

# Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa

Bruno de S. Monteiro<sup>1</sup>, Henry Pôncio Cruz<sup>2</sup>, Mariel Andrade<sup>2</sup>, Thiago Gouveia<sup>1</sup>, Romero Tavares<sup>2</sup>, Lucídio F. C. dos Anjos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática e <sup>2</sup>Departamento de Física

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Cidade Universitária s/n - CEP 58059-900, João Pessoa – PB - Brasil

bruno84@gmail.com, henry.poncio@gmail.com, marieljpa@hotmail.com, govufpb@yahoo.com.br, romerotavares@hotmail.com, lucidio@de.ufpb.br

**Abstract.** *The advance in the process of teaching concepts in the field of Physics has been a challenge to teachers and students all over the country. In order to make this process easier and more efficient, we can make use of digital objects concerning learning, which is a valuable pedagogical tool. In the Ausubelian theory of meaningful learning, we find concepts that work as a principle in the idealization of such tools. Bearing this idea in mind, the objects used for learning purposes suggested in this work are formed by the following components: electronics texts, conceptual maps and interactive animation, all of them exploring playfulness, previous knowledge of the learner and his personal experience with the pedagogical material.*

**Resumo.** O ensino e a aprendizagem de conceitos físicos tem sido um desafio para professores e alunos de todo o país. Objetivando facilitar estes processos e torná-los mais eficazes, tem-se no uso de objetos digitais de aprendizagem uma valiosa ferramenta pedagógica. É na teoria ausubeliana da aprendizagem significativa que são encontrados conceitos que servem de alicerce na idealização destas ferramentas. Com base nessa idéia, o objeto de aprendizagem sugerido neste trabalho é composto pelos seguintes componentes: textos eletrônicos, mapas conceituais e animação interativa, que buscam explorar o lúdico, os conhecimentos prévios do aprendiz e sua experiência pessoal com o material pedagógico.

## 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo apresentar a teoria da aprendizagem significativa como suporte teórico à ferramenta tecnológica denominada objeto digital de aprendizagem. É apresentada uma estrutura básica de criação dos objetos através de textos, mapas e animações interativas. Portanto, a interatividade é apresentada como elemento fundamental do objeto de aprendizagem, tornando-o atraente, lúdico, dinâmico e eficiente para uso em aulas presenciais ou à distância. Um estudo de caso com o objeto intitulado “Forças em Ação” exemplifica a funcionalidade desta ferramenta pedagógica. Além disso, são abordados os aspectos tecnológicos utilizados no desenvolvimento de um objeto de aprendizagem. Serão apresentadas também otimizações feitas durante esse

processo, na forma de um *framework*, buscando assim incrementar a qualidade do objeto de aprendizagem e reduzir o tempo de implementação.

## 2. Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa ocorre quando um aprendiz possibilita a interação de um novo conteúdo com sua estrutura cognitiva e nesse processo esse conteúdo adquire significado psicológico. Entretanto, pode não ocorrer essa incorporação ou acontecer em um número menor de interações. Neste caso podemos chamar de aprendizagem mecânica, uma vez que o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva [Ausubel, 1978].

Ausubel destaca que o processo de aprendizagem significativa é o mais importante na aprendizagem escolar [Moreira, 1983]. No entanto para que ela ocorra são necessários alguns requisitos básicos a serem cumpridos. Uma das condições para que ocorra a aprendizagem significativa é que o conteúdo ensinado seja relacionável com a estrutura cognitiva do aluno. Isso significa que o material instrucional deve ser potencialmente significativo, ele deve ser organizado de forma lógica possibilitando ao aluno interagir o novo material de modo substancial e não-arbitrário com conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno.

Para que o aluno possa aprender significativamente o material instrucional, é necessário haver em sua estrutura cognitiva um conjunto de conceitos relevantes que possibilitem a sua conexão com a nova informação a ser aprendida. Ao conjunto destes conceitos básicos é dado nome de subsunçor, originado da palavra *subsumer*. Um subsunçor é, portanto, um conceito, idéia, ou proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno, capaz de servir de “ancoradouro” para uma nova informação de modo que ela adquira assim um significado para o indivíduo (figura 1) [Moreira, 1983]

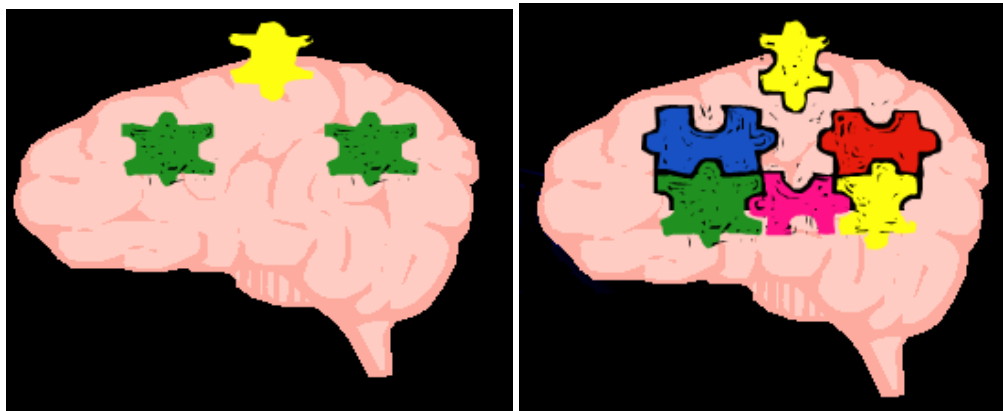


Figura 1. Modelo ilustrativo da aprendizagem mecânica e da aprendizagem significativa respectivamente.

Por fim, a atitude do aluno é de crucial importância para o processo de aprendizagem significativa. O aluno deve manifestar um esforço e disposição para relacionar de maneira não arbitrária o novo material potencialmente significativo a sua estrutura cognitiva. Significando que não importa o quanto o material seja potencialmente significativo, se o aluno apenas tiver interesse de “decorar” a nova

informação não haverá a aprendizagem significativa do material. Quando contamos com o interesse do aluno “podemos ter uma aprendizagem receptiva significativa em sala de aula convencional onde se usam recursos tradicionais tais como giz e quadro-negro, quando existirem condições do aprendiz transformar significados lógicos de determinado conteúdo potencialmente significativo, em significados psicológicos” [Tavares, 2005].

Quando não há subsunçores adequados para aquisição de determinado conhecimento, Ausubel sugere que se utilize a chamada aprendizagem mecânica, a partir desse conteúdo seria possível “ancorar” as novas informações estruturadas no conhecimento aprendido anteriormente. Entretanto a utilização de organizadores prévios seria uma alternativa quando existe a ausência de subsunçores adequados.

Segundo [Ausubel, 1978] “A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara”. Sendo assim um auxílio para vencer o hiato existente entre o que o aluno já sabe e a nova informação que ele pretende aprender significativamente. A respeito disto, [Moreira, 1983] os define da seguinte forma: “Os organizadores prévios são materiais introdutórios em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, capazes de servir de ancoragem ideacional a suprir a deficiência de subsunçores até que estes estejam desenvolvidos”.

Como forma de suprir as necessidades do uso inteligente de organizadores prévios, tão importantes à aprendizagem significativa, é destacado neste trabalho a utilização de mapas conceituais integrados a animação interativa. Esta importante ferramenta pedagógica permite que o aprendiz tenha de forma organizada e estruturada todos os conceitos envolvidos no tema abordado pelo objeto de aprendizagem.

### **3. Interatividade**

Durante o processo de ensino-aprendizagem, de acordo com a idéia da aprendizagem significativa, o aprendiz necessita ter uma experiência individual e pessoal ao consultar o material didático utilizado na abordagem de determinado conteúdo. Com base nesse requisito, busca-se no uso da interatividade a solução para o desenvolvimento cognitivo mais eficiente do aprendiz [Tavares, 2003].

O termo “interativo” vem sendo utilizado de forma bastante arbitrária pelos meios de comunicação, o que muitas vezes acaba por distorcer seu verdadeiro significado [Silva, 1998]. Portanto, é preciso deixar clara a diferença entre “interação” e “interatividade”, feita de forma bastante adequada por [Silva, 1998]. Para ele, o primeiro termo refere-se a simples transmissão de informações ou participação em sentido unidirecional. Por conseguinte, temos a interatividade, a qual será dado destaque, pois sugere não apenas a simples participação do usuário de forma unidirecional, mas sim, a participação do aprendiz de forma bidimensional, ou seja, além de receber conteúdos, ele torna-se capaz de modificar e intervir na informação recebida, fugindo da passividade presente nos métodos tradicionais de ensino [Silva, 2000].

A crescente autonomia dada ao indivíduo no processo de aprendizagem, possível graças a aplicação adequada da interatividade, deve ser encarada como um dos

principais objetivos no desenvolvimento de materiais educacionais digitais, principalmente com relação aos objetos digitais de aprendizagem.

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

Contemporaneamente existem várias definições para objetos digitais de aprendizagem e cada uma representa interesses preliminares e específicos de seus proponentes. Existem aquelas que se fixam em um detalhamento técnico sobre o armazenamento de informações e na manipulação dos objetos. No âmbito educacional as definições focam o comportamento da aprendizagem [Weller, et al., 2003].

Segundo [Weller, et al., 2003], um objeto de aprendizagem é uma parte digital do material da aprendizagem que se dirige a um tópico claramente identificável ou resultado da aprendizagem e se tem o potencial reutilização em contextos diferentes. Contudo, o Ministério da Educação [MEC, 2006] orienta que os objetos de aprendizagem devem objetivar: o aprimoramento da educação presencial e/ou à distância, para incentivar a pesquisa e a construção de novos conhecimentos para melhoria da qualidade, equidade e eficiência dos sistemas públicos de ensino pela incorporação didática das novas tecnologias de informação e comunicação.

Neste trabalho apresentamos os objetos de aprendizagem estruturados em três componentes principais: textos eletrônicos, mapas conceituais e animações interativas.

#### **4.1 Elementos**

##### **4.1.1 Textos**

Dos elementos constituintes do objeto de aprendizagem apresentado neste trabalho destacamos os textos eletrônicos como sendo sucintas discussões prioritariamente qualitativas que objetivam ser ferramentas apoio teórico ao usuário do objeto de aprendizagem. Portanto, os textos eletrônicos para a Internet devem conter simplicidade, clareza e objetividade [Castro et al., 2002].

Os textos, contidos no objeto de aprendizagem apresentado neste trabalho, são delineados para promover a aprendizagem significativa proposta por [Ausubel, 1978]. Ele ressalta a aprendizagem por meio de conceitos (significados) como sendo a mais proeminente para os seres humanos. Consiste na atribuição de significados idiossincráticos ao conhecimento ofertado [Tavares, 2003].

##### **4.1.2 Animações**

As animações são seqüências de imagens individualmente concebidas, acompanhadas ou não de sons, que objetivam simular um evento real [Grandi e Menezes, 2003]. As animações podem receber a ação do usuário que altera parâmetros pré-estabelecidos e modifica a animação no seu transcurso.

O uso de animações proporciona o aprendizado de um modo mais ativo, pois é fundamental a uma atuação pessoal do aprendiz para que ele adquira os conceitos envolvidos na animação [Castro et al., 2002]. Além disso, estes recursos permitem a modelagem de eventos reais que evoluem temporalmente. Dessa forma, as animações interativas tornam-se ferramentas didáticas valiosas no auxílio aqueles alunos com alguma dificuldade de abstrair conceitos [Tavares, 2003]. Seu uso excita processos

cognitivos como percepção, memória, linguagem, pensamento e outros. Produzem ainda um ambiente lúdico para desenvolvimento da aula.

#### 4.1.3 Mapas Conceituais

Um dos elementos constituintes do objeto de aprendizagem “Forças em Ação” são os mapas conceituais. Eles são representações gráficas semelhantes a diagramas utilizados para representar um conjunto de significados conceituais e relacioná-los em forma de proposições. Por se tratar de uma técnica flexível, os mapas podem ser utilizados em diversas situações e finalidades como: recurso de aprendizagem, meio de avaliação e outros [Moreira, 1983].

Tais representações gráficas não podem ser confundidas com organogramas, assim como afirma [Moreira, 1988]. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas e de hierarquias conceituais, não implicando em uma seqüência ou temporalidade.

A partir da utilização dos mapas conceituais é possível explicitar os conceitos físicos envolvidos no objeto mostrando como está relacionado cada conceito. O aluno ao “navegar” pelo mapa pode explorar ainda mais a potencialidade dessa ferramenta pedagógica. Ao clicar sobre a caixa do conceito correspondente, é exibida uma janela na qual estará desenvolvido um pequeno texto aprofundando o conceito relacionado, como mostra a figura 2.

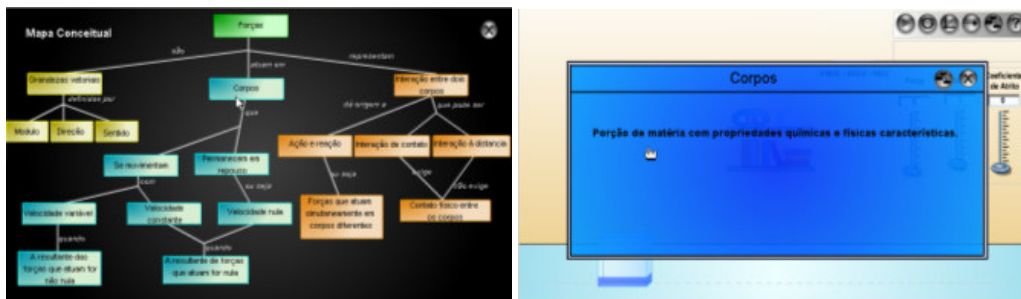


Figura 2. Mapa conceitual interativo utilizado no objeto de aprendizagem “Forças em Ação” e o exemplo de texto descritivo de um determinado conceito selecionado no mapa.

Os mapas também podem se usados como organizadores prévios, já que facilitam a organização dos conceitos por parte do aprendiz e seriam como pontes entre o que o aluno já sabe e a nova informação que ele deve aprender [Moreira, 1988]. Logo, os mapas seriam estruturadores do conhecimento, enquanto que a animação interativa examinará o conteúdo seja viável de ser modelado [Tavares, 2005].

### 5. Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem

#### 5.1 Estudo de caso: Forças em Ação

Apresentar o conceito de forças, fazendo com que o aluno assimile de forma qualitativa tais conceitos, tornando-o capaz de aplicá-los cotidianamente, tem sido um desafio para professores e uma tarefa árdua para os alunos.

Este objeto de aprendizagem, escolhido para ser tratado como estudo de caso (figura 3), tem como objetivo, através da aprendizagem significativa, fomentar no aluno a produção de conceitos sobre as forças que agem sobre os corpos, além disso, visa a produção de conceitos tais como velocidade, aceleração, atrito, gravidade, ação e reação, inércia, vetores e etc.

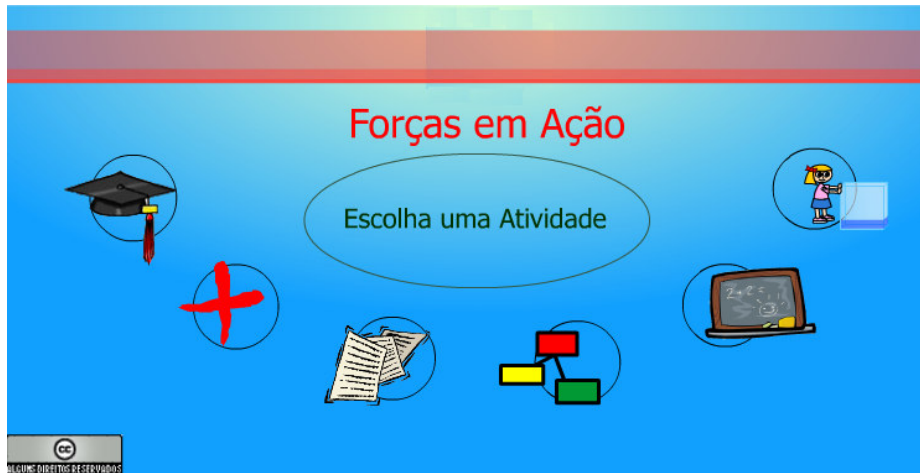


Figura 3. Tela inicial do Objeto de Aprendizagem "Forças em Ação".

É também através da animação interativa (figura 4), presente neste objeto de aprendizagem, que o aluno será capaz de melhor perceber as conseqüências físicas no estudo de um fenômeno físico quando modificamos os valores de entes físicos, tais como, coeficiente de atrito, força aplicada, massa do corpo. Além disso, toda a interação do usuário resulta em gráficos traçados no sistema de eixos coordenados, auxiliando a compreensão do fenômeno de forma qualitativa por parte do aprendiz.

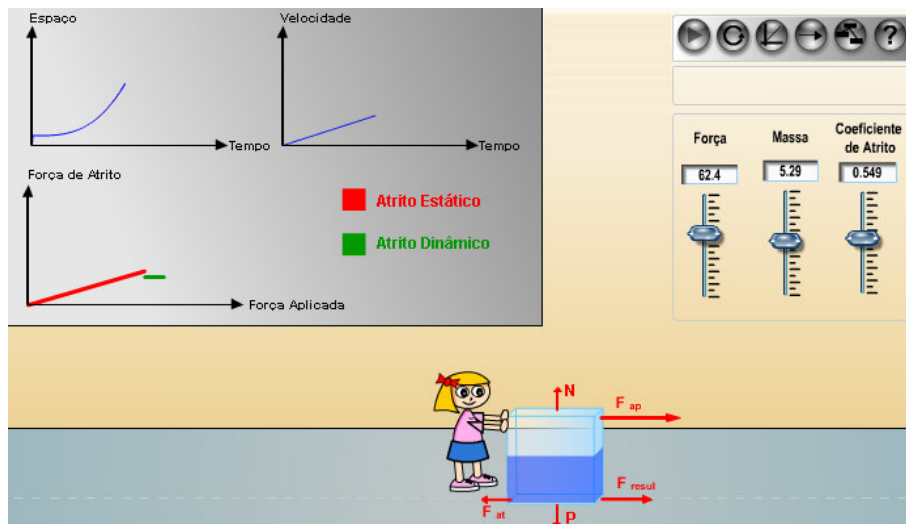


Figura 4. Animação Interativa em execução.

## 5.2 Tecnologias Envolvidas

Existem atualmente diversas tecnologias que possibilitam a construção de objetos de aprendizagem. Entre as principais, podemos destacar *Java Applets*, Macromedia Flash, Modellus e Javascript. Cada uma destas apresentando características próprias, porém, será nesta seção dado destaque principalmente ao Macromedia Flash.

A escolha na utilização do Macromedia Flash [Adobe, 2006], no desenvolvimento deste objeto de aprendizagem, foi baseada em algumas vantagens alcançadas no uso desta ferramenta, tais como: facilidade de utilização, tamanho reduzido do produto final, portabilidade, velocidade na construção de aplicações fortemente interativas, integração com XML e HTML e possibilidade do uso de *frameworks* e componentes.

O Flash é uma tecnologia de aprendizado rápido e fácil, apresentando uma linguagem de scripts simples e poderosa, o *ActionScript*, e assistente de efeitos de movimentação e mutação de formas, *Motion Tween* e *Shape Tween*. Isso torna o processo de desenvolvimento mais rápido se comparado as outras tecnologias apresentadas.

Por utilizar gráficos do tipo vetorial, em contra partida ao *raster-graphics* das outras tecnologias, apresenta maior qualidade em efeitos de *zoom* e um tamanho final da animação bem menor do que utilizando outra tecnologia, como o *Java Applet*.

A integração com páginas HTML permite a utilização de *links* para textos na Internet, permitindo que os conceitos vistos no objeto de aprendizagem possam ser estudados de forma mais abrangente. O XML integrado com o flash propicia ainda mais alternativas às animações, tais como, integração com banco de dados e separação dos textos das animações, facilitando o gerenciamento, a escalabilidade e internacionalização.

## 5.3 Fases de desenvolvimento

Assim como no desenvolvimento dos *softwares* aplicados as mais diversas áreas, os objetos de aprendizagem também necessitam seguir um cronograma de atividades bem definido e organizado, de forma a otimizar o trabalho de todas as equipes envolvidas.

O modelo de desenvolvimento sugerido a seguir na figura 5 procura enfatizar o paralelismo entre as equipes envolvidas, porém ao mesmo tempo, por se tratar de um trabalho bastante interdisciplinar, ressalta a importância da integração dos indivíduos nas tomadas de decisões e verificação de detalhes que possivelmente poderiam ter passado despercebidos durante o desenvolvimento.

Este modelo foi adotado no desenvolvimento do objeto de aprendizagem “Forças em Ação” e teve o tempo de duração de seis semanas. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, pois foi possível comprovar o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem de excelente qualidade em um tempo inferior àqueles observados na construção de outros objetos que fizeram uso de outros modelos.

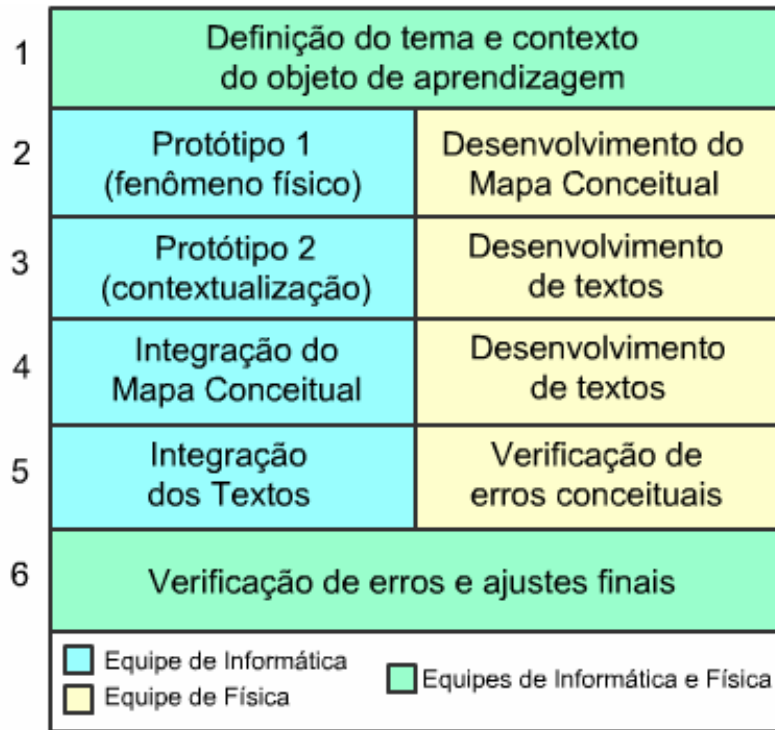


Figura 5. Modelo de Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem.

#### 5.4 Framework desenvolvido

Durante o desenvolvimento de um determinado número de objetos de aprendizagem (AO), foi observada a constante repetição na utilização de alguns componentes, visuais e funcionais. Logo, este cenário mostrou-se favorável ao desenvolvimento de um *framework* dedicado a construção de objetos de aprendizagem (figura 6), baseado na definição clássica de *framework* como sendo “um conjunto de classes que incorporam um projeto abstrato para solucionar uma família de problemas relacionados” [Johnson e Foote, 1988]. Ou seja, Um *framework* particularmente enfatiza aquelas partes do domínio da aplicação que permanecem estáveis (que podem ser reutilizadas).

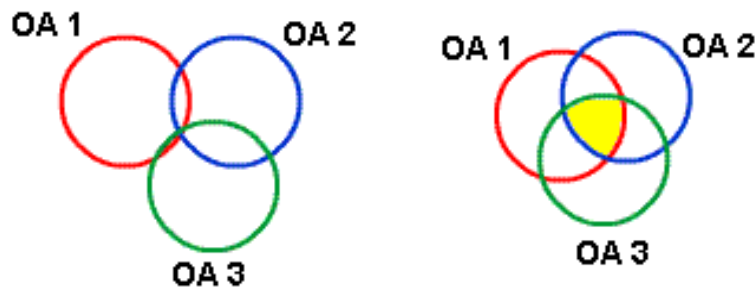


Figura 6. Representação de um cenário não favorável à criação de *framework* e de um cenário ideal a aplicação de um *framework*.

O *framework* desenvolvido é composto basicamente pelos seguintes componentes:

- *Loading*: Responsável por carregar os elementos gráficos e textuais presentes na animação.
- Gráficos: Ferramentas didáticas fundamentais para a percepção qualitativa do fenômeno observado.
- Vetores: Elementos fundamentais na descrição das grandezas vetoriais.
- Personagens: Elementos indispensáveis à contextualização do tema abordado.
- Painel de Ajuda: Componente fundamental em qualquer animação de caráter pedagógico, pois fornece instruções de uso e respostas as dúvidas mais frequentes dos usuários.
- Painel de Créditos: Tela onde estão presentes informações detalhadas a respeito de cada colaborador envolvido no desenvolvimento do objeto de aprendizagem.
- Botões: Componente que inclui os principais elementos gráficos para uma interação agradável e intuitiva com o usuário.
- Mapa Conceitual: Componente que facilita a implementação dos mapas conceituais interativos.

A partir da utilização deste *framework*, os elementos nele presentes necessitam de pouco ou nenhum ajuste para contextualizá-lo com o tema abordado no objeto de aprendizagem. Com isto, os esforços são voltados principalmente para as características particulares do tema, que são as que realmente necessitam de mais atenção e cuidado. Dessa forma, foi possível garantir a qualidade do produto final e proporcionar otimização do tempo de desenvolvimento.

## **6. Conclusão**

Mesmo havendo uma pluralidade de definições para a ferramenta pedagógica denominada objeto digital de aprendizagem, é possível perceber que a teoria da aprendizagem significativa amplia a eficácia do uso de um objeto digital de aprendizagem visto que considera os processos cognitivos e a formação dos conceitos na cognição do aprendiz.

Os mapas conceituais utilizados como estruturadores de conceitos permitem a navegação entre o mapa e a animação interativa bem como um aprofundamento em cada conceito abordado no mapa conceitual.

O uso de *frameworks* otimiza o desenvolvimento dos objetos digitais de aprendizagem e padroniza seu formato gráfico bem como facilita o uso de outros objetos feitos na mesma perspectiva de desenvolvimento teórico.

Sugere-se a aplicação de testes antes e após o uso dos objetos de aprendizagem para avaliar se houve alterações na estrutura cognitiva do aprendiz e em relação aos conceitos abordados no objeto digital de aprendizagem.

## **7. Referências Bibliográficas**

- ADOBE. Adobe Systems Incorporated. Macromedia Flash MX. Online: <http://www.adobe.com/products/flash/flashpro> – Acessado em: 01/08/2006.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H.; Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Warbel & Peck. 1978.
- CASTRO, N. J. et al. O Estudo a Distância com Apoio da Internet. 2002. Online: <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?amp%3BUserActiveTemplate=4abed&inoid=137&sid=116&tpl=printerview> – Acessado em: 01/08/2006.
- GRANDI, R. H.; MENEZES, P. F. B. Hiper-Animações - Teoria Hiper-mídia Aplicada em Animações. ICECE - International Conference on Engineering and Computer Education. São Paulo. 2003.
- JOHNSON, R. E.; FOOTE, B. Designing Reusable Classes, Journal of Object-Oriented Programming, Vol. 1, No. 2, junho, pp. 23-35. 1988.
- MEC – Ministério da Educação. Online: <http://portal.mec.gov.br> - Acessado em: 01/08/2006.
- MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, Nº 23 a 28: 87-95. 1988.
- MOREIRA, M. A. Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física – Editora da UFRGS – Porto Alegre. 1983.
- SILVA, M. "Que é interatividade?", Boletim Técnico do SENAC, Rio de Janeiro, v. 24, n.º 2, mai./ago., 1998. Online: <http://www.senac.br/boletim/boltec242d.htm> – Acessado em: 01/08/2006.
- SILVA, M. Sala de aula interativa. Rio de Janeiro. Quartet. 2000.
- TAVARES, Romero. Animações interativas e mapas conceituais. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. 2005.
- TAVARES, Romero. Aprendizagem Significativa. Revista Conceitos, 55–60. 2003.
- WELLER, M.; PEGLER, C.; MASON, R. Putting the pieces together: What working with learning objects means for the educator. 2003.