

# Construindo Objetos de Aprendizagem de Matemática e Física para Auxiliar na Compreensão de Modelos Físicos.

Gilvandenys L. Sales<sup>1</sup>, Eliana M. de Oliveira<sup>1</sup>, Marcos M. Cruz<sup>1</sup>, Clara Feijó de Oliveira<sup>1</sup>, Dayane de S. Chaves<sup>1</sup>, J. Aires de C. Filho<sup>2</sup>, Alisandra C. Fernandes<sup>2</sup>, Bergson Melo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Gerência de Licenciaturas – Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará - Av 13 de Maio, 2081 – CEP 60.040-531 – Fortaleza – CE – Brasil – Tel (85) 3307 3668

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC) – UFC Virtual - Campus do Pici – Fortaleza – Ceará – Brasil – Tel (85) 3366 9509

[denyssales@ceftce.br](mailto:denyssales@ceftce.br), [j.castro@ufc.br](mailto:j.castro@ufc.br), [elianaamarelinha@gmail.com](mailto:elianaamarelinha@gmail.com), [dayane\\_fisica@hotmail.com](mailto:dayane_fisica@hotmail.com), {[mafavimc](mailto:mafavimc), [alisandracavalcante](mailto:alisandracavalcante), [bergsonmelo](mailto:bergsonmelo), [claracefet](mailto:claracefet@yahoo.com.br)}@yahoo.com.br

**Abstract.** *This paper reports the development of the Learning Objects produced in degrees of Physics and Mathematics of the Federal Center for Technological Education of Ceará (CEFETCE), linking them to a model educational collaborative relationship in which the action of the students seeking the mediation of the teacher, the interaction between the subject, the non-linearity, the use of metaphors and learning through discovery and understanding. As the final part of our research aims to make the validation of digital content in the classroom and assess the impacts of the use of this strategy of education in learning and the training of scientific models.*

**Keywords:** *Objects of Learning, Education Collaborative relational model, training of scientific models.*

**Resumo.** Este trabalho relata o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem produzidos nas licenciaturas de Física e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFETCE), relacionando-os a um modelo pedagógico colaborativo relacional em que busca a ação dos alunos, a mediação do professor, a interação entre os sujeitos, a não-linearidade, ao uso de metáforas e a aprendizagem por meio da descoberta e compreensão. Como parte final de nossa pesquisa pretende-se fazer a validação destes conteúdos digitais em sala de aula e apurar os impactos do uso desta estratégia de ensino na aprendizagem e na formação de modelos científicos.

**Palavras-chave:** Objetos de Aprendizagem, Modelo Pedagógico Colaborativo relacional, Formação de Modelos Científicos.

## **1. Introdução**

Este trabalho relata a produção de Objetos de Aprendizagem (OAs) de Matemática e Física, nos cursos de Licenciatura em Física e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFETCE), como modelos pedagógicos que rompem com a linearidade, com a transmissão de conhecimentos, mas que norteiam um modelo pedagógico centrado na ação do aluno.

A pesquisa em pauta parte do princípio de que o advento da informática vem proporcionando uma nova perspectiva, para o processo de ensino-aprendizagem, pois os recursos informatizados quando inseridos adequadamente nas práticas de ensino escolar podem promover a melhoria da qualidade da educação.

Sabe-se ainda que atualmente os alunos estão envolvidos por diversos tipos de mídias digitais que favorecem o armazenamento e tratamento de informações, reconhecidos como requisitos auxiliares para a construção do conhecimento. Desse modo, o computador vem assumindo um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, pois esse recurso possibilita maior agilidade no tocante à transmissão da informação, e, por conseguinte na viabilidade da aprendizagem.

Assim, o presente trabalho, imbuído da importância dos recursos informáticos no processo de ensino-aprendizagem, apresenta o desenvolvimento de dois OAs, um de Matemática e outro de Física, destinados respectivamente a trabalhar com o estudo de funções e velocidade de escape.

Ressalta-se que durante o processo de exploração dos OAs o aluno será motivado a manipular o objeto do conhecimento a partir de um ambiente contextualizado. Atribuindo-se desta forma significados aos conceitos estudados e ao modelo físico que se pretende moldar.

## **2. Modelos Pedagógicos**

Para Becker (1994), apresentam-se três tipos de modelos pedagógicos: o tradicional, o centrado no formando e o colaborativo relacional.

O modelo tradicional vincula-se ao professor o papel de transmissor do conhecimento, ao aluno receptor passivo, não há interação entre as partes, uma vez que o professor é o centro do processo. Segundo Becker (1994, p.90) “tudo que o aluno tem a fazer é submeter-se à fala do professor: ficar em silêncio, prestar atenção, ficar quieto e repetir tantas vezes forem necessárias”.

Associando este modelo a algumas tecnologias usadas na educação pode se comparar ao ensino assistido pelo computador, cuja informação é transmitida pela tela do computador, em que o aluno é o sujeito guiado pela máquina.

O segundo modelo, centrado no formando, cuja informação recebida é submetida a um processo de interpretação, que conduz à construção de novas vias para a busca do conhecimento. Nesse modelo o professor age como um agente que irá auxiliar os alunos, entretanto ele não age como mediador do processo de aprendizagem, uma vez que os alunos aprendem por suas próprias experiências pessoais. Para Becker (1994, p. 91) esta é uma proposta liberal, do *laissez-faire*, ou seja, esta é uma proposta da não interferência, do deixar fazer e que por si só não garante a apropriação dos conceitos científicos. Nesse caso, usa-se a tecnologia como uma ferramenta nova, mas inserida de práticas tradicionais.

O terceiro modelo, colaborativo relacional, configura-se como um modelo que inclui a participação de todos os agentes pertencentes ao processo de aprendizagem, pois se trata da implementação de ambientes de trabalho colaborativo. Assim sendo, o ato de aprender passa a ser movido por um processo de interação social, na relação entre os atores do processo educativo: professor, aluno e o ambiente de aprendizagem. Nesse modelo pedagógico, o professor credita ao aluno que ele só aprenderá algo, se agir e confrontar estas ações. E ainda compreende - se o aluno como um ser ativo que gerencia sua própria aprendizagem: pensando, articulando idéias e construindo representações mentais na solução de problemas, constituindo-se no gerador de seu próprio conhecimento.

Portanto, os objetos de aprendizagem (OAs) produzidos nesse trabalho tratam-se de um modelo pedagógico colaborativo relacional em que busca a ação dos alunos, a mediação do professor, a interação entre os sujeitos, a não-linearidade, o uso de metáforas e a aprendizagem por meio da descoberta e compreensão.

### 3. O Modelo Físico

Ao dissecar um objeto do conhecimento, ou tentar compreender um fenômeno físico, o indivíduo vale-se de modelos. Estabelecido em pensamento, no plano das representações ideais, o modelo físico, é apenas uma aproximação, muitas vezes bem afastado da realidade.

Segundo, Young e Freedman (2003): “Na física, um **modelo** é uma versão simplificada de um sistema físico que seria muito complicado se fosse analisado com detalhes completos”. Por ser simplificado o modelo já constitui uma limitação. Portanto, ao se antever as regularidades de um sistema, já estão implícitas as limitações impostas pelo modelo idealizado, que por sua vez limita nossas previsões.

São sobre estes modelos idealizados que se constroem as teorias e analisam-se suas aplicações. Fundamentado em Einstein, Infeld e em filósofos russos, Medvediev (1996) cita que os elementos essenciais da macroestrutura de uma teoria são:

- 1 – O plano de descrição dos objetos e dos fenômenos (o plano fenomenológico do conteúdo de uma teoria, ou dos fenômenos físicos, são apresentados diretamente, em estado puro).
- 2 – A representação desta teoria, com a ajuda de modelos, destacando os seus conceitos essenciais e os princípios (Plano das representações ideais de uma disciplina).
- 3 – O tratamento da teoria com a ajuda de um “aparato-matemático-formal” (plano dos significantes: símbolos, gráficos...)

São estes três elementos citados, na ordem: o plano fenomenológico da descrição da realidade, o modelo físico e o aparato matemático-formal da teoria que em relações recíprocas levam o indivíduo à compreensão do funcionamento deste ou daquele conceito (MEDVEDIEV, 1996).

Retornando à questão central deste trabalho a mudança conceitual que se pretende investigar não é aquela que implique na substituição tácita das teorias ou conceitos prévios muitas vezes de natureza empírica pelos novos conceitos de natureza científica. A intenção é que o aluno compreenda a limitação do modelo por ele aceito e incorpore em suas estruturas cognitivas novas representações esquemáticas de modelos oriundos de interpretação científica.

Estas mudanças conceituais estão imbricadas com a construção de novos modelos mentais que sejam funcionais e satisfatórios. Para Moreira e Pinto (2003), um

modelo mental adequado que produza uma aprendizagem significativa de uma lei física deve ser um modelo que permita: “descrevê-la, explicá-la e usá-la para fazer previsões”.

Moreira e Pinto (2003) alertam quanto a percepção dos alunos referente às leis físicas, que são vistas apenas como método, ou fórmulas aplicadas na resolução de problemas, destacando que “são necessárias mudanças profundas no ensino da Física, se nosso intuito é, de fato, querermos uma aprendizagem significativa e não mecânica-formulista dessa ciência”.

Para auxiliar na construção destes modelos, este trabalho propõe o uso de ambientes informatizados de aprendizagem, em que o software educativo e/ou objetos de aprendizagem (OAs), associados ou não a aparatos experimentais e/ou a materiais manipulativos de baixo custo, sejam o elo entre o objeto do conhecimento e o modelo físico que se pretende estabelecer.

Devido sua importância para este trabalho, trata-se a seguir de Objetos de Aprendizagem.

#### **4. Objetos de Aprendizagem**

O referencial teórico pertinente a esta pesquisa são literaturas que discutem a produção de objetos de aprendizagem virtuais, bem como a relação entre a informática e a educação.

Nesse sentido, concordando com Pais (2002), acredita-se que:

O prioritário é reconhecer que os recursos tecnológicos digitais não só redimensionam as condições de acesso às fontes de informações, como também ampliam as situações de aprendizagem, o que significa multiplicar condições potenciais de acesso à informação escolar.

O termo Objeto de aprendizagem (OA) citado na literatura muitas vezes como sinônimo de “recurso digital”, encontra em Wiley (2000) sua primeira referência: ser “qualquer recurso digital” ou ainda “suporte digital”, que possa ser reutilizado no suporte à aprendizagem”.

Outra definição é determinante para os estudos de Muzio (2001), no qual acredita que os OAs são como objetos de comunicação utilizados para propósitos instrucionais através de mapas, gráficos, demonstrações em vídeos e simulações interativas.

O Objeto de Aprendizagem é também definido por Pimenta e Baptista (2004) como “unidades de pequena dimensão, desenhadas e desenvolvidas de forma a fomentar a sua reutilização, eventualmente em mais do que um curso ou em contextos diferenciados, e passíveis de combinação e /ou articulação com outros objetos de aprendizagem de modo a formar unidades mais complexas e extensas”.

Nessa concepção entende-se que os OAs podem ser reutilizados em situações os quais não foram elaborados para aquele fim especificamente. Logo, um OA produzido para área de Física poderá ser reutilizado para a área da Matemática, como exemplo, cita-se o OA “Gangorra Interativa”, disponível em: <http://rived.mec.gov.br> (MACEDO, 2007).

Os OAs são reconhecidos por apresentarem características bem específicas, ou seja: serem digitais, possuírem tamanho limitado, em alguns casos pode ser até reconhecido como parte ou uma atividade específica de um software maior, ter tempo limitado e planejados para serem utilizados em uma determinada aula, e ainda, devem

ter como objetivo um conteúdo determinado, com foco voltado na aprendizagem de um determinado conceito.

Sá e Machado (2003) apontam que os Objetos de aprendizagem são “recursos digitais, que podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetivos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível”.

Os OAs produzidos pelo RIVED propõem situações que partam de exemplos cotidianos da vivência dos alunos para que consigam interagir no ambiente de forma que despertem sua curiosidade e interesse, e ainda que ao imergir no OA haja um processo de reflexão desencadeador de aprendizagem, pois sem um processo reflexivo o aluno não é levado a desequilibrar, reconstruir, modificar e elaborar os conceitos que envolvem os assuntos estudados.

Esses ambientes computacionais atuam como novos instrumentos de apoio par a aprendizagem, tanto no ensino a distância quanto presencial, pois podem ser acessados nos mais variados locais, por diferentes usuários e usados em situações diversas.

Entretanto, para que contribuam significativamente é preciso que os OAs sejam bem mediados quando utilizados, com um objetivo claro e preciso, sendo uma ferramenta que auxilie e complemente o aluno na sua necessidade de aprendizagem.

Com relação a simulação de fenômenos físicos a importância do uso de OAs reside no fato deles possuírem objetivos específicos bem definidos, prestarem-se a exploração de conceitos e, além de serem encontrados na rede web de forma gratuita, segundo Sales (2005):

O uso de um ambiente informatizado servindo de laboratório virtual de Física justifica-se pela relação custo-benefício. Pois muitas vezes, montar experimentos, alternativos ou não, implicam elevados investimentos financeiros, seja em equipamentos e/ou infra-estrutura, sem contar as limitações de ordem operacional, que exigem predisposição e qualificação de profissional capacitado

Nesse sentido foram planejados OAs, como modelos pedagógicos que favorecem ao aluno um ambiente de interação para que possa construir sua aprendizagem com significado e compreensão.

## **5. Metodologia aplicada pelo RIVED**

A metodologia de trabalho desta experiência constou no desenvolvimento, segundo especificações do RIVED, do design pedagógico, do roteiro, do guia do professor e implementação informática para futura publicação dos Objetos de Aprendizagem (OAs) na rede Web.

A primeira fase do processo é a elaboração do design pedagógico, que consta em levantar os motivos pelos quais os alunos optaram por aquele tópico ou conteúdo a ser explorado no OA. É nesta etapa que se definem os objetivos e conceitos a serem abordados e se pensa na possível forma que deverá se apresentar o OA. É de extrema importância elaborar as atividades que se deseja que o aluno realize para atingir os objetivos propostos.

A segunda fase é a elaboração de um roteiro de ações seguida de um esboço na forma de desenho sem muito rigor técnico, que demonstre como deverão ser as telas do OA. Nesta fase devem ser explicitadas todas as informações que a equipe técnica necessita para programação, tais como: botões e nomes, helps, mensagens de orientação, formulários matemáticos, textos etc.

O guia do professor constitui orientações de como proceder para usar o OA e realizar suas atividades e pode ser elaborado concomitantemente com o desenvolvimento informático. É neste momento que há uma grande interação tanto da equipe técnica como da equipe pedagógica com constantes feedbacks entre seus membros.

A equipe de facilitadores do curso foi composta por uma professora de Matemática e um professor de Física para encaminhar as interdisciplinaridades, uma pedagoga para embasamentos teóricos e alunos (as) do curso de Licenciatura em Matemática e Física do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará.

A partir desta equipe multidisciplinar foram constituídas duas equipes: uma desenvolvendo OAs de Matemática e outra OAs de Física, apresentando, respectivamente, propostas de trabalhar com funções e velocidade de escape em planetas.

## 6. Objetos de Aprendizagem Planejados

### 6.1. O OA Velocidade de Escape

Pensando na importância da apropriação pelos alunos do Ensino Médio do conhecimento referente a velocidade de escape, conteúdo amplamente utilizado na Astronáutica quando há o lançamento de satélites, foguetes e ônibus espaciais, bem como, estudar a constituição da atmosfera de um planeta, criou-se o OA “Velocidade de Escape” para simular o lançamento de foguetes a partir de determinado planeta.

O aluno escolhe um planeta do Sistema Solar para descobrir a velocidade mínima de órbita, assim como a velocidade de escape do mesmo. Essas velocidades são obtidas lançando-se um foguete de massa variável da superfície do planeta até o espaço.

Na Figura 1 ilustra-se a tela do OA Velocidade de Escape, onde o aluno deverá interagir durante o desenvolvimento das atividades.



Figura 1: Tela do OA Velocidade de Escape

Foguetes de massas diferentes são lançados de uma base de lançamento da superfície do Planeta ou Planetóide selecionado. Variando a velocidade de lançamento o aluno consegue que o foguete: retorne a Terra, entre em órbita, ou mesmo, escape da gravidade do planeta. À menor velocidade que consegue pôr o foguete livre da órbita corresponde a velocidade de escape daquele planeta. O aluno deverá perceber que isto não é função da massa do foguete a ser lançado, pois para qualquer corpo lançado ela será sempre a mesma, por exemplo, na Terra é de aproximadamente 11,2 Km/s. O OA apresentará o seguinte comportamento tomando-se como referência a Terra:

-Lançamentos com velocidades inferiores a aproximadamente 8 Km/s o OA emite a mensagem: Abortar missão! Retornar à base!

-Para lançamentos com velocidades de 8 Km/s a aproximadamente 11 Km/s o foguete entre em órbita sob ação do campo gravitacional.

-Para lançamentos com velocidade mínima igual a 11,2 Km/s aproximadamente o foguete escapa da órbita.

-Lançamento com velocidades superiores a esta o foguete escapa, mas com velocidade excessiva, o OA emitirá a mensagem “Gasto de combustível além do necessário”.

O professor deverá orientar o aluno a escolher outros planetas e repetir o processo para que ele apreenda bem os conceitos explorados pelo OA.

## **6.2. O OA Transitando com Funções**

As atividades do OA “Transitando com funções” serão desenvolvidas levando em consideração múltiplas representações da função, ou seja, o aluno desenvolverá os problemas propostos a partir da utilização de tabelas e cálculos algébricos. A valorização de representações múltiplas das funções tem sido valorizada por diversos autores. Assim, segundo Borba & Penteadó (2003), “o importante não é privilegiar um tipo apenas de representação e, sim, diferentes representações para uma mesma função: a expressão algébrica, o gráfico e a tabela”.

Vale ressaltar que, o ensino de funções usualmente tem sido desenvolvido com ênfase no aspecto analítico da função. Esse destaque para Borba & Penteadó (2003, p.32) está associado muitas vezes ao tipo de mídias utilizada no processo, muitas vezes, apenas um quadro e pincel. Dessa forma, espera-se que após o desenvolvimento das atividades propostas no OA, os alunos estarão preparados para identificar os tipos de funções e esboçar os seus respectivos gráficos.

O OA Transitando com funções está sendo desenvolvido numa perspectiva que favoreça ao aluno um ambiente interativo de aprendizagem que promova a apreensão do conhecimento em funções do 1º e 2º grau num ambiente de ensino-aprendizagem contextualizado com o cotidiano do aluno.

Ao fazer uso deste OA, objetiva-se que o aluno durante a construção do seu conhecimento perceba que nem sempre a trajetória do espaço percorrido por um móvel é equivalente à linha traçada no gráfico da função que representa seu modelo matemático. Bem como, desenvolver habilidades de esboçar gráficos das funções de 1º e 2º grau.

Na interação com o OA o aluno deverá descobrir os valores adequados dos coeficientes ou parâmetro das funções e assim irá se apropriando do conhecimento em questão. Sendo que, desenvolverá essas habilidades a partir de sua percepção visual, as

imersões no OA e as mediações que receber, bem como os conceitos matemáticos relativos ao conteúdo: as tabelas, gráficos e as representações algébricas das funções.

Na Figura 2 mostra-se o esboço de uma das telas do roteiro de atividades.

**Título:** Zeca vai à escola

**Texto:** Olá amigo, você terá de montar a função horária do espaço percorrido pelo carro para que Zeca possa chegar à escola.

**ACEITA O DESAFIO?**

Olá amigo, você terá de montar a função horária do espaço percorrido pelo carro para que Zeca possa chegar à escola.

$x = x_0 + vt$

$x$  (km)

$t$  (h)

LIGAR

REINICIAR

nível 3  
nível 2  
nível 1  
nível 1

**Figura 2: Tela do roteiro de atividades**

Na atividade referente ao quando acima o aluno será motivado a interagir com a interface computacional construindo a representação algébrica da função  $x = f(t) \Rightarrow x = x_0 + vt$ . Para tanto, ele deve escolher o valor de  $x_0$  na caixa de seleção, ver figura 2, ou seja, do coeficiente linear da função, bem como o  $t$ , tempo necessário para que o protagonista da história possa se locomover até o seu destino, nesse processo terá que observar o cenário de contextualização para escolher corretamente esse valor. Nessa atividade o aluno estará exercitando sua percepção visual, pois deverá descobrir o valor da constante  $x_0$  que também representa o espaço ocupado pelo móvel para o tempo  $t = 0$ . Nesse sentido, o aluno estará atribuindo significado ao coeficiente linear da função associando o conhecimento matemático, com representações do seu cotidiano.

Nesse processo, o aluno ao depurar suas idéias, terá que clicar no botão “ligar”, possibilitando o movimento do carro até a escola e ao mesmo tempo a construção do gráfico. Assim, o aluno poderá perceber que o traço do gráfico da função, nem sempre, corresponde à trajetória realizada pelo móvel.

Vale ressaltar que ao verificar o resultado de suas pré-concepções e identificar o modelo o qual formulou não corresponde com o esperado, ou seja, o móvel não alcançou o destino final ou então ultrapassou, o aluno/interagente poderá reiniciar a simulação e depurar suas idéias para solucionar o problema. Uma vez compreendido poderá clicar no botão “reiniciar” para começar uma nova aplicação.



Durante o desenvolvimento das atividades o aluno além de dispor do OA, poderá lançar mão de outros recursos didáticos, tais como: calculadora, livro texto e sites que tratem dos assuntos abordados nos tópicos da atividade.

## **7. Resultados e Discussão**

Com este trabalho nas licenciaturas pode-se perceber a motivação gerada pelo fato de se desenvolver de forma colaborativa e cooperativa uma atividade de ensino que faz uso de tecnologias digitais para ser vetor de transformação da sala de aula tradicional, em que se agrupa de modelos pedagógicos que enfatizam a memorização e a passividade do aluno.

Durante a elaboração dos designs pedagógicos dos OAs e de seus roteiros informáticos houve uma grande participação do grupo, gerando discussões conceituais que de alguma forma contribuíram para solidificar conhecimentos até então não questionados ou supostos elementares, mas que podem implicar em processos de mudanças conceituais, tais como perceber no OA TRANSITANDO COM FUNÇÕES que esboços e curvas de gráficos de móveis em movimento numa linha reta, não é necessariamente representado por uma trajetória retilínea, e que as implicações da massa do foguete no OA VELOCIDADE DE ESCAPE não influenciavam nas velocidades de órbita e de escape.

Já o desenvolvimento do OA VELOCIDADE DE ESCAPE também trouxe à discussão outra atividade suplementar a ser incorporada a este OA, que é a questão da formação de atmosferas nos diversos planetas e planetóides do Sistema Solar. Atividade esta sugerida para trabalhos futuros.

## **8. Considerações Finais**

Durante a elaboração do design pedagógico e do seu roteiro informático houve uma grande participação do grupo, gerando discussões conceituais que de alguma forma contribuíram para solidificar conhecimentos até então não questionados ou supostos elementares, mas que podem implicar em processos de mudanças conceituais para a aprendizagem do aluno, tais como perceber que esboços e curvas de gráficos de móveis em movimento numa linha reta, não é necessariamente representado por uma reta.

Como parte final de nossa pesquisa pretende-se fazer a validação destes conteúdos digitais em sala de aula e apurar os impactos do uso desta estratégia de ensino na aprendizagem, observando como os OAs se constituem modelos pedagógicos para a construção dos conceitos científicos nos alunos.

## **REFERÊNCIAS**

- BECKER, Fernando. **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos**. In: Educação e Realidade8. Porto Alegre, 19(1): 88-96, jan/jun 1994.
- BORBA, Marcelo C. & PENTEADO, Miriam. **Informática e educação matemática**. 3d. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- MACEDO, L. N.; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO FILHO, José Aires de; OLIVEIRA, Eliana Moreira de; Macedo, SIQUEIRA, D. . Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: Carmem Lúcia Prata e Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. (Org.). **Objetos de Aprendizagem - Uma Proposta de Recurso Pedagógico**. Brasília: MEC/SEED, 2007, v.1, p. -154.

- MEDVEDIEV, Alexander. **Aspectos lógicos, psicológicos e pedagógicos do ensino de Física**. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina..[et al]. Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista. Escolas russas e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 169-175, 1996.
- MOREIRA, M. A.; PINTO, A. O. **Dificuldades dos Alunos na Aprendizagem da Lei de Ampère, à Luz da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003.
- MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. **Experiences with Reusable e Learning Objects: From Theory to Practive**. Victoria, Canadá, 2001.
- PAIS, Luiz Carlos. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.
- PIMENTA, P.; BAPTISTA, A. A. **Das Plafaformas de E-Learning aos Objetos de Aprendizagem**. In DIAS, Ana Augiusto Silva e Gomes, Maria João. **E-Learning para E-Formadores, Minho, TecMinho**, p. 97-109, 2004.
- Sá, C. S.; Machado, E. de C (2003). **O Computador como Agente Transformador da Educação e o papel do Objeto de Aprendizagem**. Disponível em [http://www.abed.org.br/seminário\\_2003/texto\\_11.htm](http://www.abed.org.br/seminário_2003/texto_11.htm).
- SALES, Gilvandenys Leite. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: UECE/CEFET-CE, 2005.
- YOUNG, Hugh D. ; FREEDMAN, Roger A.; Sears e Zemansky **física I: mecânica**; tradução e revisão técnica: Adir Moysés Luiz. – 10ª ed. - São Paulo: Addison Wesley, 2003.
- Wiley, David (2000). **Learning Object Design and Sequencing Theory. Dissertation. Brigham Young University.** Disponível em:<http://wiley.ed.usu/docs/dissertation.pdf>. acesso em 20/03/2005.