade aos outros, após uma revisão metodológica, onde se acrescentou a dramaturgia aliado a educação. Como aponta Barros (2003 apud ALTOÉ; SILVA, 2005, p.20), o Telecurso 2000 apresenta "uma proposta de ação tendencialmente caracterizada pela instrução, transmissão de conhecimentos, pelas informações e pelo treinamento de pessoas para o universo do trabalho". Um programa de cunho educacional tradicional, visando formar sujeitos para o mercado. Há uma larga escala de programas educativos apresentados em diversos canais, transmitindo conteúdo das séries iniciais à educação superior.

Com a intenção de encurtar a distância entre universidade e ensino básico, disponibilizar possibilidades a uma maior parcela da população, as instituições superiores

aderiram ao Ensino a Distância (EAD), utilizando mídias como a televisão, consulta via telefone, etc. As primeiras iniciativas foram na década de 1980, inspiradas pela Universidade Aberta da Inglaterra. Quanto aos serviços de internet, estão disponíveis no Brasil desde o início dos anos 1980 pela Rede Nacional de Pesquisa (RNP), criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e pelo Conselho de Desenvolvimento Nacional e Tecnológico (CNPq). Neste período, existia a Rede Bitnet, em que as universidades públicas brasileiras estavam conectadas. Esta rede era um canal direto com os Estados Unidos subsidiado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e disponibilizado para todas as universidades públicas do Brasil. Dessa maneira, os centros de pesquisa e instituições de ensino superior se conectaram através de dezenas de milhares de computadores.

Servindo de ferramenta, o educador tem a sua disposição instrumentos que podem auxiliá-lo quanto ao seu intento, fazendo que o educando se aproxime do conteúdo por meio de objetos empregados atualmente.

Os recursos tecnológicos de comunicação e informação têm se desenvolvido e se diversificado rapidamente. Eles estão presentes na vida cotidiana de todos os cidadãos, que não podem ser ignorados ou desprezados. Embora seja possível ensinar e aprender sem eles, as escolas têm investido cada vez nas NTICs. (VIEIRA, 2009, p.2)

Sendo a tecnologia inerente ao educando, pela proximidade que este tem com a televisão, com o rádio, computadores e internet, ela não pode ser desconsiderada. Todavia, a educação formal não pode se distanciar do cotidiano do ambiente escolar.

### **3.3. TECNOLOGIAS E O ENSINO DE FÍSICA**

O uso das tecnologias em sala pode ampliar as explorações de recursos didáticos já que “o professor dispõe de novas possibilidades para transmitir conteúdos e os alunos dispõem de uma maior variedade de meios para aprender” (FIOLHAIS, 2003, p.271), beneficiando, em particular, o Ensino de Física. Os seus diversos modos de utilização como a aquisição de dados, modelização e simulação, acesso à internet, construção de experimentos e visualização de vídeos permitem a diversificação de estratégias no ensino. As possibilidades advindas das tecnologias servem de ferramenta para que o educador possa viabilizar a demonstração de determinados conteúdos da disciplina Física, por vezes ainda abstrata pelo educando.

O ensino de física é uma das áreas de estudo que mais pode se beneficiar com o uso destas novas tecnologias computacionais, pois a física ao abordar temas tão amplos do nosso cotidiano e que por vezes tenta explicar situações que não podem ser demonstradas facilmente, leva os alunos a terem a sensação de que são incapazes de aprendê-la. (SILVA, 2011, p.1)

O uso de softwares profissionais na década de 90 estabeleceu uma nova tendência no ensino de Física a nível universitário (ARAÚJO, 2004). Dentre estes recursos podem-se citar os pacotes matemáticos: MathCad, Symbolato, os softwares de simulação em eletrônica como Eletronics Workbench, Labview; e alguns programas para Astronomia, Dance of the Planets, Sky, permitindo a elaboração de materiais didáticos. Os softwares propiciam múltiplas representações da realidade, servindo para apresentar tarefas contextualizadas e propiciar a análise de situações em ambientes reais, pois tem a capacidade de modelização. Graças à ferramenta computador que agrega várias mídias.

[...] um computador possibilita a inserção de várias mídias, sendo utilizado para: coleta e análise de dados em tempo real, simulação de fenômenos físicos, instrução assistida por computador, administração escolar; e estudo de processos cognitivos. (ARAÚJO, 2004, p.3).

A utilização de laboratórios de ensino bem equipados com aparelhos modernos e em número suficiente para serem manipulados por todos os estudantes podem produzir motivação, pois os conteúdos da disciplina de Física normalmente são expostos utilizando métodos tradicionais, como aulas somente expositivas. Assim, enquanto não se alcança este ideal pedagógico, há o oferecimento da realidade virtual dos programas de simulação computacional, além da teoria pura. As escolas estão se adequando, mas um problema persiste. Muitas já possuem computadores para fins educativos, sem que, no entanto, os professores tenham uma orientação adequada, não apenas no manuseio, mas também esclarecimentos que permitam dar uma visão das perspectivas educacionais e de pesquisa que esta ferramenta pode trazer. O que se tem é uma sequência de cursos em ferramentas da Microsoft sem nenhuma conexão com a disciplina ministrada pelo professor.

Um curso de Física, Licenciatura e Bacharelado, deve permitir ao aluno conhecer as diferentes alternativas de utilização de aplicativos, softwares de simulação e sistemas de aquisição de dados atualmente utilizados em vários sistemas educacionais e de pesquisa em todo o mundo. (CALVACANTE, 2001, p.551).

Alguns trabalhos envolvendo tecnologias e Ensino de Física são expostos a seguir, exemplificando maneiras de uso. Machado (2004) apresenta um dos usos de um software

hipermídia, destinado ao ensino de Gravitação, com aplicações, problemas e textos sobre temas relacionados ao assunto, fundo musical e um conjunto de fotografias, ilustrações, filmes e animações. Constatou-se que a hipermídia apresenta potencial para o desenvolvimento de atividades na área educacional, podendo tornar a aprendizagem mais motivadora e significativa, mediante os recursos audiovisuais e a capacidade de propiciar o estabelecimento de conexões entre conceitos de modo rápido e eficiente. (MACHADO, 2004, p.98)

Heckler (2007) relata o desenvolvimento e aplicação de um CD-ROM, uma multimídia de óptica para o ensino médio, com 77 animações, 64 imagens e 13 simuladores disponíveis na internet.

Ao analisarmos as opiniões de nossos alunos, percebemos que estes materiais vão ao encontro da realidade da grande maioria deles, proporcionando um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino/aprendizagem, fazendo com que os alunos participem ativamente da aquisição de informações e construção do conhecimento. (HECKLER, 2007, p.273)

Para o autor, a utilização do CD-ROM despertou um maior interesse pelas aulas de Física por parte de 95% dos alunos. A ferramenta foi utilizada por quarenta alunos na Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), que durante as aulas exploravam o laboratório de informática, o laboratório de Física e a própria sala de aula. Utilizavam também o uso do livro didático e de outras referências para o aprofundamento dos conteúdos e para a resolução de questões e de exercícios complementares.

Sales (2008) apresenta resultados relacionados ao desenvolvimento de atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de Física Quântica chamada Pato Quântico, onde se dá cálculo da constante de Planck. A não linearidade e o uso de metáforas, trabalhando aspectos lúdicos característicos de jogos, qualificam este software de simulação. Na interação com a ferramenta, o aluno se torna independente, pois inicia suas ações por onde quiser. Como não apresenta uma sequência temporal de ações, podendo acessar links na Internet, indicados no software, se constrói o conhecimento de forma autônoma, evidenciando uma concepção Construtivista.

Outra possibilidade de modelagem é através do programa SimQuest (SILVA, 2011). Como características principais: a construção de objetos de aprendizagem com inúmeros recursos gráficos e de interação, onde os parâmetros que envolvem o problema podem ser alterados em tempo real. Os objetos de aprendizagem são simulações que o próprio educador pode construir dos vários conteúdos de Física. Estes elementos fazem do SimQuest uma importante software de ensino, além da facilidade no desenvolvimento das simulações para

serem usados como atividades exploratórias, ou ainda, como de problematização. “Esta ferramenta pode ser útil aos professores que estão ávidos por construir os seus próprios objetos de aprendizagem.” (SILVA, 2011, p.1508-01).

As tecnologias, tais como vídeos e Internet podem ser usadas, também, como ferramentas para resolver um problema proposto pelo educador, com a finalidade de servir de questionamento ao educando ou até mesmo auxiliando na construção do conhecimento. Filmes educativos, documentários de curta ou longa-metragem e até películas sem esse objetivo, que, no entanto traga alguma cena como forma de curiosidade, reforçando o conteúdo. (ROHLING et al., 2002) expõe iniciativas, onde mostra o programa do Laboratório de Criação Visual do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá na produção e divulgação de filmes educativos de Física em curta-metragem.

Quanto a Internet, esta se tornou praticamente a primeira fonte de informação procurada pelo estudante. O World Wide Web (www) tem a capacidade de ser incorporado nas atividades do educando.

O www, como todas as formas de hipertexto, apoia a aprendizagem construtivista quando os estudantes têm um motivo para consulta, uma necessidade de informação a preencher, uma intenção de folhear, uma curiosidade para preencher ou intenção a satisfazer. (JONASSEN, 1996, p.77).

Ao professor cabe fornecer uma razão ou motivo para a procura de informação na plataforma Internet. Como pode ser observado em (CAVALCANTE, 2001), a utilização de recursos computacionais disponíveis gratuitamente na Internet por parte dos alunos. A partir de um experimento sobre a estrutura atômica da matéria, os discentes investigavam na rede a explicação do aparato. Dessa maneira, se produzia o entendimento dos conceitos de espalhamento para que o educador pudesse introduzir tópicos de Física Moderna.

O trabalho de (SILVA, 2003) propõe um experimento caseiro para a determinação da velocidade do som no ar, no qual foi desenvolvido um programa de computador para a geração de áudio em frequências estabelecidas pelo usuário. O experimento proposto foi realizado por diversos alunos, em suas próprias casas, e os resultados obtidos concordam com os valores esperados. Em (MICHA, 2011), são apresentadas duas experiências envolvendo o espectro eletromagnético, utilizando materiais e equipamentos simples e de fácil obtenção. Um webcam foi devidamente alterado de forma a tornar-se sensível a tal radiação. Já em (DIAS, 2002) é exposto um programa desenvolvido que simula um contador de radiação infravermelha semelhante aos equipamentos reais. Assim, podendo ser usado onde não se

dispõe de tais equipamentos.

A tecnologia, principalmente, no ensino de Física, cria uma vasta possibilidade de ferramentas didáticas, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, o universo das contribuições paradidáticas, como livros, revistas, suplementos de jornais (impressos e digitais), videocassetes, CD-ROMs, Tvs educativas e de divulgação científica (sinal a cabo ou antena parabólica) e rede web precisa estar mais presente e de modo sistemático na educação escolar. Mais do que necessário, é imperativo seu uso crítico e consciente pelo docente de Ciências Naturais de todos os níveis de escolaridade, [...]. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p.37).

Vários são os experimentos que agregam tecnologias interligadas com conteúdos físicos, demonstrando algum fenômeno, além de softwares, modelagens computacionais e filmes de algum conteúdo de Física. Essa premissa é alcançada quando o educador se baseia em uma teoria que oriente seu posicionamento frente à ação de ensinar.

### **3.4. TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA EDUCAÇÃO NUMA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

É de interesse que as ferramentas empregadas na educação para o Ensino de Física se coloquem a serviço dos objetivos do educador e nunca os determinando. As tecnologias em sala de aula podem ser ineficientes quando encaradas como o ingrediente mais importante do processo educativo.

Em suma, as novas tecnologias – cujo valor instrumental não pomos em questão – não podem ser consideradas, como alguns pretendem, a base de uma tendência realmente transformadora no ensino de Ciências. Esta pretensão esconde, mais uma vez, a suposição ingênua de que a transformação efetiva do ensino pode ser algo simples, resultado da receita adequada, como, neste caso, a informatização. A realidade do fracasso escolar, das atitudes negativas dos alunos, da frustração dos professores, acaba por se impor a estas fórmulas mágicas. (CACHAPUZ et al., 2011, p.205)

Por si só, os materiais didáticos e tecnológicos não são capazes de trazer contribuições para área educacional em Física. Eles têm o papel de mediação na construção do processo de conceituação, buscando a promoção da aprendizagem e não simplesmente facilitando o processo de ensino. Dessa maneira,

[...] para que as NTICs promovam as mudanças esperadas no processo educativo, devem ser usadas não como máquinas para ensinar ou aprender, mas como

ferramenta pedagógica para criar um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz, diante de uma situação problema, investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas ideias iniciais, construindo assim seu próprio conhecimento. (VIEIRA, 2009, p.2)

As tecnologias podem contribuir para novas práticas pedagógicas no Ensino de Física desde que sejam baseadas em concepções que produzam uma reestruturação do processo de conhecimento. O Construcionismo parece ser a teoria congruente, pois viabiliza uma interação entre materiais didáticos e o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que as tecnologias sejam usadas como ferramentas na construção de conceitos, mediados pelo educador. Para Vieira (2002), as características principais da utilização de tecnologias num âmbito construcionista são: a possibilidade de interatividade, as possibilidades que o computador tem de simular aspectos da realidade, a possibilidade que as tecnologias de comunicação acopladas com a informática oferecem de interação à distância e a possibilidade de armazenamento e organização de informações representadas de várias formas, tais como textos, vídeos, gráficos, animações e áudios, possíveis nos bancos de dados eletrônicos e sistemas multimídia.

A postura do professor de Física perante a essas tecnologias e sua utilização na perspectiva Construcionista é relacionar problemáticas com a realidade do educando, partindo do conhecimento que ele traz de seu contexto. A partir disso, buscar construir um conhecimento científico através de investigações. Na busca e na organização de informações vindas de distintas fontes e tecnologias, tem-se a articulação entre novas formas de representação de conhecimentos pela mídia, contribuindo para a comunicação, a interação entre pessoas e objetos de conhecimento, a aprendizagem e o desenvolvimento de produções (ALMEIDA, 2003). A internet, a televisão e o vídeo podem ser usados como recursos, fazendo com que o educando entre em contato com as problemáticas, para que se interesse pelo novo conteúdo ou para que tenha outras perspectivas de um já abordado. Como ressalta Moran, (1995, p.25).

As tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas modificam algumas das suas funções. A tarefa de passar informações pode ser deixada aos bancos de dados, livros, vídeos, programas em CD. O professor se transforma agora no estimulador da curiosidade do aluno por querer conhecer, por pesquisar, por buscar a informação mais relevante.

Dessa maneira, o Ensino de Física pode explorar as tecnologias na perspectiva construcionista com algum software que faça modelos de fenômenos físicos, onde se podem modificar as variáveis envolvidas, pensando em outras possibilidades. Na confecção prática

de experimentos, criando abertura para verificações que ajudam a concretizar problemas levados pelo professor. Os CD-ROM interagem de maneira não linear com o usuário, estimulando a investigação, que também pode acontecer pela internet. Com a navegação na internet, o aluno pode tornar um pesquisador de seu conhecimento a fim de um determinado conteúdo. A utilização de vídeos que mostram algum fenômeno da Física cria discussões do que foi visto. Quanto a essas aplicabilidades, ao professor cabe direcionar as atividades propostas. Estas são algumas maneiras de lidar com o Construcionismo no ensino de Física utilizando tecnologias. Os recursos são diversos, o professor de Física pode, a partir disso, tornar a aula interessante, promovendo a curiosidade de seus alunos.

Integrar tecnologias nos materiais didáticos para o Ensino de Física não é o suficiente para uma aprendizagem significativa. Ao educador, se faz importante pensar em uma prática pedagógica que supõe os recursos midiáticos não como fator preponderante no processo educativo. E sim, encará-los como ferramentas, refletindo sobre suas potencialidades. Sob a ótica Construcionista, as tecnologias são vistas como componentes que auxiliam na elaboração do conhecimento científico por parte do educando.

Como este trabalho se propõe a analisar simulações disponibilizadas pelo site Dia a Dia Educação na perspectiva Construcionista, o próximo subtítulo traz em específico a definição de simulação, seu uso no Ensino de Física e a relação do Construcionismo com esses softwares.

### **3.5. SOFTWARES DE SIMULAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA**

Os softwares de simulação, por envolverem a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco, de experimentos que são muito complexos e caros, ou que levam muito tempo para se processarem e de situações impossíveis de serem obtidas. O professor de Física tem uma ferramenta que pode ser usada em seu favor, já que “a simulação oferece a possibilidade de o aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos.” (VALENTE, 1998, p.11). Desde que faça uma complementação do conteúdo trabalhado em sala, diante da metodologia escolhida, e que realize uma transposição do que ocorre na simulação para o mundo real. Por si só, esses tipos de softwares não criam a melhor situação de aprendizado, faz-se necessário a mediação do educador, já que “a simulação deve ser vista como um complemento de apresentações formais, leituras e discussões em sala de aula.” (VALENTE,

1998, p.11).

Com o uso desses softwares em uma perspectiva construcionista o professor de Física tem a possibilidade de ministrar suas aulas com a maior participação dos alunos, propondo debates das principais ideias relacionadas e estimulando também a exploração dos outros links, abrindo caminhos de construção do conhecimento a partir de uma rede de ideias relacionadas. E, ainda, na indicação de problemas a serem resolvidos pelos estudantes, aparece uma instigação para o desenvolvimento cognitivo e o aprofundamento da compreensão dos conceitos, pois “os simuladores são meios ambientes de aprendizagem exploratória que apresentam a simulação de algum fenômeno real que os alunos podem manipular explorar e experimentar.” (JONASSEN, 1996, p.78). As simulações se tornam uma ferramenta poderosa para a Física, com laboratórios virtuais de experimentação, fazendo com que o aluno entre em contato com situações que a estrutura física da escola não poderia oferecer. Pontos como a demanda de tempo e disposições fora da realidade são eliminados, viabilizando mais hipóteses para testes.

Valente (1999b) aponta a existência de dois tipos de softwares de simulação: **a fechada e a aberta**. Na simulação fechada, o aluno pode alterar os valores de alguns parâmetros que regem o fenômeno. Após essa interação, o educando assiste o desenrolar da simulação do fenômeno implementado pelo computador, semelhante ao que acontece no tutorial. O tutorial é um software no qual a informação é organizada de acordo com uma sequência pedagógica particular e apresentada ao estudante, seguindo essa sequência ou então o aprendiz pode escolher a informação que desejar. A ação do aluno se restringe a virar páginas de um livro eletrônico ou realizar exercícios, cujo resultado pode ser avaliado pelo próprio computador. Essas atividades podem facilmente ser reduzidas ao fazer, ao memorizar informação, sem exigir que o aprendiz compreenda o que está fazendo. De acordo com Valente (1999b, p.95):

[...] o aprendiz pode ser muito pouco desafiado ou encorajado a desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. Mais ainda, essa análise não pode ser muito profunda ou criativa, pelas próprias limitações que foram discutidas no caso do tutorial.

Quanto na simulação aberta, há algumas situações previamente definidas e outras que devem ser descritas e implementadas pelo aluno, que se envolve com o fenômeno. A esse respeito, Valente (1999b, p.96) lembra que:

[...] o papel do computador nesse caso é o de permitir a elaboração do nível de compreensão por meio do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, sendo que a descrição não é tão descontextualizada como na programação, mas permite uma série de aberturas para o aprendiz definir e descrever o fenômeno em estudo.

O educando elabora uma série de hipóteses e observa no processo de simulação pelo computador como suas ideias influenciam no fenômeno, pois tem a possibilidade de definir as leis e os parâmetros envolvidos.

Após a fundamentação teórica nos dois Capítulos Um e Dois anteriores, apresentaremos a fundamentação metodológica empregada no presente trabalho para a realização da pesquisa, bem como o método de análise escolhido.

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente trabalho objetiva analisar, na perspectiva construcionista, os softwares de simulação para o Ensino de Física disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação, portal educacional do estado do Paraná. Para tanto, foram escolhidos o ambiente virtual Dia a Dia Educação como local para a coleta de dados e o método Análise de Conteúdo, desenvolvido por Bardin (2006), para analisar os dados coletados. A amostra da qual foi coletado os dados é formada por todas as simulações para o Ensino de Física encontradas no portal.

Quanto à abordagem, essa pesquisa pode ser classificada como qualitativa (MAZZOTI; GEWANDSZNAJDER, 1998), já que produz dados a partir de observações extraídas diretamente do estudo das simulações e do processo de interação que se estabeleceu com as mesmas, sendo o pesquisador aquele que desempenha o papel do principal instrumento para o desenvolvimento da pesquisa. Quanto ao objetivo, o trabalho pode ser definido como uma pesquisa exploratória (GIL, 2007), pois há um levantamento bibliográfico e análise que estimula a compreensão do tema abordado: uso das simulações em sala de aula na perspectiva construcionista.

A seguir são discorridos o desenvolvimento da pesquisa e o método de análise dos dados.

##### **4.1. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

Esta pesquisa se desenvolve tendo a finalidade de responder as seguintes questões: as simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista? Os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação, podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista?

O Portal Dia a Dia Educação é uma ferramenta tecnológica integrada ao site institucional da Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Lançado em 2004 e reestruturado em 2011, tem o intuito de disponibilizar serviços, informações, recursos didáticos e de apoio para toda a comunidade escolar. Ele é dividido em ambientes voltados para educadores, alunos, gestores e comunidade, e possui conteúdos específicos para cada um deles. Sua equipe é composta exclusivamente de professores da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná, das diversas disciplinas e áreas do conhecimento, que tem como funções: pesquisar e selecionar materiais/objetos na web, adequando e disponibilizando-os no Portal;

apresentar indicações de uso pedagógico nos recursos publicados; e prestar serviço à comunidade divulgando informações de seu interesse.

A escolha do site Dia a Dia Educação como local para a coleta dos dados parte da ideia de que esse é um portal disponível para as escolas da Rede Pública do Estado do Paraná bem como para outras, particulares e situadas nos demais estados. E de que há o acesso gratuito dos recursos disponíveis, facilitando seu uso em sala tanto pelos educadores de Física quanto pelos alunos.

Para responder as questões citadas anteriormente objetivou-se analisar, na perspectiva construcionista, os softwares de simulação para o Ensino de Física disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação. Dessa maneira, após o levantamento bibliográfico a respeito do Construcionismo e do uso das tecnologias em sala de aula, realizamos a coleta de dados no site Dia a Dia Educação. A análise desses dados foi feita segundo o método Análise de Conteúdo, desenvolvida por Bardin (2006), que será tratado no próximo subcapítulo.

A coleta de dados é referente à amostra da qual fazem parte todas as simulações, disponíveis e que de fato funcionam para o Ensino de Física, encontrados no ícone Recursos Didáticos para a disciplina de Física, totalizando sessenta e cinco softwares. A escolha desses softwares para a amostra foi feita segundo o que o site disponibiliza em sua página para o uso e que, portanto, pode ser aplicado em sala pelo educador.

Figura 1 - Recursos Didáticos para o Ensino de Física



Fonte: *print screen* do site Dia a Dia Educação. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=114>>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

A figura acima mostra o PrtSc da página Dia a Dia Educação – Recursos Didáticos - Física em que há o ícone Simuladores e Animações, onde estão localizadas as simulações estudadas nesta pesquisa. O último acesso no site para a coleta de dados foi feita no dia 30 de março de 2015.

As categorias de análise parte dos estudos de Valente (1999b) sobre as simulações e seu uso na educação, partindo da perspectiva construcionista, que são: simulação aberta, simulação fechada e simulação de cunho instrucionista.

A análise das simulações feita na perspectiva construcionista possibilitou reflexões para responder a segunda questão desta pesquisa: os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação, podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista?

## **4.2. ANÁLISE DOS DADOS**

A análise dos dados coletados das simulações para o Ensino de Física disponibilizadas pelo site Dia a Dia Educação foi realizada segundo o método Análise de Conteúdo. Bardin (2006, p. 38) refere que o mesmo consiste em “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.” Um método que infere conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens em uma dada comunicação, usando para isso indicadores quantitativos, ou não, e procedimentos sistemáticos com objetivos de descrição e interpretação do conteúdo das mensagens. Podendo ser utilizado como manual metodológico por psicólogos, sociólogos, educadores, linguistas, ou qualquer outra especialidade ou finalidade, como por psicanalistas, historiadores, políticos, jornalistas e outros.

As fases técnicas da Análise de Conteúdo organizam-se em torno de três polos: pré-análise; a exploração do material; e, por fim, o tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação.

- **PRÉ-ANÁLISE**

Esta primeira fase da Análise de Conteúdo trata-se da sistematização com a finalidade de que o pesquisador possa conduzir as operações sucessivas de análise. Além da escolha dos documentos a serem submetidos à pesquisa, há também a formulação de hipóteses para a elaboração de indicadores para a interpretação final. Dentre o material que se faz as hipóteses, retira-se uma amostra para a análise servindo como representação de um todo. A pré-análise

do presente trabalho foi feita por meio de quatro etapas:

**(a) Leitura flutuante:** estabelecimento de contato com os sessenta e cinco softwares de simulação para o Ensino de Física disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação.

**(b) Escolha dos documentos:** foram demarcados nove softwares, amostra para a coleta de dados, que representam o conjunto todo das simulações para o Ensino de Física encontrados no site Dia a Dia Educação. A escolha passou pelos seguintes critérios: exaustividade, homogeneidade, representatividade, pertinência e exclusividade.

**(c) Formulação das hipóteses e dos objetivos:** a partir da pergunta “as simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista?” objetivou-se a análise que orienta a aplicação da Análise de Conteúdo.

**(d) Síntese dos índices:** pelo estudo desenvolvido por Valente (1999b), as categorias de análise são simulação fechada, simulação aberta e simulação de cunho instrucionista.

- **EXPLORAÇÃO DO MATERIAL**

Esta é a fase da descrição analítica, a qual diz respeito ao material textual coletado, submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos. A codificação e categorização fazem parte dessa etapa:

**(a) Codificação:** o conteúdo expresso de cada uma das nove simulações escolhidas no item b da etapa anterior foi descrito.

**(b) Categorização:** classificação e caracterização do conteúdo expresso e constitutivo de cada software a partir da codificação, segundo a síntese dos índices.

- **TRATAMENTO DOS RESULTADOS**

Aqui acontece a inferência e interpretação. Esta etapa é destinada ao tratamento dos resultados. É o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica, culminando nas interpretações inferenciais.

Foram produzidas análises de cunho reflexivo e crítico, embasadas em pressupostos teóricos do Construcionismo. Do tratamento dos resultados desenvolveu-se uma proposta metodológica para o emprego dos softwares de simulação no Ensino de Física. Os dados coletados, bem como o resultado da análise apresentar-se-ão no próximo capítulo. A proposta desenvolvida será discorrida no Capítulo Seis.

## 5. ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO DE FÍSICA DISPONIBILIZADOS PELO SITE DIA A DIA EDUCAÇÃO

Apresenta-se a seguir uma análise dos softwares de simulação disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação. O estudo segue o procedimento da Análise de Conteúdo de Bardin (2006), embasando o tratamento dos resultados nos pressupostos teóricos construcionistas.

### 5.1. FASES DA ANÁLISE DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

#### 5.1.1. PRÉ-ANÁLISE

(a) **Leitura flutuante:** O material escolhido para a coleta de dados e análise são os softwares de simulação disponibilizados pelo site institucional dia a dia educação, mantido pela Secretária da Educação do Paraná.

Há neste site ícones de atalhos para todas as disciplinas ofertadas na educação básica regular de Ensino Médio e Fundamental. Clicando no ícone da disciplina Física, é aberta outra página que exhibe variados itens que vão desde os Recursos de Formação quanto a experimentos, servindo para os professores e alunos.

É no item Recursos Didáticos que se apresenta um ícone denominado Simuladores e Animações, servindo de atalho para o seguinte endereço eletrônico: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/links.php?categoria=21>>. Nele se encontram, dispostos em ordem alfabética, os softwares analisados neste trabalho.

A escolha de estudo destes softwares parte do pressuposto de que os professores podem ter contato com este site, que é de domínio público. Os simuladores que de fato funcionam e possibilitaram uma leitura flutuante serão apresentados a seguir. Aqui, foram dispostos em cinco grupos, agregados em conformidade com os conteúdos das áreas de Física, que são a Calorimetria (5), Eletromagnetismo (16), Física Moderna e Contemporânea (3), Mecânica (34), Ondulatória (4) e Ótica (3).

- **Calorimetria:**

**A HORA DO BANHO** - um casal vai preparar o banho do seu filho e precisa prepará-lo na temperatura correta. O usuário deve ajudá-los na preparação do banho;

**CUIDADO COM O GRANIZO** - calcula quantidade de calor que o granizo tem que absorver para mudar de estado físico;

**DILTAÇÃO TÉRMICA** - animação que demonstra a influência do calor na dilatação dos corpos;

**DILATAÇÃO – TERMÔMETRO** - simulação que mostra o princípio da dilatação pela observação do afastamento entre as partículas a nível microscópico. O termômetro de mercúrio utiliza o princípio da dilatação no seu funcionamento;

**UTILIZAÇÃO E TIPOS DE ENERGIA** - simulação que permite ao usuário definir diferentes tipos de energia e sua utilização.

- **Eletromagnetismo:**

**600 SEGUNDOS** - o usuário deve calcular quanto é gasto de energia numa casa durante dez minutos;

**CAMPOS MAGNÉTICOS** - a simulação permite compreender que um campo magnético é uma região do espaço na qual os materiais magnéticos estão sujeitos a forças;

**CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE** - a simulação permite projetar e construir circuitos elétricos em série;

**CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SÉRIE E EM PARALELO** - a simulação permite projetar e construir circuitos elétricos em série e em paralelo;

**COMPREENDER OS IMÃS – PARTE 01** - a simulação permite compreender que os ímãs atraem os materiais magnéticos;

**COMPREENDER OS IMÃS – PARTE 02** - a simulação permite compreender que os ímãs atraem os materiais magnéticos;

**CORRENTE ELÉTRICA E MAGNETISMO** - a simulação permite compreender que a corrente elétrica que atravessa um fio condutor produz um campo magnético;

**CORRENTE ELÉTRICA** - a simulação permite compreender que a corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas;

**EXEMPLOS DE ELETRIZAÇÃO** – a simulação mostra, de maneira caricata, alguns objetos sendo eletrizados;

**EM CASA! QUEM GASTA MAIS?** - essa simulação mostra uma família tentando descobrir quem está gastando mais energia elétrica em casa;

**FUSÍVEIS E DISJUNTORES** - a simulação permite compreender de que forma um fusível protege um circuito elétrico e aprender algumas utilizações dos disjuntores;

**MEDIR A CORRENTE ELÉTRICA** - a simulação permite medir a intensidade da corrente elétrica num circuito com um amperímetro;

**REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS** - o objetivo da

simulação é conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico;

**SHOW DE ROCK – ELETRICIDADE** - o usuário, nessa simulação, deve ajudar a calcular os gastos com energia elétrica, gastos gerais e o preço do ingresso para um determinado show;

**TORNEIRA ELÉTRICA** - nessa simulação o usuário deverá descobrir qual o valor correto de um disjuntor que deve estar associado ao circuito da torneira elétrica;

**VIZUALIZAR UM CAMPO MAGNÉTICO** - a simulação permite visualizar o campo magnético à volta de um ímã utilizando uma bússola.

- **Física Moderna e Contemporânea:**

**EFEITO FOTOELÉTRICO** - simulação que possibilita ver como a luz bate em elétrons de um alvo metálico e recria a experiência que deu origem ao campo da mecânica quântica;

**EFEITO FOTOELECTRICO** - simulação do fenômeno fotoelétrico alterando algumas variáveis e observando as reações;

**ESPALHAMENTO DE RUTHERFORD** - simulação do famoso experimento em que Rutherford desmentiu o modelo do átomo de pudim de passas observando partículas alfa jogadas contra átomos e determinando que eles deveriam ter um núcleo pequeno.

- **Mecânica:**

**ACIDENTE NO SUBMARINO** - um pequeno submarino sofre um acidente que provoca um furo no casco. O usuário deverá calcular o tempo que ele gasta para afundar;

**ALAVANCA** - simulação que mostra o funcionamento das alavancas;

**ALONGAR MATERIAIS** - a simulação mostra que o alongamento é proporcional à carga, desde que o limite de elasticidade do material não seja ultrapassado;

**ARQUÍMEDES** - animação do entendimento da densidade por Arquímedes;

**ÁRVORE NA RODOVIA** - um carro movimenta-se em uma rodovia e deverá passar pelo local em que se encontra uma árvore antes de sua queda;

**AS BEXIGAS** - sob um prédio existem duas bexigas nas mãos de duas pessoas. As bexigas são abandonadas simultaneamente e descobre-se qual cairá em menos tempo;

**ATÉ AS ÚLTIMAS CONSEQUÊNCIAS** - a simulação mostra uma caminhonete efetuando o resgate de um fotógrafo que distraidamente despencou em um penhasco;

**ATRITO ÚTIL** - a simulação permite compreender que o atrito pode ser uma força útil;

**CADÊ O OVO QUE ESTAVA AQUI?** - do alto de uma árvore, a 5m do solo, cai um ovo. O usuário pode alterar sua massa e verificar a velocidade e o tempo de queda;

**CALCULAR RAPIDEZ MÉDIA** - a simulação permite determinar a rapidez média de um corpo em movimento;

**CALCULAR RAPIDEZ MÉDIA – PARTE 02** - a simulação permite determinar a rapidez média de um corpo em movimento;

**DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA** - a simulação permite compreender que a distância de segurança depende de algumas grandezas físicas;

**DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – 02** - a simulação permite compreender que a distância de segurança depende de algumas grandezas físicas;

**EQUILÍBRIO DE FORÇAS** - a simulação mostra que forças equilibradas (força resultante = 0) não produzem variações no estado de repouso ou de movimento de um corpo;

**ENERGIA E ATRITO** - exploração das diferentes pistas e verificação como as várias formas de energia e atrito atuam durante o movimento;

**FATORES QUE AFETAM A DISTÂNCIA DE FRENAGEM** - a simulação permite compreender que a distância de frenagem de um automóvel depende de vários fatores;

**FATORES QUE AFETAM A DISTÂNCIA DE REAÇÃO** - a simulação permite conhecer os fatores de que depende a distância de reação e a sua importância na distância de segurança rodoviária;

**FORÇA E MOVIMENTO** - exploração do trabalho das forças que atuam em um cabo de guerra ou ao empurrar uma geladeira, alterando o atrito e vendo como isso afeta o movimento dos corpos;

**FORÇAS E SEUS EFEITOS** - a simulação permite compreender o que são forças, quais os seus efeitos e como se podem medir;

**FORÇAS DE ATRITO** - a simulação permite compreender como as forças de atrito, incluindo a resistência do ar, podem afetar o movimento de um corpo;

**FORÇAS NÃO EQUILIBRADAS** - a simulação mostra que forças não equilibradas alteram a velocidade do movimento de um corpo;

**GRÁFICOS ESPAÇO-TEMPO** - a simulação permite aprender a construir e a interpretar gráficos espaço-tempo.

**MOVIMENTO DE PROJÉTEIS** - saiba mais sobre movimento de projéteis disparando vários objetos. Defina a velocidade, o ângulo inicial e massa;

**O SKATISTA** - confira neste simulador o rap do skatista. Variando a velocidade e a massa do skatista e observando o que ocorre com a energia cinética e potencial;

**PÊNDULO SIMPLES** - simulação com o movimento e as forças que agem sobre um pêndulo simples;

**QUEDA LIVRE NATURAL** - simulação onde o usuário pode escolher uma das maçãs e modificar seus respectivos pesos para analisar o tempo e a velocidade de queda;

**ROUBANDO VIDAS** - simulação permite ao usuário calcular a velocidade atingida por corredores;

**TRENZINHO DA ESTAÇÃO** – cálculo da velocidade do trem ao chegar à estação;

**TROMBADAS** - verificação da simulação após escolha do veículo, massa, coeficiente de restituição e velocidade inicial dos veículos;

**TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA** - numa cena de um trapezista caindo pode-se observar as várias formas de transformação de energia;

**UM DESCUIDO FATAL** - mostra que devemos estar atentos as condições adversas dos terrenos e preservar a natureza;

**UM DUBLÊ EM APUROS** - um dublê precisa saltar de um avião em chamas, a 2500m de altura, para cair em cima de uma lagoa;

**UMA PICADA DOLORIDA** - simulação que gera um questionamento entre o tamanho do ferrão da abelha e a força aplicada sobre a pele;

**VIAGEM AO PARANÁ** - duas famílias resolveram ir para o Paraná passar as férias de final de ano. Cálculo das velocidades dos carros das duas famílias.

- **Ondulatória:**

**BATIMENTOS** - animação sobre o efeito do batimento que ocorre quando duas ondas sonoras de frequência próximas interagem;

**ONDAS EM CORDAS** – observa-se uma corda vibrar em câmera lenta. Mexendo a extremidade da corda e fazendo ondas, ou ajustando a frequência e a amplitude de um oscilador. A extremidade pode ser presa, solta ou aberta;

**ONDAS DE RÁDIO POPULAR** - o usuário calcula o comprimento de onda de uma faixa de frequência de rádio;

**O VENDEDOR DE CHURROS** - ao ver e ouvir um carro de churros ao redor da praça, um observador se impressiona com a variação da frequência que ouve.

- **Ótica:**

**AJUDE O MR. MAGOO A VER O MUNDO COM OUTROS OLHOS** - este programa tem o intuito de despertar nos alunos a necessidade de adquirir conhecimento envolvendo Óptica Geométrica;

**A FOTOGRAFIA E A FÍSICA** – calcula-se qual a distância correta de uma pessoa em relação a uma máquina fotográfica para que a foto saia perfeita;

**ECLIPSE LUNAR** - simulação sobre eclipse lunar;

**(b) Escolha dos documentos:** A escolha dos softwares analisados, além de representarem o universo disponibilizado pelo site Dia a Dia Educação na disciplina Física, parte de outras razões que serão apresentadas a seguir. O conjunto de softwares de simulação analisados, ou seja, a amostra é pertencente a dois conteúdos: Calorimetria e Física Moderna.

A escolha dos softwares relacionados a estes dois conteúdos parte de uma dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos em relação ao conceito de calor, como é discutido nos trabalhos de (CARDENAS; LOZANO, 1997; CARVALHO; CASTRO, 1992; COTIGNOLA et al, 2002; CERVANTE et al., 2001; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002; PEREIRA, 2010; RAFAEL, 2007; TEIXEIRA; CARVALHO, 1998; TEIXEIRA; CINDRA; MONTEIRO, 2003; apresentado no trabalho CARVALHAIS, 2012) e da dificuldade, por parte dos professores, de introduzir a Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio tratado em (MONTEIRO, et al. 2009).

Os softwares escolhidos para a análise se respaldam em representarem o todo dos sessenta e cinco softwares que de “fato funcionam” e por terem passado pelos critérios de exaustividade, homogeneidade, representatividade, pertinência e exclusividade.

**(c) Formulação das hipóteses e objetivos:** Por si só a simulação não cria a melhor situação de aprendizado. Para que a aprendizagem ocorra é necessário criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno e essa experiência seja complementada com elaboração de hipóteses, leituras, discussões e uso do computador para validar essa compreensão do fenômeno. Ao usar o software, pensando-o na perspectiva construcionista, há uma interação ativa do aluno com o computador, ensinando-o e dessa maneira construindo seu conhecimento. Ao usar um software do tipo programação, o aluno pode agir sobre o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, em outros tipos de softwares, em partes deste ciclo ou ainda de se posicionar em uma postura de receptor do conhecimento, em uma perspectiva instrucionista.

Quando se pensa em Ensino de Física, as simulações podem ser bastante úteis para serem utilizadas em sala de aula pelo professor “particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p.79) e no caso de “experimentos perigosos ou de realizações muito caras assim como os que envolvam fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos.” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p.79).

As simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são

ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista? Essa é uma das perguntas que move o presente trabalho. A partir desta indagação, se faz interessante o estudo das simulações colocadas no item leitura flutuante, dentro de uma análise de cunho construcionista. Com intenção de possibilitar reflexões e a constatação das qualidades desses, servindo de aparato para que os educadores possam usá-los em suas aulas, levando os educandos a sujeitos ativos e investigadores de seu conhecimento.

O objetivo principal deste estudo é o seguinte: analisar o conteúdo, na perspectiva construtivista, dos softwares de Física disponibilizados pelo site Dia a Dia Educação. Justificando-se que tal análise abre reflexão para que os educadores façam o uso dos softwares cabíveis em tal disciplina, satisfazendo a construção do conhecimento por parte do aluno.

**(d) Síntese dos índices:** De acordo com Valente (1999a) existem várias maneiras de utilizar o computador na educação e uma delas é informatizando os métodos tradicionais de instrução. Do ponto de vista pedagógico esse seria o paradigma instrucionista. Os softwares de cunho instrucionista tendem a proporcionar ao aluno uma interação passiva com o computador, onde o educando recebe a informação. Softwares onde se tem algum tipo de tutorial, transmitindo algum conteúdo de forma que o aluno faça algum exercício para revisar e/ou contemplar a conteúdo ensinado pelo computador são indícios de uma interação aluno-computador-professor instrucional.

De outra forma, quando o software propõe ao aluno criar, construir o conhecimento, em uma interação ativa, tem-se uma perspectiva construcionista de ensino e aprendizagem. Nesse caso, o conhecimento não é passado para o aluno. O aluno não é mais instruído, ensinado, mas o construtor do seu próprio conhecimento, ou seja, é quem produz própria sabedoria. Esse é o paradigma construcionista que prioriza a aprendizagem ao invés do ensino; a construção do conhecimento e não a instrução. Simulações que provoquem alguma das partes do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, especificamente a descrição estão abrindo possibilidades para uma ação construcionista.

### 5.1.2. EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

A exploração do material acontece nos softwares tanto da área de Calorimetria quanto na de Física Moderna e Contemporânea. Por questão de organização, a codificação e a categorização de cada software analisado são colocadas em sequência.

No que tange a Calorimetria, o número de simulações exploradas totalizam seis, e são os seguintes: ATRITO, A HORA DO BANHO, CUIDADO COM O GRANIZO!, DILATAÇÃO TÉRMICA, DILATAÇÃO-TERMÔMETRO e UTILIZAÇÃO E TIPOS DE ENERGIA.

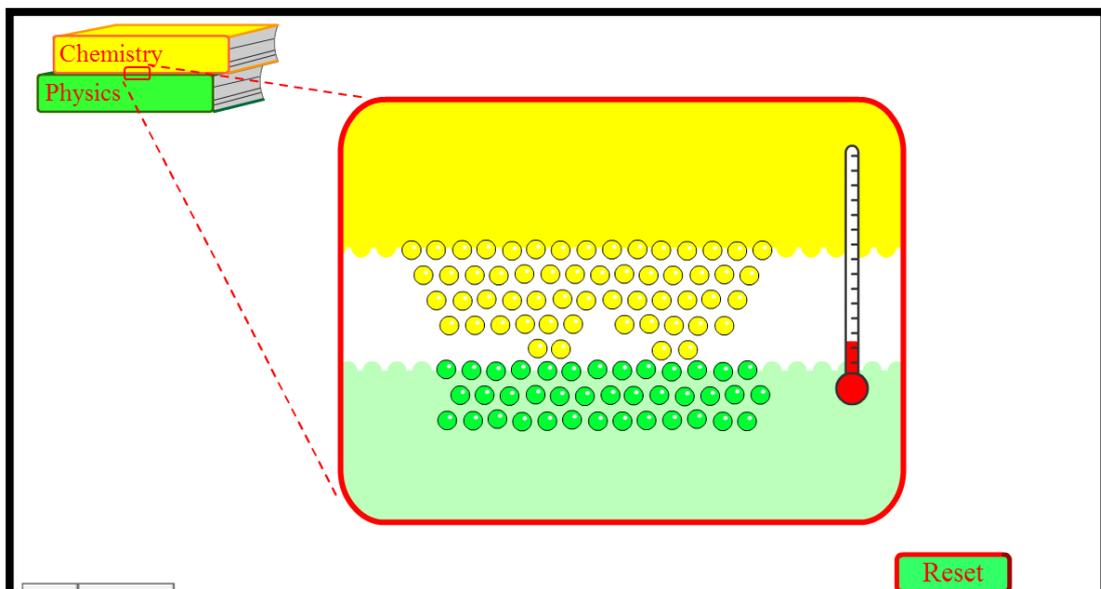
No caso da Física Moderna e Contemporânea, têm-se ao todo três softwares: EFEITO FOTOELÉTRICO, EFECTO FOTOELECTRICO e ESPALHAMENTO DE RUTHERFORD. Eles serão ordenados por ordem alfabética e enumerados para facilitar a leitura.

- **Calorimetria:**

### I. ATRITO

(a) **Codificação:** Nesta simulação, a temperatura no termômetro altera-se em conformidade com atrito ente os dois livros.

Figura 2 - Software Atrito



Fonte: *print screen* do software Atrito. Disponível em: <  
<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/136854friction.swf>>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

O aluno, por meio do cursor do computador, movimenta um dos livros na velocidade que desejar. Aqui se exige uma participação por parte do educando para que ocorra o propósito de averiguar relação de temperatura e atrito (intensidade e velocidade em que este ocorre).

(b) **Categorização:** A simulação ocorre aqui unicamente se houver a interação ativa do aluno com o computador. O movimento dos livros, provocado pelo educando, pode ser entendido como uma descrição por parte deste, em que o software após execução mostra o aumento de temperatura no termômetro. A variação da temperatura está em conformidade com a intensidade e velocidade que o aluno aplica no cursor ao movimentar o livro. Desta forma há a possibilidade de modificar estas variáveis na ação (descrição) para após a execução, que proporciona a mudança de temperatura, o aluno possa refletir sobre sua prática. Ou seja, diante a movimentação do livro que provoca atrito e a variação no termômetro, o aluno tem a possibilidade de refletir sobre a relação entre a ação (atrito) e reação (variação de temperatura).

## II. A HORA DO BANHO

(a) **Codificação:** O software apresenta uma situação cotidiana: os pais se preparando para banhar seu filho.

Figura 3 - Software A Hora do Banho



Fonte: *print screen* do software A Hora do Banho. Disponível em: < [http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_calor\\_horadobanho.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_calor_horadobanho.htm) >. Acesso em 10 de mar. de 2015.

A primeira parte da simulação contextualiza o problema em que levará o aluno a resolver matematicamente uma questão.

Figura 4 - Software A Hora do Banho

Fonte: *print screen* do software A Hora do Banho. Disponível em: <  
[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_calor\\_horadobanho.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_calor_horadobanho.htm)>. Acesso em 10 de mar.  
 de 2015.

Posteriormente, conhecem-se os valores das condições iniciais do banho e é apresentada a questão em que se calcula a quantidade de água necessária para que a criança não se queime ao tomar seu banho. As condições de banho e a questão estão mostradas na figura 6. Nota-se que existe a opção por uma calculadora para ajudar no cálculo de resolução e outro item denominado ajuda que mostra a equação de quantidade de calor sensível.

**(b) Categorização:** O intuito deste software é apresentar uma situação, por meio de uma animação, que contextualiza uma questão a ser resolvida pelo cálculo da quantidade de calor sensível. A palavra “quanto”, contida no enunciado da questão, leva a entender que se trata de um problema quantitativo. Com os valores já estipulados, o educando não age como um investigador é uma ação de operar pela repetição, um comando dado pelo software (GIL; TORREGROSA, 1987).

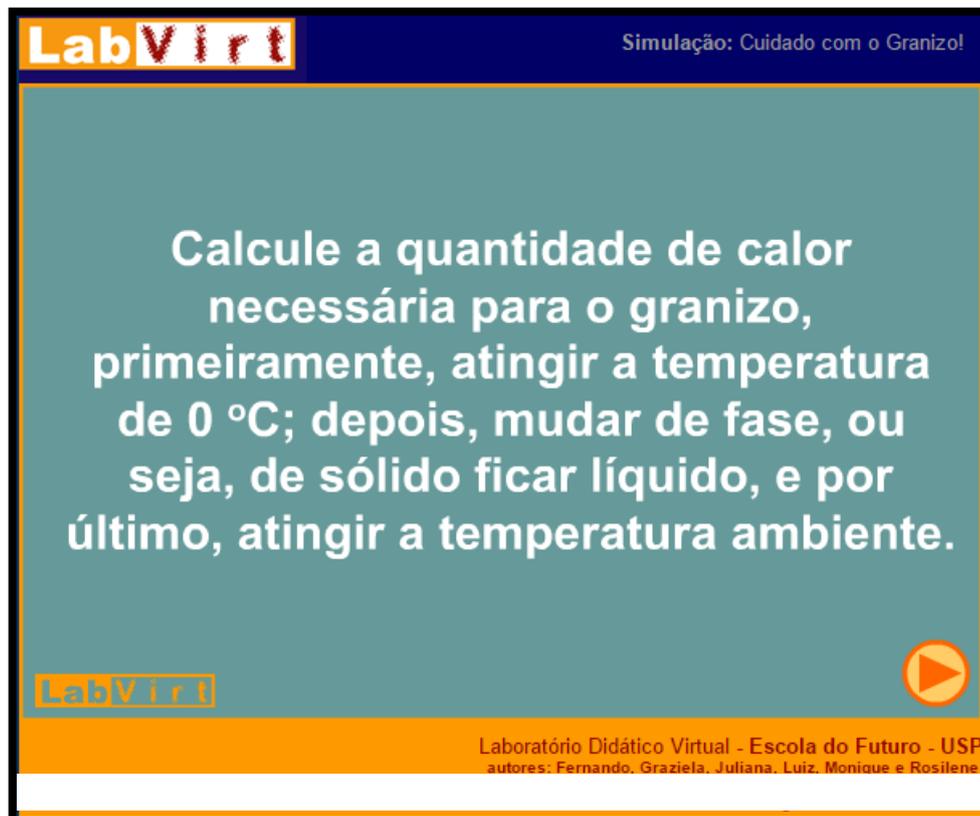
O aluno é levado a calcular um valor resultante exato que se adequa as condições iniciais e a equação de calor sensível. A finalidade é resolver a questão. Se o resultado não

estiver correto, o aluno tem a possibilidade de rever o cálculo. Talvez haja uma depuração por parte do aluno neste momento, mas que se limita a trocar valores por outros sem uma reflexão maior. Aqui se percebe uma perspectiva instrucionista, na prática de avaliar determinado conteúdo com um problema quantitativo.

### III. CUIDADO COM O GRANIZO!

(a) **Codificação:** Na primeira parte da simulação acontece uma explicação do que é granizo. Após esta explicação, o software apresenta uma questão para o cálculo da quantidade de calor necessária para que o granizo derreta e alcance a temperatura ambiente.

Figura 5 - Software Cuidado com o Granizo!



Fonte: *print screen* do software Cuidado com o Granizo! Disponível em: <  
[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_calor\\_granizo.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_calor_granizo.htm)>. Acesso em 10  
 de mar. de 2015.

Os dados de massa, temperatura inicial e final do granizo e os calores específicos e latentes são mostrados a seguir, para que haja o cálculo. O aluno preenche os espaços em branco com os valores obtidos nas três etapas do processo de elevar a temperatura do granizo, transformá-lo em estado líquido e elevar a temperatura da água. Somados estas três partes do

processo tem-se a quantidade de calor total. Como no software anterior, o educando tem a calculadora e uma dica para seu ajudá-lo na resolução da questão.

Figura 6 - Software Cuidado com o Granizo!

**LabVirt** Simulação: Cuidado com o Granizo!

massa:  g

$\theta_{\text{inicial}}$ :  °C

$\theta_{\text{ambiente}}$ :  °C

Dados:

- calor específico da água é 1 cal/g°C
- calor latente de fusão do gelo é 80cal/g
- calor específico do gelo é 0,5 cal/g°C
- temperatura inicial do granizo é  $\theta_{\text{inicial}}$  °C
- temperatura final da água é 25°C

+  +  =

$Q_1$     $Q_2$     $Q_3$     $Q_{\text{total}}$

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
autores: Fernando, Graziela, Juliana, Luiz, Monique e Rosilene  
programação: Equipe POLI

Fonte: *print screen* do software Cuidado com o Granizo! Disponível em: <[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_calor\\_granizo.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_calor_granizo.htm)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

(b) **Categorização:** Percebe-se o fato instrucionista de o computador ensinar o aluno a respeito da formação do granizo. De maneira parecida com um tutorial, em que o aluno recebe as informações de modo passivo. Toda a contextualização converge para a resolução de um problema quantitativo baseados nas equações de calor latente e calor sensível.

Há apenas uma resposta correta, tendo um valor exato. O “calcule” no enunciado leva o aluno a resolver a questão de apenas um determinado modo, pois não se trata de um problema aberto, já que tem valores iniciais determinados. O calcular limita o educando a seguir determinada equação, a resolver de forma não investigativa o que lhe é dirigido pelo software. Levando-o a uma tendência ao operativismo (GIL; TORREGROSSA, 1987).

A depuração pode acontecer quando os valores obtidos não estão corretos para a

questão, trazendo uma reflexão ao aluno sobre sua prática, que é limitada a problemas típicos de lápis e papel (AZEVEDO, 2012).

#### IV. DILATAÇÃO TÉRMICA

(a) **Codificação:** O software Dilatação Térmica se trata de uma animação. Ele apresenta o desenrolar de uma situação em que a mãe ajuda seu filho a abrir um recipiente de vidro. Para isso, ela aquece a tampa do vidro com a intenção de dilatá-la e dessa maneira ficar maior que o recipiente, facilitando a abertura do mesmo.

Figura 7 - Software Dilatação Térmica



Fonte: *print screen* do software Dilatação Térmica. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/654219dilatacao.swf>>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

Figura 9 - Software Dilatação Térmica



Fonte: print screen do software Dilatação Térmica. Disponível em: <  
<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/654219dilatacao.swf>>. Acesso em  
 10 de mar. de 2015.

Figura 8 - Software Dilatação Térmica



Fonte: print screen do software Dilatação Térmica. Disponível em: <  
<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/654219dilatacao.swf>>  
 Acesso em 10 de mar. de 2015.

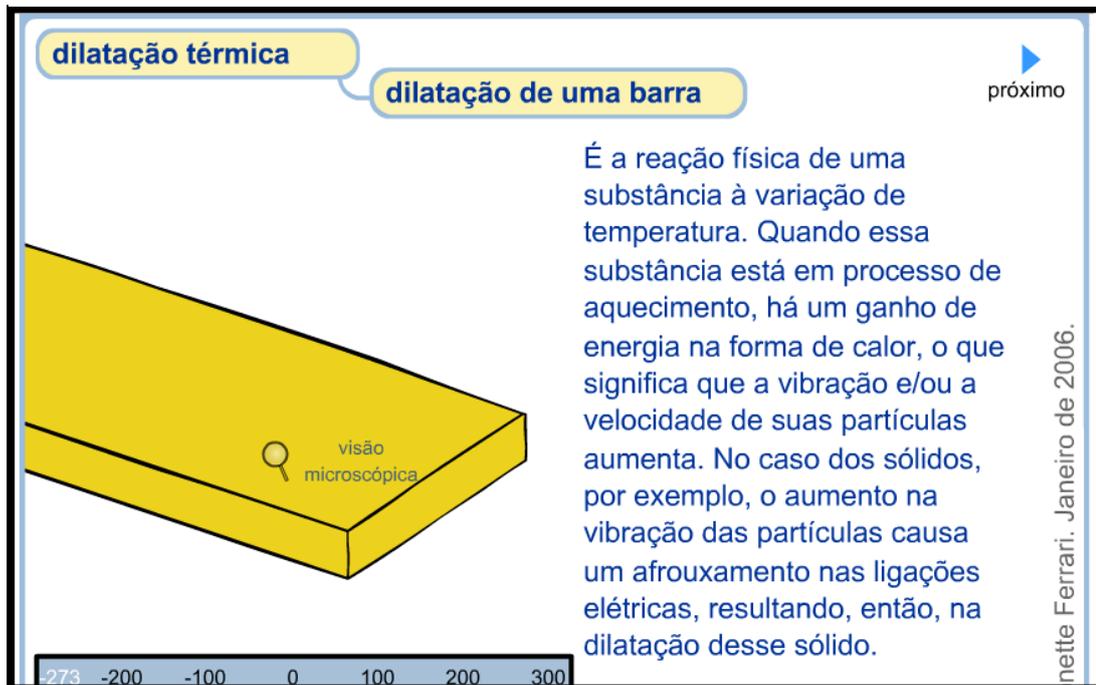
- (b) **Categorização:** No decorrer da animação não acontece interação direta com o aluno.

Ela mostra o desenrolar dos fatos e não resulta em qualquer questão ou problema a ser resolvido. O educando apenas assiste os acontecimentos e nenhuma das etapas do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração é proposta pelo software. As informações são passadas para o aluno de forma passiva, reforçando a perspectiva instrucionista.

## V. DILATAÇÃO – TERMÔMETRO

(a) **Codificação:** Em um primeiro contato com o software de simulação, ocorre uma explicação, por parte deste, do fenômeno físico dilatação. Na perspectiva que o aluno nesta interação apenas lê o enunciado, em um processo de transmissão de conteúdo, sem a participação ativa do educando.

Figura 10 - Software Dilatação – Termômetro

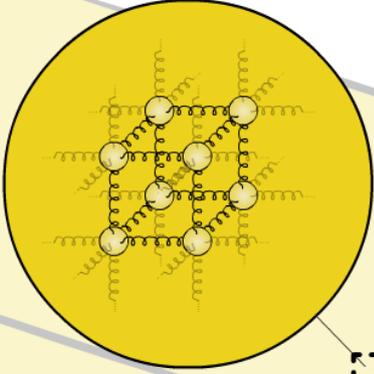


Fonte: *print screen* do software Dilatação – Termômetro. Disponível em: <  
<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/152273termometro.swf>>. Acesso em 10  
 de mar. de 2015.

Num segundo momento, nota-se a mesma situação colocada anteriormente, aqui há uma explicação no nível microscópico, na visão clássica, do processo de dilatação.

Figura 11 - Software Dilatação – Termômetro

**dilatação térmica** **visão microscópica** anterior próximo



Ao lado, percebe-se que o afastamento entre as partículas, causado por um aumento de temperatura, faz a barra dilatar-se. As ligações entre as partículas de um sólido podem ser representadas por molas, mas, na verdade, elas não existem fisicamente; é apenas uma representação. O termômetro de mercúrio, por exemplo, utiliza o princípio da dilatação no seu funcionamento.

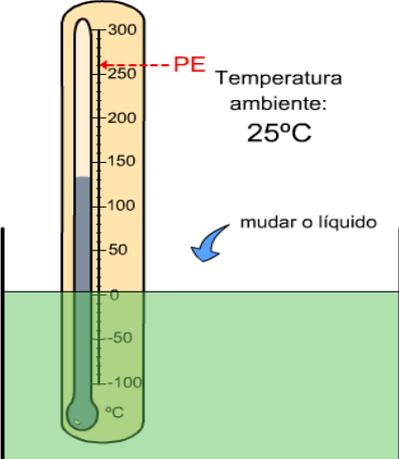
Ferrari, Janeiro de 2006.

Fonte: print screen do software Dilatação – Termômetro. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/152273termometro.swf>>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

Percebe-se uma interação por parte do aluno, no terceiro momento, de aumentar ou diminuir a intensidade da chama que aquece o líquido do vasilhame. O que provoca a variação da temperatura indicada no termômetro e o tempo desta variação modifica-se conforme se muda o líquido dentro do qual o termômetro se encontra.

Figura 12 - Software Dilatação – Termômetro

**dilatação térmica** **termômetro** anterior



Temperatura ambiente: 25°C

Temperatura da chama: 185°C

3 clique para aumentar a chama  
clique para diminuir a chama

A temperatura do mercúrio aumenta ou diminui até o equilíbrio térmico ser atingido. Repare que a temperatura do líquido não ultrapassa o seu ponto de ebulição PE: enquanto todo o líquido não se transforma em gás, ele permanece na mesma temperatura PE.

Ferrari, Janeiro de 2006.

Fonte: print screen do software Dilatação – Termômetro. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/152273termometro.swf>>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

(b) **Categorização:** Ao mostrar os conceitos de dilatação térmica, o software entra em uma perspectiva de ensinar o conteúdo para o aluno como em um programa tutorial. Levando a um processo instrucionista. A interação acontece quando há possibilidade de mudança na intensidade da chama, uma interação do discente para com o computador. Essa interação provoca um efeito de execução por parte da simulação, com um resultado de aumento da temperatura no termômetro. Esse fato pode levar o aluno a uma reflexão de sua ação na mudança da intensidade da chama e perceber qual a relação com a variação de temperatura, possibilitando novas experiências. O fato de modificar a intensidade e o material a que está inserido o termômetro condiz com a ideia de descrição do ciclo de um programa construcionista.

## VI. UTILIZAÇÃO E TIPOS DE ENERGIA

(a) **Codificação:** Este software tem uma proposta diferente dos outros apresentados até aqui, pela possibilidade de o aprendiz ajudar a montar o jogo que a simulação propõe. Faz-se necessário uma pesquisa dos tipos de energias e seus consecutivos usos. Após este passo, abre-se espaço para uma situação de organização, onde os usos devem ser agrupados em seus respectivos tipos de energias. O educando descreve e ajuda a montar o jogo.

Figura 13 - Software Utilização e Tipos de Energia

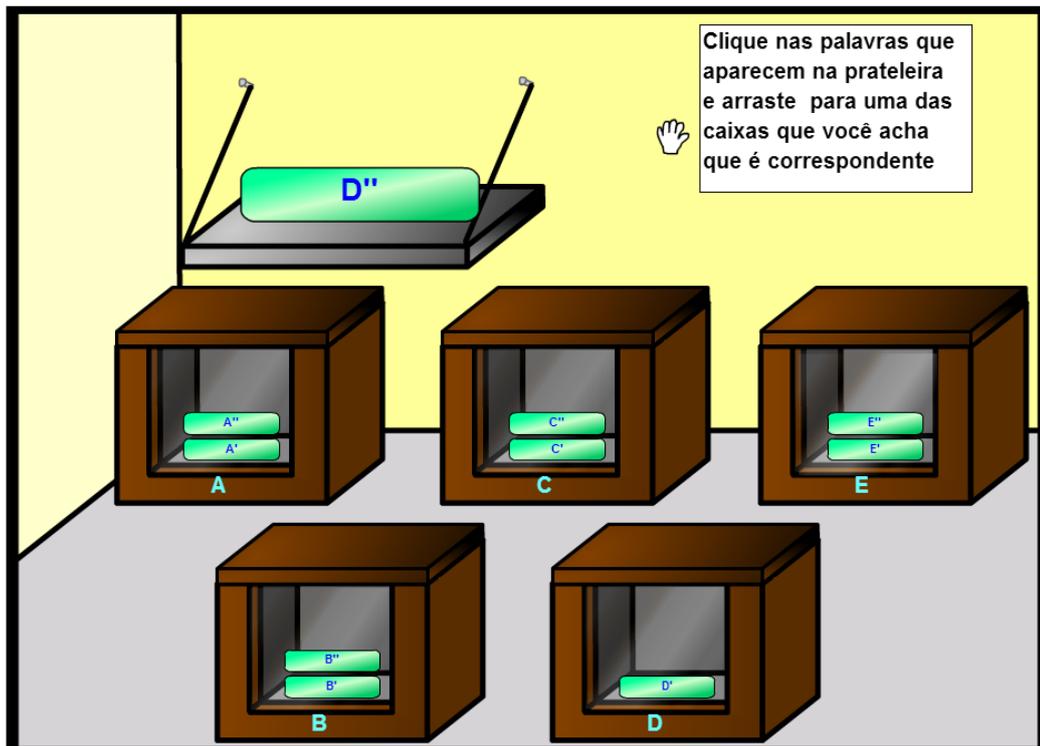
**Escreva na primeira coluna o nome de cinco energias, e na segunda e terceira coluna onde ela é usada**

ENERGIA	USO	
A	A'	A''
B	B'	B''
C	C'	C''
D	D'	D''
E	E'	E''

**Continuar**

Fonte: *print screen* do software Utilização e Tipos de Energia. Disponível em: <  
[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos\\_de\\_aprendizagem/FISI/CA/sim\\_energia\\_utilizacao.swf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos_de_aprendizagem/FISI/CA/sim_energia_utilizacao.swf)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

Figura 14 - Software Utilização e Tipos de Energia



Fonte: print screen do software Utilização e Tipos de Energia. Disponível em: <  
[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos\\_de\\_aprendizagem/FISICA/sim\\_energia\\_utilizacao.swf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos_de_aprendizagem/FISICA/sim_energia_utilizacao.swf)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

(b) **Categorização:** O aluno necessita antes de uma pesquisa para relacionar os tipos de energia e seus usos. Ele se torna um investigador, no sentido de pesquisar e escolher quais energias quer utilizar no jogo e quais seus respectivos usos. Há uma abertura para criação, não das regras do jogo, mas na inserção das informações que serão inseridos nele.

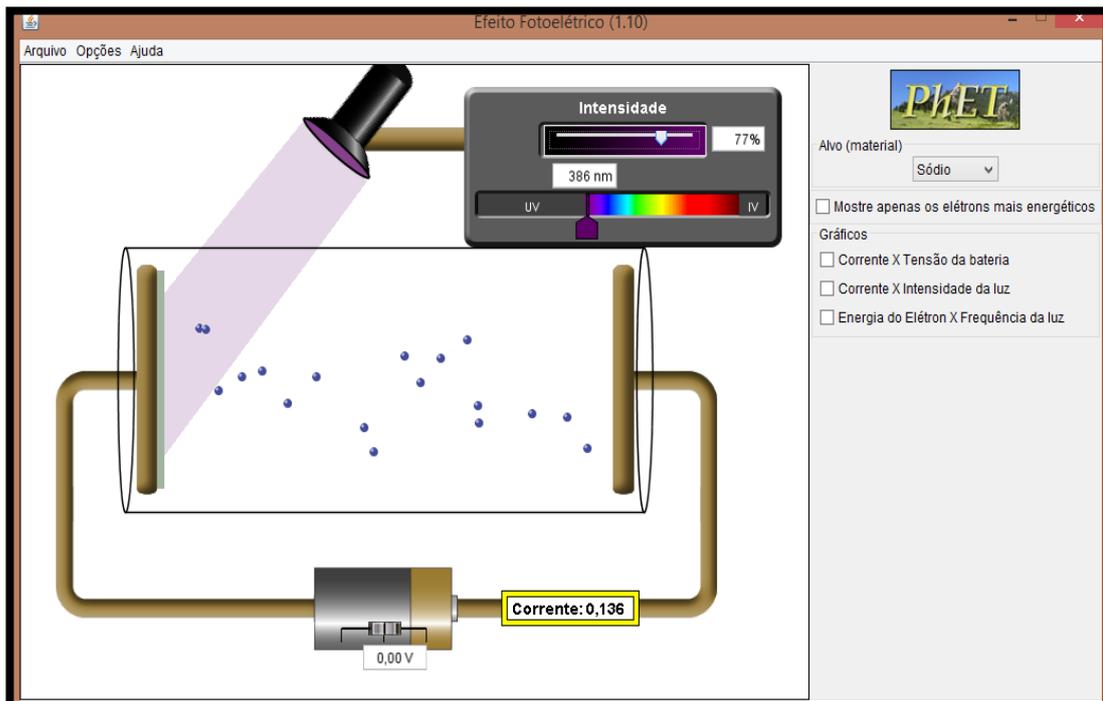
- **Física Moderna e Contemporânea:**

### I. EFEITO FOTOELÉTRICO

(a) **Codificação:** Aqui o aluno tem contato com uma simulação do efeito fotoelétrico, em que há alteração da intensidade do feixe de luz que atinge o material metálico. Há também a possibilidade de mudança na frequência da luz. O educando interage com essas duas variáveis: intensidade e frequência, observando o resultado de suas escolhas, sendo indicado pelo valor da corrente e pelos elétrons que saem da placa metálica.

Cabe uma mudança nos materiais, tendo outros resultados, além da escolha de mostrar determinados gráficos que podem ajudar na reflexão do fenômeno por parte do aluno.

Figura 15 - Software Efeito Fotoelétrico



Fonte: *print screen* do software Efeito Fotoelétrico. Disponível em: <  
[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

**(b) Categorização:** O aluno descreve as condições para que ocorra a simulação, podendo modificar variáveis para refletir quais as reações que a mudança provoca. Levando a verificar várias possibilidades e reflexões por meio das modificações.

No entanto, o fenômeno já está descrito previamente pelo software e o educando é muito pouco desafiado ou encorajado a desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos, portanto o presente software é classificado como fechado. (VALENTE, 1999b).

## II. EFECTO FOTOELECTRICO

**(a) Codificação:** Trata-se do efeito fotoelétrico. Com variações de frequência, intensidade de luz imitada e tipo de material que está sendo “bombardeado” pela luz. A reação é uma corrente elétrica que passa a circular pelo circuito. A diferença neste é a possibilidade por parte do aluno de mudança da voltagem no circuito

Figura 16 - Software Efecto Fotoelctrico



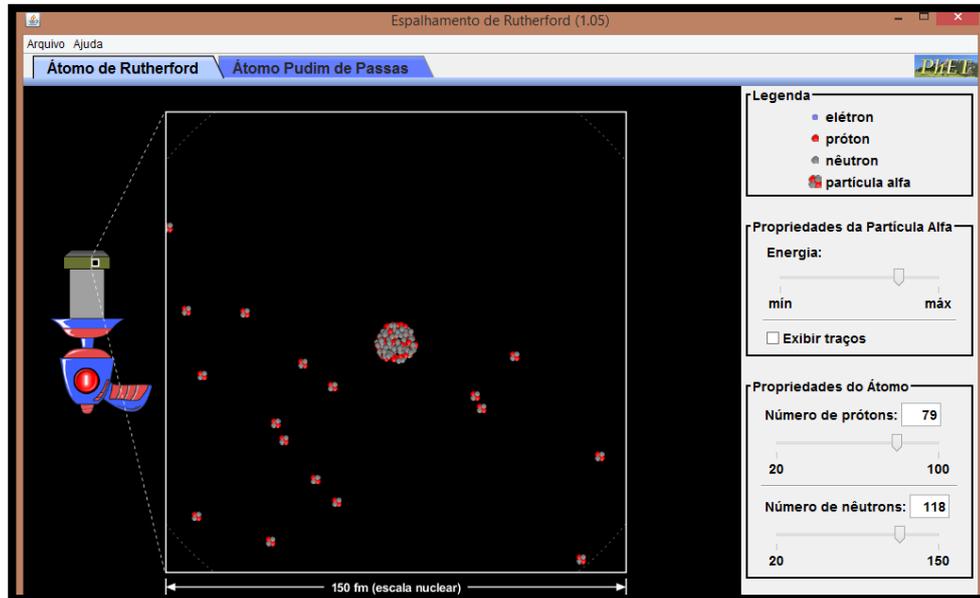
Fonte: *print screen* do software Efecto Fotoelctrico. Disponível em: <  
<http://www.educaplus.org/luz/lcomopartícula.html>>. Acesso em 10 de mar. de  
 2015.

(b) **Categorização:** Semelhante ao software discutido anteriormente, acrescido com a possibilidade de modificar a diferença de potencial do circuito, sendo um dado a mais na reflexão sobre o fenômeno. Trata-se de uma simulação fechada, pois a descrição é mais limitada e se restringe a definir valores de alguns parâmetros. O aluno assiste, na tela do computador, o desenrolar desse fenômeno e, nesse sentido, a sua ação é muito semelhante ao que acontece quando usa um tutorial. (VALENTE, 1999b).

### III. ESPALHAMENTO DE RUTHERFORD

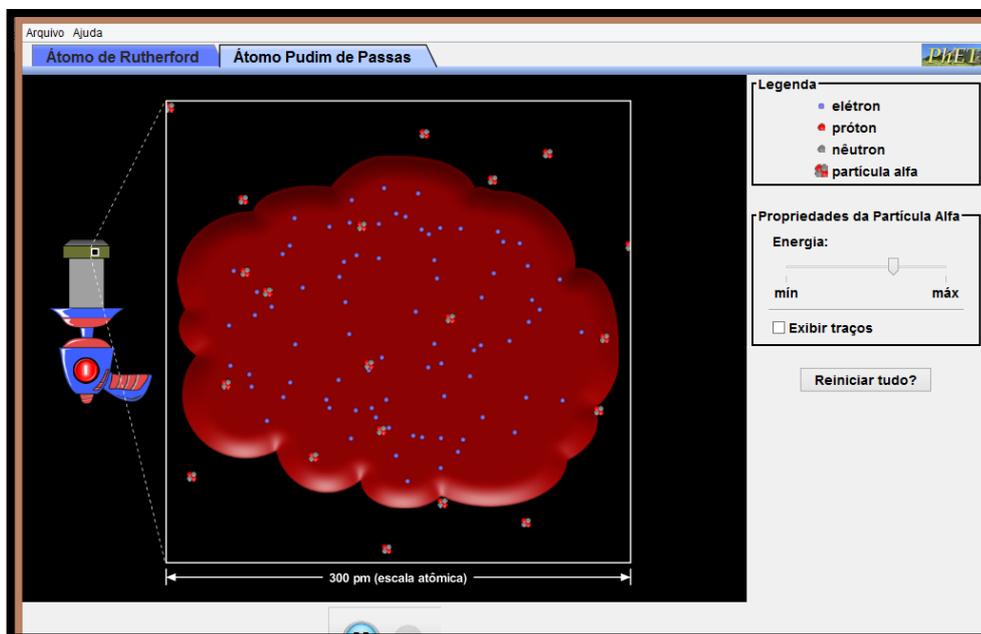
(a) **Codificação:** O aluno tem contato com dois modelos de átomos, o de Rutherford e o de pudim de passas, esse último é o modelo criado por Joseph John Thomson no ano de 1897. Este contato acontece pela animação de espalhamento. Há o lançamento das partículas alfa sobre os dois modelos de átomos e visualiza-se o que acontece com cada um deles. A energia com que as partículas alfas são emitidas pode ser controlada pelo aluno, além das propriedades do átomo, como número de prótons e número de nêutrons.

Figura 17 - Software Espalhamento de Rutherford – Átomo de Rutherford



Fonte: *print screen* do software Espalhamento de Rutherford. Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

Figura 18 - Software Espalhamento de Rutherford – Átomo Pudim de Passas



Fonte: *print screen* do software Espalhamento de Rutherford. Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering)>. Acesso em 10 de mar. de 2015.

(b) **Categorização:** Algumas propriedades podem ser modificadas, levando o aluno a criar ajustes e verificar a simulação do fenômeno. Além de comparar a diferença entre dois

modelos de átomos. Este fato traz um incremento a mais em relação aos outros softwares apresentados até então.

Esta simulação caracteriza-se por não disponibilizar ao aluno implementar as leis e definir os parâmetros envolvidos. O que ocorre é a definição dos valores de alguns parâmetros do fenômeno, o que leva a classificá-lo como fechado. (VALENTE, 1999b).

### **5.1.3. TRATAMENTO DOS RESULTADOS**

Nota-se um forte indicio de uma proposta instrucionista nos softwares A HORA DO BANHO, CUIDADO COM O GRANIZO! e DILATAÇÃO TÉRMICA. Nos dois primeiros, o aluno recebe as informações passivamente e após é levado a resolver uma questão mediante o cálculo de uma equação. Não provoca uma reflexão no educando, que o leve a criar hipóteses e ter uma ação de investigador. O software se comporta como um tutorial, em que se propõe um problema, com apenas uma resposta exata equivalente a um valor para consulta de conhecimento.

Nos três softwares citados acima o computador assume o papel de uma máquina de ensinar, em que a interação entre aluno e o computador consiste na leitura da tela, no avanço pelo material, na escolha de informação e resposta de questões que são digitadas no teclado. Estas questões se resumem em verificar se o educando memorizou a informação fornecida.

A limitação destes softwares está justamente na capacidade de verificar se a informação foi processada e, portanto, se passou a ser conhecimento agregado aos esquemas mentais. Eles não têm condições de corrigir a solução de um problema aberto com mais de um tipo de solução, em que o aluno pode exercitar sua criatividade e explorar diferentes níveis de compreensão de um conceito.

Observando este comportamento, vemos que o aprendiz está fazendo coisas, mas não temos qualquer pista sobre o processamento dessa informação e se está entendendo o que está fazendo. Ele pode até estar processando a informação fornecida, mas não temos meios para nos certificar se isso está acontecendo. (VALENTE, 1999b, p.90).

É necessário, então, por parte do docente, interagir com o educando, criar condições para levá-lo ao nível da compreensão e apresentar situações problema, onde ele é obrigado a usar as informações fornecidas, com a finalidade de verificar se houve algum tipo de aprendizagem. Podendo, para tal intento, utilizar-se de debates e/ou questionamentos preparados com antecedência. Ou seja, o educador deve criar situações para o aluno

manipular as informações recebidas, de modo que elas possam ser transformadas em conhecimento e esse conhecimento ser aplicado corretamente na resolução de problemas significativos para o educando.

O mesmo ocorre com os softwares ATRITO, DILATAÇÃO – TERMÔMETRO, EFEITO FOTOELÉTRICO, EFECTO FOTOLECTRICO e ESPALHAMENTO DE RUTHERFORD. Estes podem ser classificados como simulação fechada por possibilitarem alterações em algumas variáveis do fenômeno e posteriormente verificar as reações de tais mudanças. No entanto, o problema já está dado, sem a abertura para definir e fazer uma nova descrição. Levando o aluno a não desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. Já no software UTILIZAÇÃO E TIPOS DE ENERGIA o educando ajuda a criar um objeto, no caso um jogo, tendo que pesquisar sobre os tipos de energias e seus usos. A pesquisa pode ser feita usando a internet, fazendo com que o aluno interaja ativamente na investigação das informações, sendo autônomo em sua ação. O uso da internet auxilia o aluno a ter contato com informações, “mas não a compreender ou construir conhecimento com a informação obtida” (VALENTE, 1999b, p.94). O professor aqui tem papel de “suprir essas situações para que a construção do conhecimento ocorra” (VALENTE, 1999b, p.94).

A análise dos softwares mostrou que o educador tem um papel fundamental no processo de aprendizagem:

Em todos os tipos de software, sem o professor preparado para desafiar, desequilibrar o aprendiz, é muito difícil esperar que o software *per se* crie as situações para ele aprender. A preparação desse professor é fundamental para que a educação dê o salto de qualidade, deixando de ser baseada na transmissão da informação, passando a realizar atividades para ser baseada na construção do conhecimento pelo aluno. (VALENTE, 1999b, p.90).

Cabe ao professor um estudo do software de simulação que usará em sua aula. Após este exame de suas possibilidades deve-se angariar em um objetivo, entender o porquê de estar usando aquele software e ter uma metodologia para usá-lo. Mesmo o software tendo características de simulação fechada e de cunho totalmente instrucionista, é interessante refletir de que maneira usá-los em aula. Levando os alunos a serem investigadores e interagirem de forma ativa com o computador. Logo, os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação, podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista. Para tanto há uma proposta, no item a seguir, para que sirva de possível apoio ao professor quanto a utilizar um software de simulação em aula de maneira construcionista.

## 6. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O EMPREGO DOS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA CONSTRUCIONISTA

Utilizar um software de simulação em prol de um processo de ensino e aprendizagem, bem como seja uma ferramenta que de fato auxilie o professor em trabalhar determinado conteúdo exige muito mais do que conhecimento sobre informática instrumental. Faz-se necessários conhecimentos sobre as teorias de aprendizagem, concepções educacionais, práticas pedagógicas, técnicas computacionais e reflexões sobre o papel do computador, do professor e do aluno nesse contexto.

Em seu trabalho ‘Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa’, Vieira (1999) discorre os critérios para uma avaliação de um software para uso educacional, segundo uma concepção construtivista de aprendizagem, reflete sobre a classificação dos mesmos quanto ao tipo e nível de aprendizagem e apresenta uma sugestão para registro desta avaliação.

Apesar do termo avaliar possuir inúmeros significados, na expressão "avaliação de softwares educativos", avaliar significa analisar como um software pode ter um uso educacional, como ele pode ajudar o aprendiz a construir seu conhecimento e a modificar sua compreensão de mundo elevando sua capacidade de participar da realidade que está vivendo. Nesta perspectiva, uma avaliação bem criteriosa pode contribuir para apontar para que tipo de proposta pedagógica o software em questão poderá ser melhor aproveitado. (VIEIRA, 1999, p.2).

A proposta desenvolvida a seguir, parte da ideia de que além de uma criteriosa avaliação, cabe ao professor planejar uma metodologia para o uso das simulações, tanto das encontradas no site Dia a Dia Educação quanto para outras em sala de aula na perspectiva construcionista. Como utilizar os softwares é o que direciona os apontamentos seguintes, que são de interesse para que sejam levantados, em sequência, pelo educador ao usar uma simulação de modo que haja um possível ensino e aprendizagem:

- **Determinar objetivos pedagógicos ao se usar o software:** identificar quais os fins ao empregar uma simulação em sala de aula. Tais quais discutidos por Gaddis (2000): reduzir o ‘ruído’ cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos; fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de

interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades de resolução de problemas; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

- **Escolher uma metodologia de ensino ao empregar o software em sala de aula:** o caminho a seguir, ao utilizar o software, para alcançar o objetivo determinado de forma que o aluno seja ativo e investigador neste processo.

[...] as simulações computacionais podem ser orquestradamente articuladas com atividades de ensino, sendo, portanto mais um instrumento de mediação entre o sujeito, seu mundo e o conhecimento científico. Para tanto, há de se experimentar e teorizar muito sobre a Educação Científica, com um olho no passado e outro no futuro, mas, sobretudo com a consciência viva no presente. (GIORDAN, 1999, p.49)

Uma simulação usada no contexto da educação em Física deve representar para o estudante algo que venha contribuir para a construção dos conceitos de Física para o entendimento dos fenômenos estudados e a apreensão da realidade Física. Uma simulação deve, portanto, nesse contexto, ir além de um simples papel ilustrativo, podendo não estimular, não proporcionar desafios, não estimular a curiosidade, ou sequer fazer o aprendiz pensar sobre a realidade simulada.

Um modo, uma forma de estimular deve ser pensada pelo professor,

[...] visto que o papel do educador não é o de encher o educando de conhecimento, de ordem técnica ou não, mas sim o de proporcionar, através da relação dialógica educador-educando, educando-educador, a organização de um pensamento correto em ambos (FREIRE, 1979, p. 53).

Priorizando os conhecimentos prévios do aprendiz a um ambiente de simulação, para criar epistemologicamente um espaço de experimentação, pois enquanto a experimentação lida com manifestações reais, contato físico, a simulação lida com a virtualidade, o programa subjacente, a imaginação. Nesse sentido, o aluno, ao interagir com o modelo de uma

determinada realidade, pode, a partir de suas hipóteses, experimentar ideias, tirar conclusões e aprender.

Neste passo, o professor reflete um modo para que seu aluno possa criar, recriar, modificar, agir em tempo real, serem autores de produções.

[...] é indispensável explorar ao máximo as possibilidades de prever o que ocorrerá à medida que introduzimos trocas nas grandezas do sistema físico e explicar em termos dos conceitos físicos envolvidos. Se o uso destas situações não é acompanhado por atividades de questionamento, reflexão e explicação a partir da teoria Física, as consequências serão mecanização e fazer sem sentido (SANTOS et al., 2000, p. 65).

- **Fazer uma avaliação do software escolhido:** classificação e caracterização da simulação a partir de determinadas perguntas, tais quais: o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição se estabelece por completo ou em sua execução o software apresenta alguma das fases deste ciclo? Na fase de descrição, ele é inteiramente instrucionista ou tem aspecto construcionista? A simulação é fechada, aberta ou tangencia o Instrucionismo?

O estudo de avaliação de softwares é desenvolvido no trabalho de Vieira (1999). O qual é um material que direciona este item da proposta e pode ser usado para um processo avaliativo mais preciso da simulação.

Como aponta Albuquerque, na avaliação o professor conhece a simulação, suas possibilidades e características, para posteriormente refletir e planejar seu uso em sala de aula.

[...] da “*análise de um software*” é possível entender que o aprender não deve estar restrito ao software, mas sim no relacionamento professor-aluno e a interface com este software. Alguns softwares apresentam meios que favorecem a atuação do professor, outros já requerem maior participação e envolvimento do professor para auxiliar o aluno a aprender. Desta forma, a avaliação de softwares educacionais em termos do aprender e da real função, que o professor deve desempenhar para que o aprendizado ocorra, vai variando muito entre softwares do tipo tutorial e de programação. No entanto, os vários softwares usados na educação, como os tutoriais, a programação, o processador de texto, os softwares multimídia, os softwares para construção de multimídia, as simulações e modelagens e os jogos, apresentam características que podem favorecer, de maneira mais explícita, o processo da construção do conhecimento. É isso que deve ser avaliado quando escolhermos um software para usar em situações educacionais. (ALBUQUERQUE, 2000, p.25-26).

- **Planejar o uso do software,** pautado na metodologia escolhida, para que o aluno se torne ativo no processo de ensino e aprendizagem. Pois a simulação:

[...] trata-se de uma alternativa que pode ser motivadora, instigante, pertinente, para discussão de conteúdos científicos. Oferece-se aos alunos a oportunidade de serem agentes de sua própria aprendizagem, de tomarem uma decisão e assumi-la, de analisarem dados e modificarem suas conclusões, seguindo os passos do método

científico, sem, entretanto estarem presos a uma receita hierarquizada de acontecimentos predeterminados pelo professor, como acontece frequentemente quando usamos o laboratório. Acreditamos que dessa forma estaremos contribuindo para formar o raciocínio crítico do aluno, futuro cidadão participantes das decisões da sociedade (EIVAZIAN, apud COX, 2003, p. 37).

Neste item cabe uma reflexão de maneira de inserir o software no planejamento de aula, sendo a simulação aberta ou fechada (VALENTE, 1998). Encontrar uma forma de utilizá-lo no decorrer da aula para que contemple a metodologia de ensino escolhida. Desde um ensino por investigação, problematizando atividades (AZEVEDO, 2012) ou servindo para debates e discussões (CAPPECHI, 2012).

Dois exemplos da proposta metodológica para o uso dos softwares de simulação serão apresentados a seguir, tanto para um melhor entendimento da utilização da proposta desenvolvida anteriormente, quanto como sugestão para o professor da aplicação das simulações A HORA DO BANHO, CUIDADO COM O GRANIZO! e EFEITO FOTOELÉTRICO.

#### 1ª exemplificação

- **Determinar objetivos pedagógicos ao se usar o software:** fazer com que os alunos reflitam e compreendam os conceitos de calor sensível e calor latente.
- **Escolher uma metodologia de ensino ao empregar o software em sala de aula:** os três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).
- **Fazer uma avaliação do software escolhido:** os softwares escolhidos são A HORA DO BANHO e CUIDADO COM O GRANIZO! Ambas as simulações tendem a uma perspectiva instrucionista.
- **Planejar o uso do software:** na **problematização (PI)** apresentar o contexto do software A HORA DO BANHO e discutir com os alunos a maneira para se chegar à melhor temperatura da água que vai banhar a criança. Na **organização do conhecimento (OC)** se desenvolve os conceitos de calor sensível e calor latente. E na **aplicação do conhecimento (AC)** utilizam-se os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para analisar, interpretar e apresentar respostas para o problema discutido na PI. Como situação diferente de problematização apresenta-se o software CUIDADO COM O GRANIZO!

#### 2ª exemplificação

- **Determinar objetivos pedagógicos ao se usar o software:** introduzir alguns conceitos de Física Moderna e Contemporânea, mais precisamente conceitos relacionados ao Efeito Fotoelétrico
- **Escolher uma metodologia de ensino ao empregar o software em sala de aula:** mapas conceituais (MOREIRA, 2010).
- **Fazer uma avaliação do software escolhido:** a simulação EFEITO FOTOELÉTRICO trata-se de uma simulação fechada, pois a descrição é mais limitada e se restringe a definir valores de alguns parâmetros.
- **Planejar o uso do software:** após a utilização do software EFEITO FOTOELÉTRICO pelo aluno, aplicar a atividade de construção de um mapa conceitual. Em que cada educando faça seu próprio mapa, relacionando os conceitos de intensidade de luz, frequência, diferença de potencial, liberação de elétrons e quantidade de fótons.

A proposta desenvolvida tem a intenção de servir de aparato para o professor utilizar as simulações em sala de aula como recursos didáticos em uma perspectiva construcionista, mesmo que o software que se queira utilizar tenha um cunho instrucionista. Devendo para isso, o professor mediar e intervir no processo de ensino e aprendizagem junto à relação que se trava entre aluno e computador.

Independentemente da escolha metodológica de ensino do professor ao empregar o software em sala de aula, em seu planejamento a interação do aluno e computador deve ocorrer da maneira construcionista. A proposta se torna construcionista ao trazer, nos três primeiros itens, subsídios suficientes para que no quarto haja um plano de aula com o intuito de que o educando se torne ativo no processo de ensino e aprendizagem, construtor de seu conhecimento e um investigador.

## 7. CONCLUSÃO

A interação computador, professor e aluno, é feita no Construcionismo, quando o aluno ensina o computador, usa-o para construir situações, reelabora seu conhecimento prévio e um novo conhecimento é construído, um conhecimento mais sofisticado, mais complexo. Através do computador, o professor pode formular atividades que venham propiciar ao aluno refletir sua prática, desequilibrar estruturas que já possui, acomodar conceitos para assimilar novos conhecimentos e assim formar estruturas evoluídas em relação às anteriores.

O Ensino de Física pode explorar as tecnologias, na perspectiva construcionista, com softwares que demonstrem modelos de fenômenos físicos, em que se podem modificar as variáveis envolvidas, abrindo espaço para outras possibilidades e reflexões. Na confecção prática de experimentos, criando abertura para verificações que ajudam a concretizar problemas levados pelo professor. Com a navegação e investigação na internet, em que aluno pode tornar um pesquisador de seu conhecimento a fim de um determinado conteúdo. Na utilização de vídeos que mostram algum fenômeno da Física e criar discussões do que foi visto. Enfim, essas são apenas algumas maneiras de lidar com o Construcionismo no ensino de Física.

Para que se pense nos softwares como ferramentas de ensino e aprendizagem, antes, almeja-se uma escola que tenha um laboratório de informática, com computadores que de fato funcionem, em uma quantidade expressiva, com acesso à internet e com um profissional que auxilie o professor quanto a situações técnicas. Outro ponto a ser evidenciado é o contato do professor com as tecnologias, o saber usá-las e aplicá-las, servindo de subsídio para uma metodologia que direcione suas atividades em sala. E mais, o professor deve estar ciente de que o uso do computador não é o baluarte que provocará uma melhor situação de ensino por sua parte e uma aprendizagem por parte do aluno.

Quanto às simulações utilizadas na educação, podem ser classificadas em fechadas, que é o caso das que abrem possibilidade para mudança de alguma variável (ou algumas) que modela o fenômeno ou experimento simulado pelo software. No entanto, a situação simulada já está previamente descrita, não cabendo ao educando programar a execução do software. Essa possibilidade acontece nas simulações abertas. Nesses casos, o aluno formula a descrição dentro do que o software oferece do fenômeno ou experimento e o computador executa. Em uma comparação, o último tipo de simulação tange a perspectiva construcionista mais que o primeiro. No sentido que no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição o aluno opera em alguma dessas ações em alguns momentos. Existem, também, simuladores que se

aproximam da perspectiva instrucionista. Como é o caso daqueles que se comportam como tutoriais. O aluno recebe passivamente as informações e é levado a responder de forma exata e fechada um problema, a fim de avaliar o que o software informou. Cabendo apenas uma reflexão da resposta dada.

A internet oferece simulações das mais diversas, e quando se trata da disciplina Física, se abre um leque de possibilidades. O governo do Paraná disponibiliza tais recursos em sua página Dia a Dia Educação para que tanto professor, quanto alunos tenham contato com tal material. Um alerta merece ser feito: parece que há uma marginalização e um descuido na atualização dos softwares ofertados pelo site da Secretaria de Educação deste estado, o qual pode ser constatado ao examinar o material disponível. Há softwares que simplesmente não funcionam ou não “rodam”. Na realização da pesquisa verificou-se que quarenta e oito, ao todo, se encontram nessa situação. Esses softwares não foram utilizados para a análise e nem catalogados na leitura flutuante, feitas no capítulo 5 deste trabalho.

Refletindo sobre a qualidade das imagens dos softwares analisados nesta pesquisa, nota-se cores vivas e contrastantes, características típicas do movimento Futurista. As cores pulsantes podem estar ligadas a ideia de chamar a atenção do aluno para a simulação. Outro ponto a ser destacado a respeito é a infantilização trazida pelas imagens, pensando que a aplicabilidade dos softwares acontecerá na disciplina de Física no Ensino Médio, em que a faixa etária dos alunos os enquadra como adolescentes. As imagens acabam por serem um tanto caricaturais e distantes da realidade imagética dos alunos.

Com relação às simulações analisadas neste trabalho, há a presença de características tanto do tipo de classificação fechada quanto de instrucionista. Quanto à classificação de simulação aberta, verifica-se que nenhum dos softwares atende as características deste tipo de software. Estas considerações respondem a indagação inicial: as simulações encontradas no site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física são ferramentas didáticas elaboradas em uma perspectiva construcionista? No entanto, uma tabulação de enquadramento dos softwares por si só não se faz interessante no contexto desta dissertação se não, a partir dessas classificações, refletirmos seu uso pelo professor em sala de aula. A análise não pode ser vista como uma forma de segregação dos que de fato atendem pressupostos construcionistas e dos que levam para um ensino instrucionista, finalizando que apenas aqueles que levam o aluno a interagir de forma ativa com o computador devem ser usados.

Quanto à segunda pergunta problematizada neste trabalho: os softwares de simulação, disponibilizados no site Dia a Dia Educação, podem ser usados pelo professor no Ensino de Física de forma construcionista? Todos podem ser inseridos dentro do contexto escolar,

auxiliando o professor na internalização do conhecimento pelo aluno, na perspectiva construcionista. Com o estudo considera-se que o educador pode usar qualquer um dos softwares do site Dia a Dia Educação para o Ensino de Física, cabendo uma reflexão anterior de como usá-lo em sala, realizando um planejamento adequado para se atingir o intuito de o aluno agir de forma investigativa, autônoma e ativa no processo de ensino e aprendizagem.

A proposta metodológica criada neste trabalho para uso dos softwares disponibilizados pelo portal Dia a Dia Educação para o Ensino de Física e as exemplificações dessa proposta servem como um modo de refletir a aplicação de todos os softwares de simulação disponibilizados, independente de sua classificação, como recursos didáticos que favoreçam um ensino e aprendizagem usando tecnologias na perspectiva construcionista.

## 8. REFERÊNCIAS

- AGUIAR Jr, O; SARAIVA, J. F. Modelo de Ensino para Mudanças Cognitivas: fundamentação e diretrizes de pesquisa. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, set. 1999.
- ALBUQUERQUE, M.G. **Um Ambiente Computacional para Aprendizagem Matemática baseado no Modelo Pedagógico de Maria Montessori**. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- ALMEIDA, M. **Prática e Formação de Professores na Integração de Mídias**. Série “Pedagogia de Projetos e Integração de Mídias” - Programa Salto para o Futuro, set. 2003.
- ALMEIDA, M. E. B. **A Informática Educativa na Usina Ciência**. São Paulo: Paz e terra, 1999.
- ALTOÉ, A.; PENATI, M. M. O Construtivismo e o Construcionismo Fundamentando a Ação Docente. In: ALTOÉ, A.; COSTA, M.; TERUYA, T. K. (Org.). **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá: Eduem, 2005, p 55-67.
- ALTOÉ, A; SILVA, H. O Desenvolvimento Histórico das Novas Tecnologias e seu Emprego na Educação. In: ALTOÉ, Anair; COSTA, Maria Luiza Furlan; TERUYA, Teresa Kazuko. **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá, p.13-25, Eduem, 2005.
- ARAÚJO, I. S. Uma revisão da Literatura sobre Estudos Relativos a Tecnologias Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, p.5-18. 2004.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In. CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33, 2012.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BARDUCHI, A. L. As Concepções de Desenvolvimento e Aprendizagem na Teoria Psicogenética de Jean Piaget. **Movimento & Percepção**, Espírito Santo de Pinhal, v.4, n.4/5, jan./dez. 2004.
- BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; PESSOA DE CARVALHO, A.M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 3 ed., 2011.
- CAPPECHI, M.C.M. Argumentação numa Aula de Física. In. CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33, 2012.
- CAMPOS, C. J. G. Método de Análise de Conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Revista Bras. Enferm**, Brasília, v.57, n.5, p.611-614, 2004.

- CARDENAS, M.; LOZANO, S. R. **Análisis de una experiencia didáctica realizada para construir conceptos fundamentales de termodinámica.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.14, n. 2, p.170-178, 1997.
- CARVALHO, A. M.; CASTRO, R. S. **La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura.** Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 3, p. 289-294, 1992.
- CAVALCANTE, M. A. O Ensino de uma Nova Física e o Exercício da Cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p.550- 551, dez. 1999.
- CAVALCANTE, M. A. O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 108-112, mar. 2001
- CERVANTE, L. Q. et al. **El concepto de calor en termodinámica y su enseñanza.** In: Memorias del XVI Congreso Nacional de Termodinámica. México, p. 558-565, 2001.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** São Paulo: Cortez, 8ed., 2006.
- COTIGNOLA, M. I. et al. **Difficulties in learning thermodynamic concepts: are they linked to the historical development of this field?.** Science & Education, v. 11, p. 279–291, 2002.
- COSTA, T.C.A. Uma Abordagem Construcionista da Utilização dos Computadores na Educação. In: Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação: redes sociais e aprendizagem, 3, 2010, Recife. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <<https://www.ufpe.br/nehte/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Thais-Cristina-Alves-Costa.pdf>>. Acesso em: 06 de mar.2015.
- COX, K. K. **Informática na Educação Escolar.** Campinas: Autores Associados, 2003. 124 p.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez Editora. 4 ed., 366p., 2011.
- DIAS, N. L. Laboratório Virtual de Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 232-234, jun. 2002.
- FERRACIOLI, I. Aspectos da Construção do Conhecimento e da Aprendizagem na Obra de Piaget. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 180-194, ago. 1999.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3, p.259-272, set. 2003.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 4.ed. Trad. Rosisca Darcy de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 93 p.
- GADDIS, B. **Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations.**

Doctoral Dissertation. University of Colorado, 2000.

GIL, D.; TORREGROSA, J.M. **La resolución de problemas de física**. Madri: Mec, 1987.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA: Experimentação e Ensino de Ciências**, n. 10, nov., p. 43-49, 1999.

GODOY, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, p. 57-63, 1995.

GOMES, L. C. e BELLINI, L. M. Uma Revisão Sobre Aspectos Fundamentais da Teoria de Piaget: Possíveis Implicações para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2301, jun. 2009.

HAIDT, R. C. C. **Didática Geral**. São Paulo: Editora Ática. 1994.

HECKLER, V. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e aprendizagem construtivista. **Em Aberto**, v. 16, n. 70, p.70-88. 1996.

KÖHNLEIN, J. F. K; PEDUZZI, S. S. **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura**. Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências, v.2, n. 3, p. 84-96, 2002.

MACHADO, D. I. Avaliação da hiperfófia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 75-100, 2004.

MAZZOTTI, A. J. A., GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais – pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MEDEIROS, A. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.2, jun., p.77-86, 2002.

MICHA, D. N. “Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p.1501, mar. 2011.

MONTEIRO, M.A.; NARDI, R.; FILHO, J.B.B. **A sistemática incompreensão da Teoria Quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 557-580, 2009.

MORAN, J. M. Novas Tecnologias e o Re-encantamento do Mundo. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, vol. 23, n.126, p. 24-26, set/out. 1995.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora. 2010.

OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T.S.F. Desenvolvimento de um Software para o Ensino de Fundamentos de Física Quântica. **Física na Escola**, v. 7, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol7/Num1/v12a07.pdf>>. Acesso em: 10/10/2012.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1980.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PEREIRA, M. M. “Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C” - **Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio**. 2010. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense. 1967.

PIAGET, J. INHELDER, B. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Difel. 1978.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1982.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes. 2007.

PIAGET, J. **Memória e Inteligência**. Rio de Janeiro: Arte Nova. 1964.

PINTO, A. M. **As Novas Tecnologias e a Educação**. Disponível em: <[http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/04\\_53\\_48\\_AS\\_NOVA\\_S\\_TECNOLOGIAS\\_E\\_A\\_EDUCACAO.pdf](http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/04_53_48_AS_NOVA_S_TECNOLOGIAS_E_A_EDUCACAO.pdf)> Acesso em: 25/08/2014.

RAFAEL, F. J. **Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

REZENDE, F. As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica sob a Perspectiva Construtivista. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p. 1-18, mar. 2002.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 3ed., 1999.

RODRIGUES, C.R. Ensino de Física nas Séries Iniciais: Um Estudo de Caso sobre Formação Docente. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 575-608, dez. 2009.

ROHLING, J. H.; NEVES, M.C.D.; SAVI, A.A.; SAKAI, F. S.; RANIERO, L.J.; BERNABE, H. S. Produção de Filmes Didáticos de Curta Metragem e CD-ROM para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, no. 2, p.168-175, jun. 2002.

ROSA, P. R. S. O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 17, n.2, p.182-195, jun. 1995.

ROSA, P. R. S. O Uso de Recursos Audiovisuais e o Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, abr. 2000.

SALES, G.L. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p.3501, out.2008.

SANTOS, G.; OTERO, M. R.; FANARO, M. de los A. **Como Usar Software de Simulación en Clases de Física?** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 50-66, abr. 2000.

SILVA, J. R. SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p.1508, mar. 2011.

SILVA, W. P. Velocidade do som no ar: um experimento caseiro com microcomputador e balde d'água. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p.74-80, mar. 2003.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, v.13, p.94-100, mar. 2008.

TEIXEIRA, O. P. B.; CARVALHO, A. M. P. O ensino de calor e temperatura. In: NARDI, R. (Org.). **Pesquisas em Ensino de Física**. São Paulo: Escrituras, p. 47-80, 1998.

TEIXEIRA, O. P. B.; CINDRA, J. L.; MONTEIRO, M. A. A. **Proposta de atividades didático-pedagógicas para o ensino de conceitos relacionados ao calor e à temperatura**. In: XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, p.1127-1134, 2003.

TENÓRIO, R. M. **Cérebros e Computadores**: a complementaridade analógico-digital na informática e na educação. 4. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003. 212 p.

TERUYA, T. K; MORAES, R. A. Mídias na Educação e Formação Docente. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 15, n. 29, p. 327-343, jul/dez. 2009.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, J. A. (Org.). **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. 1. ed. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J.A. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, J.A. (Org.). **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, p.1-28, 1998.

VALENTE, J. A. **A informática na educação**: o computador auxiliando o processo de mudança na escola. Campinas: Unicamp/NIED, 1999a.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de software usados na educação. In: VALENTE, J.A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, p. 89-99, 1999b.

VIEIRA, F.M. S. A Utilização das Novas Tecnologias na Educação numa Perspectiva Construtivista. **22ª Superintendência Regional de Ensino de Montes Claros - Núcleo de Tecnologia Educacional – MG7 – ProInfo – MEC**. Disponível em: <<http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/biblioteca/191.pdf>> Acesso em: 26/08/2014.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de Software Educativo**: reflexões para uma análise criteriosa. EDUTECCNET, 1999. Disponível em <[www.edutec.net.com.br/edmagali2.htm](http://www.edutec.net.com.br/edmagali2.htm)>. Acesso em: 07 mai. 2015.