

Uma Proposta de Reestruturação do Processo de Criação de Objetos de Aprendizagem para o Ensino de Física com a Utilização da Modelagem Exploratória

Francisco Herbert Lima Vasconcelos^a [herbert@fisica.ufc.br]

Maria de Fátima C. de Souza^b [mfatimasouza@gmail.com]

Gilvandenys Leite Sales^c [gilvandenys@cefetce.br]

José Aires de Castro Filho^d [j.castro@ufc.br]

Mauro Cavalcante Pequeno^e [mauro@vdl.ufc.br]

^a Universidade Federal do Ceará, Mestrado em Ciência da Computação, Instituto UFC Virtual

^b Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual

^c Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Instituto UFC Virtual

^d Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Instituto UFC Virtual

^e Universidade Federal do Ceará, Departamento de Computação, Instituto UFC Virtual

RESUMO:

Este artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento na elaboração de Objetos de Aprendizagem (OA) para o Ensino de Física com a utilização de atividades de modelagem exploratória. Nosso propósito é sugerir uma reestruturação do processo apresentado pela Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED). Realizamos um estudo de caso com o OA Pato Quântico. Este OA faz uma metáfora ao Efeito Fotoelétrico e possibilita o cálculo da constante de Planck. Também propomos uma nova etapa intitulada validação, na qual o OA é avaliado como forma de autenticar a sua eficácia. Nesta etapa utilizamos atividades de modelagem exploratória e a um dossiê diagnóstico para avaliação do OA no processo de aprendizagem. Os resultados alcançados contribuíram para o delineamento e o desenvolvimento de novas metodologias voltadas a produção de OA no ensino de Física.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais atividades da ciência é a teorização para a construção de modelos que expliquem o mundo a nossa volta. Com o avanço da tecnologia computacional essa importante atividade científica tem se tornado cada vez mais acessível na educação em Ciências através do desenvolvimento de ambientes informatizados que permitem desenvolver atividades de modelagem (OLIVEIRA, 2006).

Uma das formas de se trabalhar a modelagem aplicada a tópicos referentes ao ensino em Ciências pode ser feita a partir do uso de recursos computacionais. Um Ambiente de Modelagem Computacional (AMC) consiste em uma ferramenta onde os estudantes podem construir modelos a partir de suas próprias concepções sobre um fenômeno ou explorar modelos já prontos. Essas ferramentas são denominadas de ambiente de modelagem devido ao fato de haver uma proposta educacional associada à sua utilização (OLIVEIRA, 2006). Além disso, ambientes computacionais em geral aplicados ao ensino, tais como *softwares* educativos, podem ser utilizados como AMC, desde que seu uso seja realizado a partir de atividades de modelagem, através da exploração de suas ferramentas disponíveis.

A atividade de modelagem computacional apresenta-se de dois tipos (MELLAR, 1994): (a) Modelagem Exploratória: nesta atividade o aluno é levado a explorar um modelo previamente

conhecido ou construído pelo professor sobre um determinado fenômeno; (b) Modelagem Expressiva: nesta atividade o aluno é velado a construir seus próprios modelos a partir de suas próprias concepções sobre um fenômeno ou sistema estudado.

Um dos recursos tecnológicos que se apresentam como ferramenta computacional no contexto da modelagem para o ensino de Física é o uso de Objetos de Aprendizagem – OA. Os OA são um tipo de tecnologia muito recente que utiliza os recursos digitais para promover a aprendizagem. De acordo Jacobsen (2001) seu surgimento é bem mais fácil de ser compreendido do que sua própria definição. Um desses OA é o *Pato Quântico*, que objetiva facilitar a compreensão do Efeito Fotoelétrico, tratando da remoção de elétrons de uma superfície metálica, quando nela incide luz (fótons) de determinada frequência. Através deste recurso o aluno deverá perceber que para a liberação de elétrons (patos) é necessária certa energia mínima, intitulada de função trabalho, e que esta quantidade mínima, depende da cor dos fótons-bala (frequência) e não de sua quantidade (intensidade da luz) como se imaginava na Física Clássica (SALES, 2005).

A proposta deste artigo é sugerir uma reestruturação do processo apresentado pela Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED) para criação de objetos de aprendizagem para o Ensino de Física. Esta proposta está sendo desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) da Universidade Federal do Ceará e pretende realizar uma revisão do OA em cada etapa e seu retorno, se necessário, a etapa anterior a cada momento do desenvolvimento, como forma de refiná-lo. Também propomos uma nova etapa intitulada validação, por meio da realização de atividades de modelagem exploratória, na qual o OA é avaliado como forma de autenticar a sua eficácia. Ilustramos a aplicação do modelo proposto com a descrição do processo de desenvolvimento de um OA Pato Quântico.

Este artigo está dividido nas seções que se seguem abaixo: na seção 2 é apresentado o modelo de produção do RIVED; na seção 3, nossa proposta de desenvolvimento; na seção 4 é apresentado um estudo de caso com o OA Pato Quântico; e por fim, na seção 5, os resultados do trabalho.

2. MODELO DE PRODUÇÃO DO RIVED

O Rived é um programa da Secretaria de Educação a Distância - SEED, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem. Tais conteúdos primam por estimular o raciocínio e o pensamento crítico dos estudantes, associando o potencial da informática às novas abordagens pedagógicas (RIVED, 2005).

Esse programa tem como meta disponibilizar esses conteúdos digitais e melhorar a aprendizagem nas disciplinas da educação básica e a formação cidadã do aluno.

O modelo de produção e processo proposto pelo Rived para o desenvolvimento desses conteúdos digitais, apresentado na Figura 1, é baseado na junção de um conjunto de características que são pertinentes ao aprendizado do indivíduo. Essa junção dá origem aos documentos *General Design, Roteiro e Guia do professor*.

2.1 Fases de Desenvolvimento

A seguir, apresentamos detalhadamente cada fase e cada documento gerado com a sua finalização correspondente.

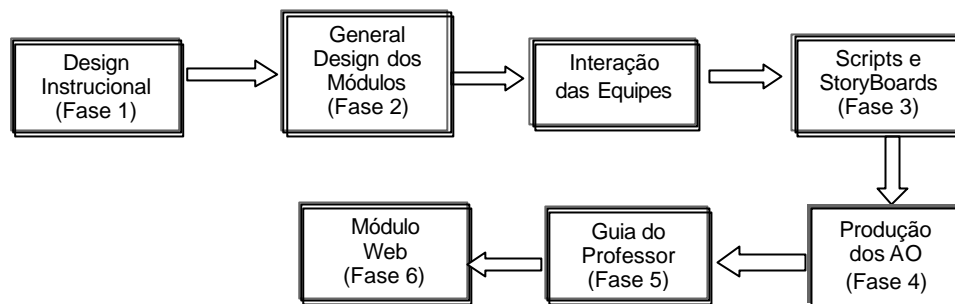


Figura 1 – Estrutura RIVED

Na **Fase 1**, os objetivos e as atividades são descritas no documento intitulado *General Design* (GD). O GD observa requisitos como: propósito, objetivos, habilidades, conhecimentos prévios, marco conceitual, tipos de atividades, conceitos presentes, tempo de execução do módulo e de cada aula, além da metodologia a ser desenvolvida pelo professor e aluno. Nessa fase, os especialistas das áreas disciplinares consultam o mapeamento de conteúdos e selecionam o tópico do novo módulo. A equipe pedagógica define os objetivos educacionais e elaboram as respectivas estratégias educacionais. O designer instrucional interage com os especialistas a fim de guiar sobre a seqüência instrucional e o nível cognitivo requerido nas atividades.

Na **Fase 2**, o documento *General Design* é submetido às outras equipes para obter críticas e *feedback*. A revisão do GD pelas demais equipes consiste em comentários sobre: (a) o design do programa e a abordagem pedagógica; (b) questões referentes ao uso apropriado da tecnologia; (c) sugestões para diferentes atividades ou mídia; (d) chamar a atenção para materiais similares existentes; (e) adequação do módulo às variadas audiências.

Na **Fase 3**, os especialistas de conteúdo revisam o design original após receber *feedback* das outras equipes, passando, então, a descrever as especificações para cada objeto de aprendizagem. Essas especificações são descritas na forma de *scripts* e roteiros de tela, que servirão de insumos para que o grupo de técnicos venha a iniciar o processo de implementação dos produtos desejados.

Na **Fase 4**, o grupo de técnicos produz os objetos de aprendizagem. Durante esta fase, os especialistas de conteúdo, o designer instrucional, e os técnicos interagem para que sejam realizados os devidos ajustes e interpretações dos requisitos, a fim de que os produtos sejam implementados de modo correto.

Na **Fase 5**, os especialistas em conteúdo criam o guia do professor para cada objeto de aprendizagem. Esse guia procura fazer o encadeamento das atividades de acordo com os objetivos propostos no GD, buscando auxiliar o professor com sugestões de ações a serem tomadas no decorrer do trabalho. São sugeridas, também, outras atividades que podem ser realizadas, com ou sem o uso do computador, para o conteúdo educacional abordado pelo OA.

Por fim, na **Fase 6**, os objetos de aprendizagem são organizados nos módulos e publicados na *Web*.

Como pode ser observado, o modelo de processo atual do RIVED não apresenta, explicitamente, nenhuma fase de refinamento, onde o grupo multidisciplinar possa discutir e interagir de modo a tornar clara as especificações. Essa fase de refinamento é imprescindível, uma vez que a multidisciplinaridade das equipes pode provocar um desentendimento nos conceitos apresentado pelo grupo. De fato, no modelo atual, a abordagem de apenas permitir a interação entre os integrantes da equipe, de forma a elucidar requisitos, não é suficiente para assegurar uma correta interpretação das informações por parte da equipe técnica, visto que a comunicação entre a equipe é realizada de modo não sistemático e não documentado, o que dificulta a integração de novos requisitos ao software (SOUZA, 2005).

Uma outra fase ausente é a de validação do OA junto ao usuário final (estudante) antes da sua publicação na *web*. Essa validação deve permitir a verificação da eficácia do OA, e se este atende realmente as expectativas pedagógicas objetivas na sua criação.

3. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO

Nossa proposta para o modelo de processo do RIVED visa inserir dois conceitos novos: o refinamento e a validação, este último por meio da modelagem computacional exploratória, na produção de OA aplicados ao ensino de Física.

Este novo modelo, apresentado na Figura 2, permite e recomenda, o retorno às fases anteriores, sempre que os integrantes da equipe acharem necessário. Esse retorno visa retirar qualquer dúvida nos resultados produzidos, mas que de alguma forma seu conteúdo não seja claro ou não esteja de acordo com as especificações da fase anterior (SOUZA, 2005). Esse refinamento é necessário, visto que, freqüentemente, é uma equipe multidisciplinar que produz esses OA, e a comunicação, por seu caráter subjetivo, pode não ser tão clara durante esse processo.

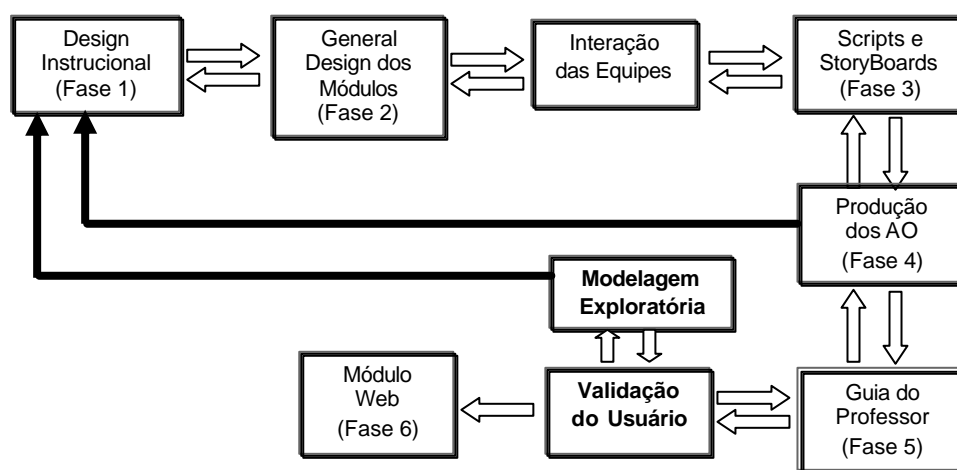


Figura 2 – Estrutura PROATIVA para OA no Ensino de Física

Além da possibilidade de refinamento das especificações introduzidas pelos retornos no processo, acrescentamos mais um passo em nossa estrutura, que é o de validação do usuário. Nesse passo será permitido ao usuário final, que é o próprio estudante, utilizar o objeto, antes mesmo dele ser publicado na *web*.

A utilização deste OA, durante a validação, se dará através da realização de uma Atividade de Modelagem Exploratória - AME, mediada pelo professor. Nesta atividade o professor deverá

levar o aluno a explorar um modelo previamente conhecido e presente na proposta de ensino do OA.

Esta proposta de desenvolvimento não comete o equívoco da atual, uma vez que no modelo atual, os objetos são lançados na *web*, sem uma prévia análise dos que irão utilizá-la de fato (SOUZA, 2006). Essa validação permite identificar deficiências no objeto até então não encontradas nas outras fases, proporcionando assim um objeto fielmente criado para atender as necessidades dos usuários.

4. ESTUDO DE CASO

Nesta seção, apresentaremos um objeto de aprendizagem aplicado ao ensino de Física Quântica que foi desenvolvido segundo o modelo que apresentamos na seção 4 deste artigo, pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem - PROATIVA da Universidade Federal do Ceará. Este OA é denominado de *‘Pato Quântico’* (Figura 3). Além disso, descrevemos como pode ser realizada a Modelagem Exploratória proposta na Fase de Validação do usuário

4.1 O Objeto de Aprendizagem *Pato Quântico*

Este OA tem por objetivo facilitar a compreensão do Efeito Fotoelétrico, que trata da remoção de elétrons de uma superfície metálica quando nela incide luz (fótons) de determinada frequência, fenômeno este devidamente explicado por Einstein. Ao supor que a matéria e a radiação podem interagir apenas por meio da troca de quanta de energia, Einstein desenvolveu uma correta explicação para o Efeito Fotoelétrico ao considerar que a radiação eletromagnética incidente numa superfície metálica consistia de pacotes de energia que viajavam à velocidade da luz, podendo ser refletidos, ou mesmo, desaparecer. Neste caso, cada fóton cede toda sua energia para apenas um elétron, que poderá se desligar ou não da superfície metálica. Elétrons da superfície metálica vencem mais facilmente a atração causada pelas cargas positivas e a barreira de energia potencial por elas criada nesta interação.

Einstein, aplicando então a lei da conservação da energia, mostrou que a máxima energia cinética ($E_{c\text{máx}}$) de cada elétron ejetado, após a colisão com o fóton, é dada por:

$$E_{c\text{máx}} = E_{\text{fóton}} - \mathbf{f}$$

Atribuindo à energia do fóton a mesma expressão da hipótese de Planck, conforme sugeriu Einstein:

$$E_{c\text{máx}} = h \cdot f - \mathbf{f} \quad (\text{Equação de Einstein})$$

Onde \mathbf{f} é uma propriedade do metal chamada de função trabalho, que representa a quantidade de energia mínima necessária para o elétron se desligar do metal.

Ao substituir o valor da energia cinética máxima do elétron ejetado na equação acima por $e \cdot V_0$, tem-se:

$$e \cdot V_0 = h \cdot f - \mathbf{f}$$

Que resulta ainda em uma outra forma de expressar a equação de Einstein para o Efeito Fotoelétrico:

$$V_0 = \left(\frac{h}{e} \right) \cdot f - \frac{f}{e}$$

Pode-se prever também a existência de uma frequência de corte (f_{\min}) abaixo da qual não se verifica o Efeito Fotoelétrico. Para tanto, basta fazer $V_0 = 0$ na equação de Einstein:

$$0 = h \cdot f_{\min} - f$$

E isolar f_{\min} :

$$f_{\min} = \frac{f}{h}$$

No OA *Pato Quântico* [<http://rived.proinfo.mec.gov.br>], a metáfora de patos em constante movimento no poleiro quântico simboliza a natureza dual, onda-partícula, dos elétrons ligados à superfície metálica ou catodo. No canhão de fótons (Figura 3) dos patos, é possível regular a intensidade da luz fazendo variar o número de fótons-bala. Para tanto, basta clicar nas bolinhas do canto superior esquerdo abaixo do nome “Fótons” na barra de ferramentas, que elas vão se depositando dentro do canhão, como também é possível variar a cor dos fótons alterando sua frequência, barra multicolorida abaixo do nome “Frequência” da barra de ferramentas (SALES, 2005).

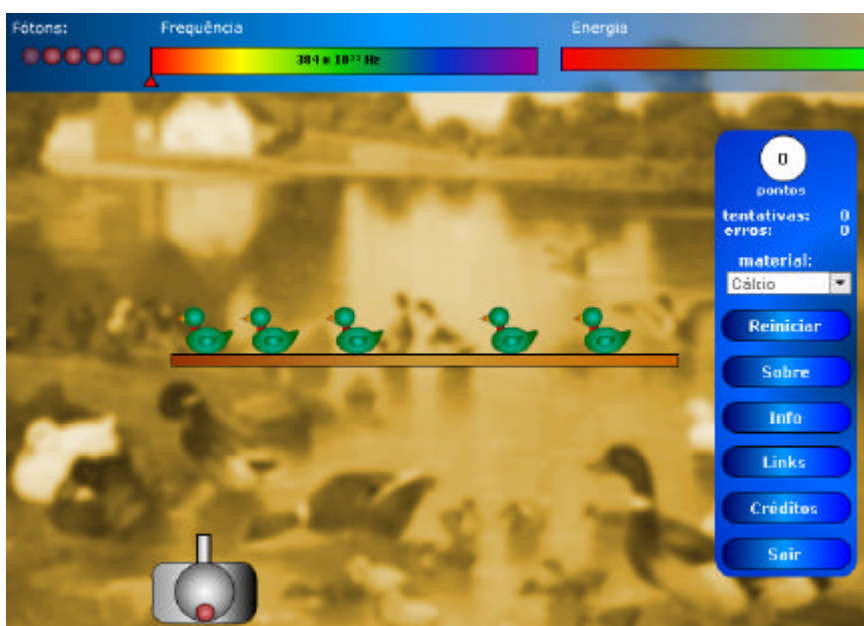


Figura 3 – Frame do OA Pato Quântico

Para movimentar o canhão para a direita ou esquerda e efetuar os disparos, deve-se posicionar e clicar o mouse sobre a base do canhão de fótons. Quanta de luz, ou fótons, representados pelos fótons-bala, serão arremessados na direção dos elétrons-patos. No quadro destacado em azul, à direita do OA, encontram-se as opções: “Sobre”, são fornecidas informações básicas de esclarecimento acerca do jogo; o botão “Mais” que faz o *link* a páginas *Web* para aprofundamentos teóricos e/ou experimentações e modelagens matemáticas em outros *applets* que tratam do Efeito Fotoelétrico.

O botão “Info” fornece a função trabalho dos metais do poleiro quântico, material da barra em que se encontram os elétrons-patos. As opções são: Cálcio, Césio, Potássio, Platina e Sódio. Estas ações, associadas ao Pato Quântico, devidamente mediadas pelo professor, visam aumentar a compreensão e estruturação do modelo quântico do Efeito Fotoelétrico.

Na figura 1, o quadro azul traz ainda o contador de pontos, como se trata de um jogo, quanto mais elétrons-patos voarem mais pontos serão feitos. Para tanto, é disponibilizada certa quantidade máxima de energia ao usuário que é representada na figura acima por uma barra bicolor no canto superior direito. Essa barra bicolor possui duas cores, o verde e o vermelho, para indicar a quantidade de energia disponível, onde o verde simboliza que há energia disponível e o vermelho que a energia está cada vez mais escassa. Cada fóton-bala utilizado decresce a energia disponibilizada.

Na busca de jogadas mais efetivas, o aluno deverá fundamentar suas estratégias de jogo e com isto desenvolver sua capacidade cognitiva, que o levará à aprendizagem (SALES, 2005).

4.2 Atividade de Modelagem Exploratória

A criação desse objeto se deu a partir do modelo proposto na Figura 2, ou seja: foi formada uma equipe multidisciplinar composta por profissionais de pedagogia, computação e Física (licenciatura). Em todas as fases, sempre que as informações contidas nos documentos até então gerados não eram claras ou suficientes, fazia-se um retorno às fases anteriores e uma adaptação na documentação correspondente. Esse retorno tem o intuito de evitar erros no desenvolvimento do objeto e formalizar as alterações nos requisitos.

Adicionalmente, também seguindo a sugestão de introduzir uma etapa de validação, o OA foi utilizado por usuários que não participaram efetivamente da elaboração/criação do mesmo, sendo que estes puderam avaliar o objeto e realizar propostas de modificações, que foram repassadas para análise da equipe pedagógica ou técnica, para que fossem efetuadas as devidas correções.

Esta etapa foi realizada por meio de duas outras etapas (Figura 4): (a). Atividade de Modelagem Exploratória - AME, que consiste na atividade em que o estudante é levado a explorar um modelo previamente construído por um professor ou reconhecido cientificamente sobre um determinado fenômeno por meio de um ambiente computacional (MELLAR, 1994); (b). Um Dossiê Avaliativo, que consiste em um questionário de avaliação que será preenchido pelos alunos, avaliando a usabilidade e a qualidade do OA (Quadro 1).

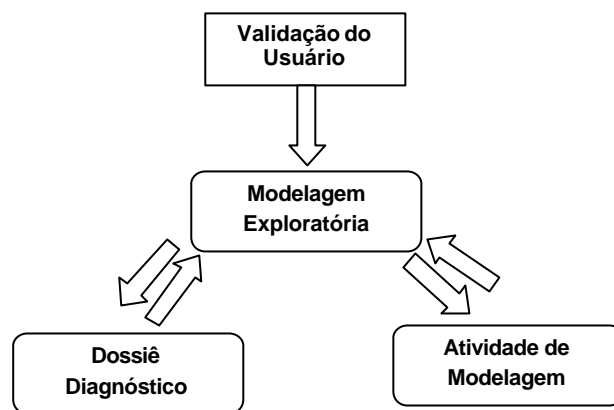


Figura 4 – Estrutura da Modelagem Exploratória

DOSSIÊ AVALIATIVO DE OBJETO DE APREDIZAGEM – Pato Quântico	
Perguntas	Opções de Respostas
1. Na sua opinião qual a Proposta do OA utilizado?	a. () Efeito Fotoelétrico b. () Cálculo da Constante de Planck c. () Cálculo da Frequência Mínima
2. Você gostou de utilizar este OA para Física?	a. () Sim b. () Não
3. Por que? (caso sim na Pergunta 2). Porque ele é:	a. () Ensina Divertindo b. () Interativo e Dinâmico c. () Estimula a Aprendizagem
4. Que conceitos puderam ser trabalhados por você no uso deste OA?	a. () Frequência do Fóton b. () Função do Trabalho c. () Constante de Planck
5. As informações contidas neste OA foram suficientes para utilizá-lo?	a. () Sim b. () Não
6. Você conseguiu realizar todas as atividades proposta para este?	a. () Sim b. () Não
7. A navegação deste OA permite liberdade de exploração?	a. () Sim b. () Não
8. Este OA é fácil de ser utilizado?	a. () Sim b. () Não
9. Ao utilizar o OA, você se sentiu motivado para aprender o conteúdo:	a. () Sim b. () Não
10. O OA adapta-se ao seu ritmo de Aprendizagem em Física?	a. () Sim b. () Não
11. O OA atendeu as suas expectativas quanto ao ensino de Física pelo Computador?	a. () Sim b. () Não

Quadro 1 – Modelo de Dossiê Diagnóstico do OA

Para o caso do OA – Pato Quântico, a AME deve ser uma atividade que busque determinar o valor de uma constante bastante conhecida na Física Quântica. O principal tema abordado nesta atividade será o cálculo da Constante de Planck, nos quais os alunos irão aprender a lidar com conceitos fundamentais sobre o Efeito Fotoelétrico e o cálculo da Frequência Mínima para diferentes materiais.

Nesta ficha de atividades devem constar os cálculos do h de Planck para diferentes materiais, e procedimentos de preenchimento, expondo o número de tentativas, erros, quantidade de vezes que reiniciaram a atividade e os valores encontrados (Quadro 2).

MATERIAL UTILIZADO	VALOR ENCONTRADO EM CADA CONSTANTE $h - (10^{-15} \text{ eV.S})$	TEMPO DE REALIZAÇÃO (minutos)	TENTATIVAS (quantidades)	ERROS (quantidades)	REINICIOS (quantidades)
Cálcio	Para h do Cálcio	No cálculo de h para o Cálcio	No cálculo do Cálcio	No cálculo do Cálcio	No cálculo do Cálcio
Césio	Para h do Césio	No cálculo de h para o Césio	No cálculo do Césio	No cálculo do Césio	No cálculo do Césio
Potássio	Para h do Potássio	No cálculo de h para o Potássio	No cálculo do Potássio	No cálculo do Potássio	No cálculo do Potássio
Sódio	Para h do Sódio	No cálculo de h para o Sódio	No cálculo do Sódio	No cálculo do Sódio	No cálculo do Sódio
Platina	Para h da Platina	No cálculo de h para a Platina	No cálculo da Platina	No cálculo da Platina	No cálculo da Platina

Quadro 2 – Atividades de Modelagem na Ficha de Aplicação

Para uma melhor compreensão da importância da inserção dessas novas atividades em nossa proposta, exemplificamos a seguir, como elas foram utilizadas para o desenvolvimento do OA.

Inicialmente, por ter caráter multidisciplinar, a nossa equipe foi dividida em duas outras equipes denominadas de equipe pedagógica e equipe técnica, em que a pedagógica era formada pelos profissionais de pedagogia e matemática e a técnica formada por profissionais de computação.

A equipe pedagógica foi responsável por desenvolver as documentações necessárias para a produção do OA. Essas documentações são denominadas respectivamente de: *Design Pedagógico(DP)*, *Roteiro* e *Guia do Professor(GP)*.

O *DP* é o primeiro documento a ser confeccionado para a produção do objeto. Nesse documento é abordado desde o público alvo ao qual se destina o objeto em desenvolvimento passando pelas sugestões de atividades que podem ser realizadas em sala de aula ou em campo, até sugestões de onde o professor poderá encontrar mais informações a cerca do tema em estudo. O *roteiro* é o segundo documento a ser confeccionado. É exatamente esse documento que a equipe técnica irá utilizar para desenvolver o objeto. Nesse documento, a equipe pedagógica escreve passo a passo como deve ser produzido o objeto, fazendo uso de imagens ou figuras para especificar como devem ser implementadas as interfaces.

Por fim, o *GP* que é o último documento a ser confeccionado. Este, como o próprio nome sugere, serve para guiar o professor em sala de aula ou seja, são fornecidas uma série de sugestões de como ele poderá explorar o objeto com seus alunos, desde exercícios que poderão ser propostos até possíveis respostas para as dúvidas que os alunos poderão ter quando da exploração do OA.

5. CONCLUSÃO

Nesse trabalho, apresentamos uma proposta de reestruturação no modelo de processos utilizado pelo RIVED para a produção de AO para o Ensino de Física. Nossa sugestão é a incorporação de ações de refinamentos de requisitos baseados na introdução de retornos entre as etapas, além da introdução de uma etapa relacionada à validação dos resultados junto aos estudantes, como forma de aperfeiçoar a qualidade da produção dos objetos.

Esse novo modelo de processo foi utilizado para a elaboração do OA Pato Quântico, bem como outros OA em desenvolvimento pelo grupo PROATIVA, o que está permitindo verificar os benefícios dessa proposta. Como forma de qualificar ainda mais esse processo, atualmente o grupo está pesquisando técnicas disponíveis na literatura que auxiliem na captura dos requisitos técnicos e pedagógicos dos OA, ambos essenciais para o sucesso na produção dos mesmos (SOUZA, 2005).

Destacamos ainda, como trabalhos futuros, a incorporação de técnicas de Design Instrucional na produção de objetos, que se utilizadas na primeira fase de um processo de produção de um OA resulta em um produto final de qualidade, ou seja que atenda todas as características técnicas exigidas, bem como as pedagógicas.

Por fim, este estudo gerou resultados que contribuíram para o delineamento e o desenvolvimento de metodologias voltadas ao ensino de Física por meio de atividades de modelagem exploratória em ambientes computacionais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). The Learning Object Metadata Standard. (2001). Disponível em: <<http://ieeeltsc.org/>>. Acesso em: 30 abr. 2006.

JACOBSEN, P. Reusable Learning Objects - What does the future hold? E-learning Magazine. Nov. 2001. Disponível em: <<http://www.elearningmag.com/elearning/article/articleDetail.jsp?id=5043>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

MELLAR, H. & BLISS, J. *Introduction: Modelling and Education*. In: Mellar, H., Bliss, J., Boohan, R., Ogborn, J. & Topsett (Eds.) *Learning with Artificial Worlds: Computer-Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press, London & Washington, D.C., Cap 1, p.1-7, 1994.

NASCIMENTO, A. C; MORGADO, E. Um projeto de colaboração Internacional na América Latina. UNESP 2003. Disponível em: <http://rived.proinfo.mec.gov.br/artigos/rived.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2006.

OLIVEIRA R. R. *O Estudo da Modelagem Qualitativa Através do Fenômeno de Difusão de Gás : Um estudo Exploratório com Estudantes Universitários*. Dissertação (Mestrado em Física) – Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2006.

RIVED. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/historico.php>> Acessado em: 07/03/2006.

SALES, Gilvandenys Leite. *QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea*. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: UECE/CEFET-CE, 2005.

SOUZA, Maria de Fátima, AMARAL L. Lopes do, GOMES Thiago de Albuquerque, , CASTRO FILHO, J. Aires DE, PEQUENO M. *Um Aprimoramento do Modelo de Processo de Criação de Objetos de Aprendizagem do Projeto RIVED*. WIE – Workshop de Informática na Escola, 2005, Campo Grande, MS.