

## O DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM JOGO VIRTUAL PARA O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Fernando Custodio Cerqueira Campos<sup>1</sup>, Adhimar Flávio Oliveira<sup>2</sup>, João Ricardo Neves da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá/Departamento de Física e Química/fernandoc2.campos@unifei.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Itajubá/Departamento de Física e Química/adhimarflavio@unifei.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Itajubá/Departamento de Física e Química/jricardo.fisica@unifei.edu.br

**Resumo** Neste trabalho se apresenta a descrição e análise de um jogo virtual desenvolvido para a interação de estudantes com conteúdos de astronomia e astrofísica nas disciplinas de Física. O jogo, intitulado "O Guia do Físico das Galáxias" foi desenvolvido nos moldes de um RPG virtual e, tanto sua construção quanto sua análise são pautadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, de modo que a interação com os conceitos físicos aconteça de uma forma potencialmente significativa. Neste texto é dada maior ênfase ao processo de elaboração e à descrição do jogo virtual como um objeto de aprendizagem de física e à análise de um teste piloto realizado com estudantes de licenciatura em física. Os primeiros testes mostram como o material educacional desenvolvido pode ser analisado na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa, principalmente no que se refere à explicitação de subsunçores e possibilidade de facilitar as ligações conceituais. Uma das vantagens do ensino EaD é justamente explorar os conteúdos digitais que a informática e a internet oferecem, sendo assim, exploramos o jogo virtual como um objeto de aprendizagem a ser utilizado nessa prática.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa, Ensino de Física, Jogos em educação, Astronomia.

**Abstract** – This paper presents the description and analysis of a virtual game developed for the interaction of students with contents of astronomy and astrophysics in physics education. This game, titled "O guia do Físico das Galáxias" is developed based in a methodology of a virtual RPG and its construction and analysis are based on the Theory of Meaningful Learning, for that the interaction with the physical concepts happens in a potentially significant manner. In this paper, the great emphasis is given to the elaboration process and the description of the virtual game as an object of learning of physics and analysis of a pilot test conducted with undergraduate students in physics. Early tests show how the educational material developed can be analyzed from the perspective of the theory of meaningful learning, especially with regard to the clarification and possible subsumers facilitate conceptual links. One of the advantages of distance learning education is precisely to explore the digital content that provide with computer and internet, therefore we explored the virtual game as a learning object to be used in this practice.

*Keywords: Meaningful Learning, physics teaching, games in education, astronomy*

## 1 – Introdução

Neste trabalho, apresentamos a descrição de um objeto virtual de ensino de física construído principalmente para utilização como atividade interativa de ensino de conceitos de astronomia e astrofísica com foco em Educação a Distância (EaD).

Segundo Vaz e Cadilhe (2006), a astronomia tem sido considerada desde a mais remota antiguidade como a ciência que maior curiosidade desperta nos seres humanos. Hoje, diferente de algumas décadas atrás, a quantidade de informações e a facilidade em obtê-las tornou-se extremamente facilitada, devido as inúmeras tecnologias de comunicação disponíveis, e o que muitas vezes se observa é o não acompanhamento dos métodos educacionais com os avanços tecnológicos desta área da física e da própria educação em geral. Por esta razão, os jovens que por curiosidade pesquisam sobre o assunto, acabam por se depararem com inúmeras fontes, que em alguns casos não são confiáveis e/ou muito especulativas e outras vezes, por não apresentarem maturidade intelectual para a análise científica das informações, podem construir conceitos equivocados sobre os estudos em astronomia ou astrofísica.

Para a incursão pelos conteúdos das ciências de uma forma mais atual e concatenada com os instrumentos e equipamentos utilizados pelos alunos no cenário atual, há ainda a necessidade de se considerar aspectos referentes ao uso das tecnologias digitais (TD) no ensino e na aprendizagem. Segundo Schlemmer (2006) apud Frosi e Schlemmer (2010) a geração nascida a partir da década de 80 que teve uma grande influência da tecnologia, pode ser chamada de “nativos digitais”. Para eles a tecnologia é algo que está sempre presente em todos os momentos, é a partir dela que se relacionam socialmente e com o mundo. Essa reflexão se faz substancialmente necessária quando se percebe as potencialidades desse tipo de material digital inovador no cenário em ascensão da Educação a Distância (EaD).

Segundo Carvalho (2006), os alunos utilizam intensamente a web de forma lúdica através dos chats, blogs e games, adquirindo uma série de habilidades e competência que podem ser potencializadas para a realização da aprendizagem em ambientes virtuais. Tendo que de certa forma ser maduro para ser gestor da própria aprendizagem, o aluno em contato com o ambiente de ensino a distância pode não enxergá-lo como lúdico, uma experiência que poderia ser poderosa no desenvolvimento da aprendizagem, acaba se tornando maçante. A autora cita:

Esta angústia provocada pelos mecanismos internos de adaptação poderia ser minimizada com a realização de transição do aluno para um processo de aprendizagem novo, disponibilizando elementos essenciais para a (re)estruturação dos processos individuais de sistematização do conhecimento e gerenciamento da aprendizagem. (Carvalho, 2006, p.3)

Jogar videogames desenvolve a capacidade de deduzir regras pela observação e manipular sistemas complexos, características essas fundamentais para o trabalho em ciências (MATTAR, 2010). Quando o nativo digital emerge em um novo game, ele embarca em um novo mundo, mundo esse onde ele não recebe nenhuma informação prévia de seu funcionamento, então ele deve explorar, deve errar, deve seguir hipóteses, progredir. Abrindo um parêntese, é fácil perceber que essas características não diferem muito do método científico.

Devemos entender que o fato de levarmos o lúdico (ou jogos, especificamente) para ambientes que não possuem ligação direta com o entretenimento pode ser extremamente positivo. É brincando que aprendemos as primeiras regras na nossa vida, e quando estamos nos divertindo, sempre adquirimos experiência e significado (MASTROCOLA, 2011, p. 89).

O jogo estimula a curiosidade, traz novidade e provoca surpresa. Em um jogo onde os desafios são mais difíceis do que a habilidade do jogador, ele acaba desistindo do jogo por não conseguir progredir. Quando o jogo possui desafios mais fáceis do que a habilidade de quem joga, o jogo se torna entediante. Por esse motivo, é necessário manter um fluxo contínuo, o desafio tem que estar no nível do jogador, quanto mais ele avança no jogo, mais difícil ele se torna, mas em contrapartida as suas habilidades evoluíram com os níveis anteriores (HAGUENAUER, 2008).

Tendo essa visão da realidade, destaca-se ainda a necessidade de formação de licenciandos na área da física que tenham conhecimento em astronomia e astrofísica, e que possam se dedicar à ideia de mostrar que a física pode ser muito mais interessante quando tratada de maneira conceitual (aspecto no qual a astronomia se destaca) do que em apenas modelos matemáticos. Outro item é a necessidade que os professores utilizem métodos e abordagens que sejam mais interessantes ao público jovem atual, por exemplo, utilizando equipamentos mais modernos e interativos e abordagens menos formais de ensino.

Desse ponto de vista, identificamos duas necessidades latentes que são contempladas pelo Objeto de Aprendizagem (OA) desenvolvido nesta pesquisa. A primeira se refere à necessidade de situações de ensino de astronomia na formação em física e a possibilidade de desenvolvimento de OAs mais inovadores e concatenados com as validades da cultura dos jovens no que se refere ao seu uso em ambientes EaD. Uma solução para tornar mais interessante o ensino de ciências é utilizar de adventos das tecnologias digitais (TDs).

Dentro das TDs, esse trabalho visa explorar os jogos virtuais como elemento significativo no âmbito educativo. Para isto, foi desenvolvido um jogo em flash, plataforma já bem difundida, com a intenção de ser educativo, mas sem ser tedioso como muitos jogos desenvolvidos com essa finalidade. Segundo Mattar (2009) é importante que a aprendizagem por jogos ocorra de maneira tangencial, ou seja, o jogador não tem que ser ensinado, ele tem que aprender por estar exposto a um contexto de envolvimento, fazendo com que ele se auto-eduque.

Nesse sentido, a proposta que apresentamos aqui se refere ao uso do formato de jogos para computador com o objetivo de exploração dos aspectos conceituais da astronomia e da astrofísica baseando-se nas premissas da teoria da aprendizagem significativa (TAS) para a organização e estruturação do material

Através dos jogos é possível explorar o potencial do uso de imagens, animações e interatividade, tudo isso em um aspecto lúdico que facilita a aprendizagem (HAGUENAUER *et al*, 2007). Sendo assim, sua aplicação no sistema de ensino EaD é muito válida, já que uma das vantagens desse método é justamente explorar os conteúdos digitais que a informática e a internet oferecem.

## **2 – Estrutura e desenvolvimento do jogo virtual**

O jogo foi desenvolvido na plataforma Flash com o software Adobe Flash Professional CS5 e utilizando a linguagem ActionScript 3.0. Destaca-se que o jogo foi desenvolvido pelos próprios pesquisadores, permitindo um planejamento de níveis e ações do jogador fundamentado tanto no conhecimento de física necessário como nas recomendações a TAS.

A primeira fase é a que o jogador entrará no jogo, e a dinâmica é sempre manter para cada fase uma animação e em seguida o jogador terá que cumprir um desafio. Como uma boa parte do jogo é uma história contada, para não se tornar entediante, buscou-se acrescentar tópicos de “*pop culture*”, de forma bem humorada entre os diálogos dos personagens.

O jogador sempre será guiado pelo mago denominado Cosmo (Figura 1), que tem a habilidade de viajar no espaço e no tempo; sendo assim, em cada fase do jogo o jogador poderá escolher as possibilidades para onde e quando ir. Após vivenciar um certo momento na história do universo (o qual o jogador decidiu), o mago irá perguntar o que aquilo representa. Antes de prosseguir para a questão, o jogador entrará em uma interface onde poderá assistir alguns vídeos curtos que o auxiliam a relacionar conteúdos e identificar a (as) resposta (as) certa (as). Caso o jogador não acerte a resposta de uma atividade proposta, ocorre o “game over”.



**Figura 1 – O mago cosmo**

A intenção é de criar várias fases, com dificuldades diferentes e que atribuam ao jogador um nível, sendo assim, para responder questões mais complicadas é necessário que o jogador já tenha ganhado pontos de experiências em questões com dificuldades mais baixas.

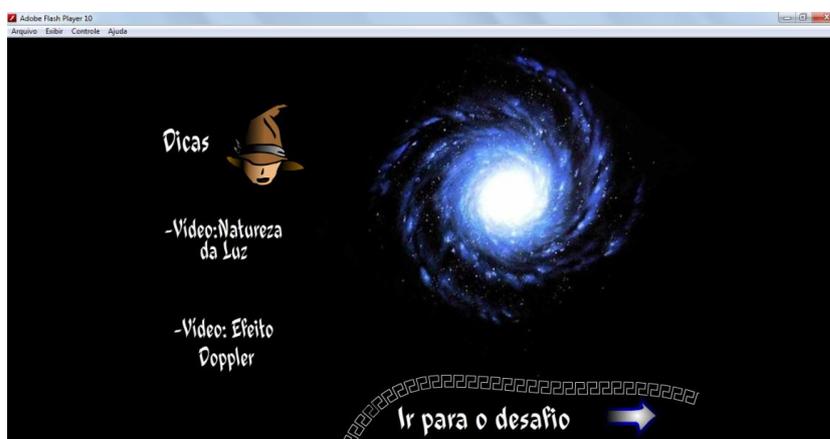
A primeira fase é à entrada do jogador no jogo. No enredo da animação, se passa com o jogador (que será sempre apresentado em terceira pessoa) lendo um livro de astronomia e indo dormir, quando no seu sonho surge um portal que o leva para outra dimensão. Nessa dimensão ele encontra o mago, que diz que ele é o escolhido para viajar pelo espaço tempo junto com ele, descobrindo os mistérios do cosmos.

A primeira viagem no tempo se dá para o ano de 1929, pois nesse contexto histórico foi desenvolvida a uma comprovação convincente da hipótese de um universo não estático pelo o astrônomo Edwin Hubble, que identificou certo desvio para o vermelho ao observar espectros emitidos por nebulosas (ASSIS *et al*, 2008; RYDEN, 2006; WEINBERG, 1993). E é exatamente Edwin Hubble (Figura 2) que será apresentado para o jogador. Em uma interação com o cientista, o mago então questiona sobre as descobertas de Hubble e então ele apresenta os desvios para o vermelho das nebulosas observadas. A partir dessa informação o jogador irá iniciar o desafio.



**Figura 2 – Representação de Edwin Hubble no jogo**

Após a animação, o jogo entra em uma interface (Figuras 3 e 4) a partir da qual é possível para o jogador escolher entre assistir dois vídeos e/ou ir para o desafio. Um vídeo trata da natureza da luz, auxiliando o jogador com informações a respeito da dualidade nas propriedades da luz. O outro vídeo trás exemplos e explicações a respeito do Efeito Doppler (RYBICKI e LIGHTMAN, 2004) fundamental para entender o desvio observado por Hubble (MAGALHÃES, 2003).

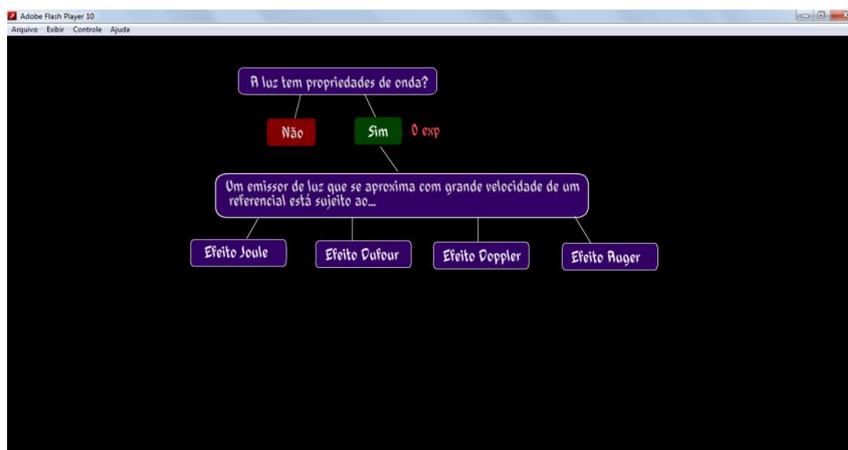


**Figura 3 – Interface de dicas antes do desafio**



**Figura 4 - Reprodução de um dos vídeos**

Na sequência, também é possível para o jogador clicar em “Ir para o desafio”, no qual acessa uma nova interface onde responderá algumas atividades em forma de questões (Figuras 5, 6 e 7). Caso ele acerte as questões receberá pontos de experiência, que são fundamentais para a permanência no jogo, pois por meio deles o jogador poderá ir avançando para os próximos níveis e adquirindo itens. Os itens serão informações importantes para a formação de conceitos de astronomia e o sucesso no jogo; esses podem ser um hiperlink para um site, uma animação produzida no próprio jogo, vídeos, gravações de áudio, entre outros recursos digitalizados de aprendizagem.



**Figura 5 - O jogador ganha nada de exp após um erro**

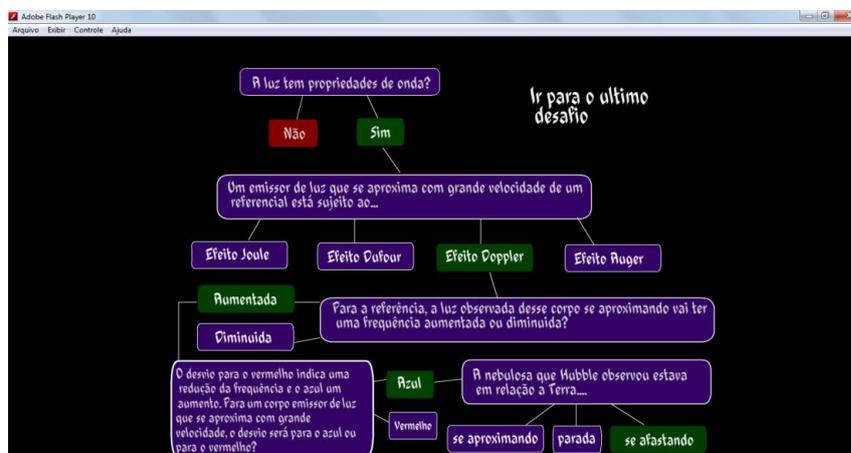


Figura 6 - Primeira etapa concluída

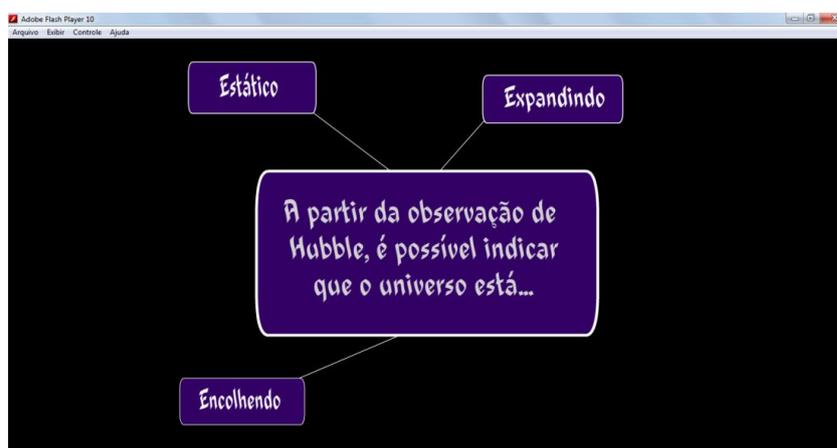


Figura 7 - Pergunta do ultimo desafio

Na primeira fase, caso o jogador alcance 500 pontos de experiência, receberá o item rockstar, que poderá acessar pelo link "<http://www.hqastrorock.iag.usp.br/rockstar.html>". Nesse endereço há disponíveis uma série de animações criadas pelo Instituto de química da Universidade de São Paulo (USP) e pela Universidade Federal do (UFABC), de cunho de divulgação científica e que apresentam os descobrimentos de um *rockstar* em questões que envolvem química e astronomia. Caso o jogador conquiste a pontuação máxima da fase (800 exp), além de receber o item rockstar também receberá o item ON, que poderá conseguir no site "[http://www.on.br/ead\\_2013/](http://www.on.br/ead_2013/)". Essa é a página dos cursos EaD fornecidos pelo Observatório Nacional, na qual são encontradas diversas apostilas relacionadas a astrofísica. Os itens ficarão guardados em um inventário que poderá ser acessado a cada troca de fase.

O jogo deve ter um balanceamento, caso seja muito fácil acaba sendo entediante, sendo assim existe o conceito de "*game over*", ele ocorre caso o jogador não consiga pontos de experiência suficientes para liberar a fase seguinte e também

se o jogador responder erroneamente à última questão, que é o desfecho geral da conexão entre todos os conceitos apresentados.

O planejamento do jogo inclui nove fases (figura 9). As fases serão separadas por quantidade de pontos necessários para serem jogadas, com exceção das duas primeiras, pois elas poderão ser jogadas indiferente da pontuação.

Com esta estrutura, apresenta-se aqui um AO baseado em jogos virtuais com o objetivo de promover o contato do aluno da licenciatura em física com conceitos de astronomia e astrofísica e que pode também ser utilizado como ferramenta de ensino em cursos EaD.

### 3 – Resultados dos testes piloto

Os testes piloto foram realizados com alunos ingressantes da licenciatura em física e analisa-se o processo de interação destes com as interfaces da primeira fase do jogo. Os alunos puderam acessar e serem apresentados ao enredo e atividades referentes à primeira fase. Apresenta-se neste texto uma breve análise das respostas dadas pelos alunos aos desafios teóricos propostos nesta etapa do jogo. As respostas e construções dos alunos são analisadas na perspectiva da TAS, com ênfase na organização dos conceitos primordiais e iniciais explorados pelos alunos no jogo.

O primeiro desafio se configura como uma série de questões conceituais que os jogadores podem responder escolhendo a resposta em uma série de caixas. As respostas certas fornecem um número de pontos de experiência, enquanto as respostas erradas fornecem um número menor de pontos, além da oportunidade de refazer a atividade. Foram analisadas duas atividades de desafio realizadas pelos alunos; a primeira é mostrada nas figuras 5, 6 e 7 e a segunda atividade pode ser vista na Figura 8.

Coloque em ordem os conceitos a seguir de acordo com a forma que você imagina a dependência de um para o outro.

Efeito Doppler	Universo em expansão	1ª	Big Bang
Observações telescópicas	Desvio para o vermelho	2ª	desvio para o vermelho
Big Bang	Frequência da luz	3ª	desvio para o vermelho
Propriedade onda-partícula da luz		4ª	efeito doppler
		5ª	frequência da luz
		6ª	ondas em expansão
		7ª	dependência onda partícula

Figura 8 - Exemplo da atividade avaliativa 2 realizada pelos alunos.

Uma análise sistematizada das realizações dos alunos das atividades desafio na primeira fase é realizada seguindo os seguintes preceitos da TAS no que se refere à organização conceitual.

- Respostas certas e erradas
- Retorno às questões erradas e reflexão sobre as mesmas
- Possibilidade de reorganização das respostas
- Organização dos conceitos do mais abrangente para o mais específico

Sobre a organização conceitual realizada pelos alunos, o Quadro 1 mostra as que apresentam a maior incidência de organização segundo o esperado pela TAS.

Aluno	Conceitos						
	Propriedade onda-partícula da luz	Frequência da luz	Efeito Doppler	Observações telescópicas	Desvio para o vermelho	Universo em expansão	Big Bang
1	4ª	5ª	7ª	3ª	6ª	2ª	1ª
2	4ª	5ª	7ª	3ª	6ª	2ª	1ª
3	5ª	3ª	6ª	4ª	7ª	2ª	1ª
4	3ª	6ª	5ª	7ª	4ª	2ª	1ª
5	7ª	5ª	4ª	2ª	3ª	6ª	1ª
6	7ª	4ª	5ª	3ª	6ª	2ª	1ª
7	6ª	5ª	3ª	1ª	2ª	4ª	7ª
8	3ª	2ª	4ª	1ª	5ª	6ª	7ª
9	2ª	1ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
10	3ª	2ª	5ª	4ª	7ª	6ª	1ª
11	2ª	7ª	6ª	3ª	5ª	4ª	1ª
12	4ª	5ª	6ª	2ª	7ª	3ª	1ª
13	4ª	5ª	6ª	3ª	7ª	2ª	1ª
14	4ª	5ª	3ª	6ª	7ª	2ª	1ª
15	6ª	5ª	4ª	1ª	7ª	2ª	3ª
16	5ª	7ª	4ª	3ª	6ª	2ª	1ª
17	4ª	5ª	6ª	3ª	7ª	2ª	1ª
18	3ª	2ª	1ª	4ª	5ª	6ª	7ª
19	6ª	4ª	3ª	2ª	5ª	7ª	1ª
20	3ª	5ª	4ª	6ª	7ª	2ª	1ª
21	3ª	4ª	2ª	6ª	5ª	7ª	1ª
22	3ª	2ª	1ª	4ª	5ª	6ª	7ª
23	6ª	4ª	5ª	3ª	7ª	2ª	1ª
24	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	1ª
25	2ª	3ª	5ª	6ª	4ª	7ª	1ª
26	4ª	5ª	3ª	7ª	6ª	2ª	1ª

**Quadro 1 - Organizações de conceitos realizadas pelos alunos participantes das atividades com o jogo.**

O que podemos observar nesta atividade realizada pelos alunos no contexto do jogo é que não há um padrão definido para as organizações, ou seja, a maioria dos alunos não apresenta uma mesma ordenação dos conceitos.

Do ponto de vista da TAS, a organização dos conceitos que evidencie uma interação significativa com o mesmo se dá quando é feito do mais geral para o mais específico. O fato de a maioria dos alunos/jogadores terem classificado o conceito de Big Bang como uma das extremidades da organização conceitual nos dá a primeira margem para a discussão, nas fases seguintes, dos conceitos intermediários e suas relações entre si. Dessa maneira, a primeira fase, como uma das mais importantes, tem um caráter introdutório e ao mesmo tempo estimuladora da reflexão sobre a

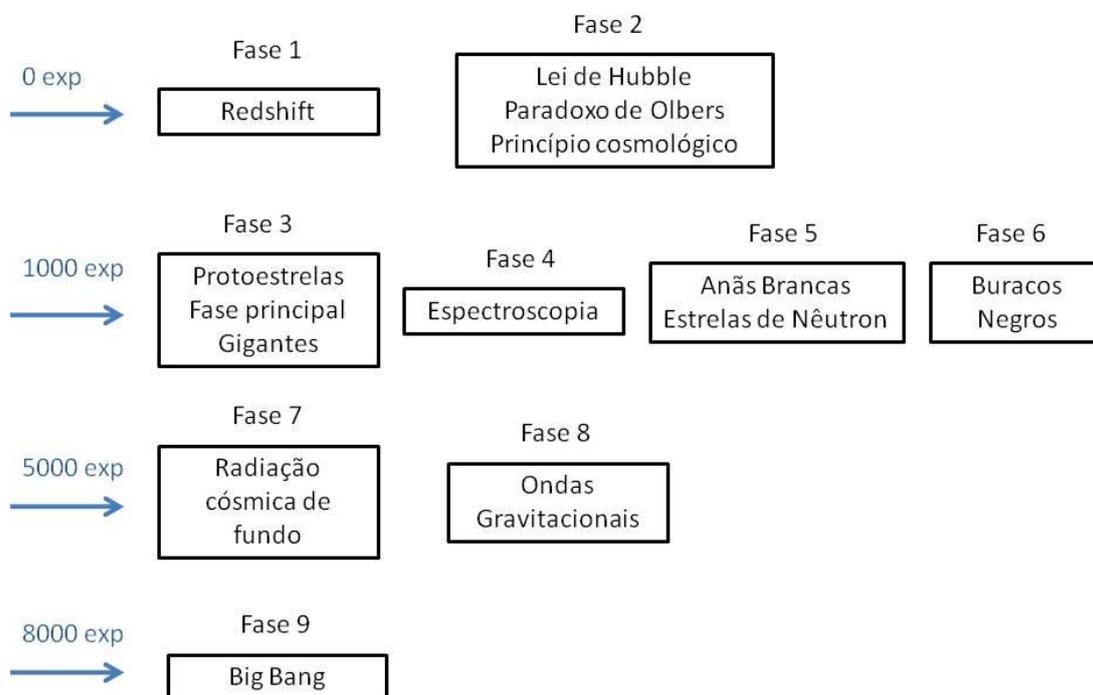
abrangência dos conceitos envolvidos e a sequência no jogo, no qual serão solicitadas especificações de cada conceito intermediário, passa a ser bastante aceitável do ponto de vista da TAS.

Então, as breves análises das atividades de desafio solicitadas ao fim da primeira fase nos mostram um potencial de continuidade da interação comunicativa dos estudantes ao longo das outras fases do jogo.

#### 4 – Considerações Finais

Apresentamos aqui a sistematização do desenvolvimento de um AO em forma de jogo virtual com o objetivo de inserir conceitos de astronomia e astrofísica na formação de professores de física na licenciatura, especialmente no que se refere à sua modalidade EaD.

O objetivo principal do trabalho é o de apresentar a estrutura do jogo, que é desenvolvido em uma plataforma conceitual próxima a dos jogos RPG e pretende-se em 9 fases (Figura 9). A seguir pode-se observar a organização das fases ao longo do jogo, ressaltando a quantidade de pontos de experiência (exp) necessários para a progressão no mesmo.



**Figura 9 – Planejamento para as fases futuras**

A estruturação do jogo apresenta algo que já é de costume para os *gamers*, atribuição de pontos de experiência e níveis, realizar escolhas que mudam o fluxo do

jogo é algo bastante comum nos jogos de RPG (Role-playing game) e por isso é algo de praxe para os “nativos digitais” que já estão familiarizados com essa modalidade (MATTAR, 2010).

A construção das fases do jogo e sua relação com a possibilidade de uma condução da própria aprendizagem desses conceitos favorece sua inserção em ambientes de EaD como ferramenta de ensino.

Os resultados da primeira fase nos mostram que há muitas possibilidades no que se refere à formação de conceitos organizados e aumento a abrangência dos subsunçores no desenvolvimento do jogo, que é organizado na perspectiva da TAS no intento de que haja uma auto condução da aprendizagem pelo aluno/jogador.

Nesse sentido, apresentamos e discutimos aqui o desenvolvimento teórico e estrutural de um jogo virtual com conceitos de astronomia e astrofísica intentando a recomendação de sua utilização em ambientes EaD de ensino e aprendizagem de física.

Quando todas as fases estiverem finalizadas, o jogo será utilizado na disciplina “Atividades Técnico-científico-culturais” do curso de Licenciatura em Física EaD da Universidade Federal de Itajubá. O objetivo dessa disciplina é justamente proporcionar aos alunos a complementação necessária de conteúdos extracurriculares, identificando o licenciando em Física por múltiplas competências e habilidades adquiridas durante sua formação acadêmica convencional, dentro disso podemos atribuir o uso da tecnologia e o ensino de astronomia e astrofísica.

## **Agradecimentos**

A Capes e o Prodocência pelo auxílio financeiro, ao Programa PET licenciaturas em ciências exatas e aos alunos do primeiro período de 2014 do curso de Licenciatura em Física da UNIFEI.

## **Referências**

- ADOBE CREATIVE TEAM. Adobe Flash Professional CS5: Classroom in a Book: Guia de Treinamento Oficial; tradução: Félix José Nonnenmacher. Porto Alegre : Bookman, 2011.
- ASSIS, A. K. T.; NEVES, M. C. D.; SOARES, D. S. L. A cosmologia de Hubble: De um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo. In: M. C. D. Neves e J. A. P. d. Silva. (Org.). Evoluções e Revoluções: O Mundo em Transição. Maringá: Editora Massoni e LCV Edições, p. 199-221, 2008.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

- \_\_\_\_\_.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BORGES, J. N. P. A cosmologia, e a radiação cósmica de fundo, como elemento motivador no ensino secundário. Dissertação (mestrado em ensino da astronomia) - Universidade do Porto, 2008.
- BRASIL. Conselho Federal de Educação. Parecer n. 215, de 11 de março de 1987. Documenta, 315, Brasília, 1987.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 9.394 de 17 de dezembro de 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- CARVALHO, Ana Beatriz G. Etnografia Digital na Educação a Distância e Usos de Jogos Eletrônicos no Processo de Ensino e Aprendizagem. In: III Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação – Construindo Novas Trilhas, Campina Grande, 2006.
- CUNHA, K. M. C. B.; ANDRADE, V. A.; MEIRELLES, M. R. S.; LEMOS, E. S. A aprendizagem significativa no ensino e na investigação sobre o ensino de ciências e biologia: reflexões a partir dos trabalhos apresentados no IV EREBIO – regional 2 (RJ/ES). 2008. In: Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 2., 2008, Canela. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. Disponível em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/eiasenas2010/atas-2.ENAS.pdf>>. Acesso em 02 fev. 2010.
- DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, p. 525, 2012.
- GARCIA, M. A. J. Estudo das propriedades estatísticas e distribuição angular das flutuações de temperatura da rcf. Dissertação (Mestrado em Física e Matemática Aplicada) – Universidade Federal de Itajubá, 2012.
- HAGUENAUER, C.; CARVALHO, F. S; VICTORINO, A. L. Q; LOPES, M. C. B. A.; CORDEIRO FILHO, F. Uso de Jogos na Educação Online: a Experiência do LATEC/UFRJ. Revista Educaonline, v. 2, p. 1-11, 2008.
- HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C. Controvérsias na cosmologia. Texto (parte auxiliar da pesquisa de mestrado “Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia”) – Universidade Federal de São Paulo, 2011.
- KNUDSON, D. An Integrated Approach to the Introductory Biomechanics Course. The Physical Educator, v. 60, n. 3, p. 122-133, 2003.
- LEMOS, E. S. El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología. Burgos, 2008. 345f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de Burgos, Burgos, 2008.
- MAGALHÃES, M. H. M. S. Uma introdução à cosmologia: Proposta para a formação de professores do ensino básico e secundário. Dissertação (Mestrado em Ensino

- da Astronomia) – Universidade do Porto, 2003.
- MASTROCOLA, V. M. Ludificador: um guia de referências para o game designer brasileiro. 1. ed. São Paulo: Edição do autor, 2011.
- MATTAR, J. Games em Educação: como os nativos digitais aprendem.. 1. ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- \_\_\_\_\_. Introdução à Filosofia. 1. ed. São Paulo: Pearson Education, 2010
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 1., 2005, Campo Grande: UCDB - UNIDERP, 2005. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: MOREIRA, M. A e MASINI, E. F. S. (Orgs.). Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008, p.15-44.
- NAKASHIMA, Rosária Helena Ruiz; AMARAL, Sérgio Ferreira. A linguagem audiovisual da lousa digital interativa no contexto educacional. ETD. Educação Temática Digital, v. 8, p. 33-50, 2006.
- NEGRA, C. A. S. Teoria dos Jogos aplicados a Educação a Distância. 4º Encontro de Professores da Educação Superior da Rede Privada, Belo Horizonte, 2007.
- RYBICKI, G. B.; LIGHTMAN, A. P. Radiative Processes in Astrophysics. Wiley-VCH, 2004.
- RYDEN, B. Introduction to Cosmology. Addison-Wesley, 2006.
- WEINBERG, S. The First Three Minutes – A modern view of the origin of the universe. 2 ed. Basic Books, 1993.