

ONDE ESTÁ OSAMA? — UM JOGO EDUCATIVO NA ÁREA DE FÍSICA

Ricardo Ramos Fragelli

Fábio Macedo Mendes

RESUMO

Este trabalho apresenta uma dinâmica em sala de aula que pode ser aplicada a alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior para a aprendizagem do conceito de soma vetorial. A atividade consiste em um jogo desenvolvido para provocar um maior grau de engajamento dos alunos com o conteúdo ministrado, visto que as aulas expositivas frequentemente falham em despertar o interesse e curiosidade de alunos com baixo rendimento em matemática. A metodologia foi aplicada em sala de aula e em uma atividade de extensão da Universidade de Brasília, nas quais foi possível observar um nível de engajamento dos estudantes bem superior ao da aula tradicional. Criou-se assim uma experiência mais rica de aprendizagem.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; jogos educativos; aprendizagem baseada em problemas

ABSTRACT

This paper presents a classroom activity that can be applied to high school and undergraduate students for teaching the concept of vector sum. It consists in a learning game which aims to provoke student engagement and curiosity, based on the observation that traditional lectures often fail to arouse the interest and curiosity of students with lower mathematical proficiency. The methodology was applied in an undergraduate classroom and as an extension activity for high school students. It resulted in a higher level of student engagement than the traditional classroom, promoting a richer learning experience.

Keywords: meaningful learning; learning games; problem-based learning

Grande número de estudantes de Ensino Médio não consegue se envolver nas atividades de ensino de Física, tanto na construção dos conceitos quanto no interesse pela asserção desses valores. Esse comportamento tem por consequência o desinteresse pelas áreas de Engenharia e isso causa um *déficit* na formação de engenheiros no Brasil conforme apresentado em 2009 pelo Índice Fiesp (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) de Competitividade das Nações e na Agenda de Competitividade para o Brasil. Esse índice considera a formação de engenheiros como um fator importante para o cálculo do índice de competitividade de um país. De acordo com ele, enquanto a China formou 600 mil engenheiros em 2005 (o que corresponde a 4,6 a cada 10 mil habitantes), o Brasil formou apenas 30 mil (1,6 a cada 10 mil habitantes).

O impacto que um ensino pouco estimulante na área de Física pode causar para os possíveis candidatos aos cursos de Engenharia também pode ser sentido em outras carreiras de exatas. Uma das formas já conhecidas para tornar a aprendizagem mais agradável e significativa é o uso de jogos de aprendizagem, pelo principal motivo de tornar o aprendiz sujeito ativo do processo educativo. Ao incorporar elementos como cooperação, curiosidade e criatividade aos jogos, o ambiente da sala de aula fica mais propício para a aprendizagem.

É nesse contexto que o jogo Onde está Osama? foi desenvolvido, envolvendo atividades práticas com o objetivo pedagógico de promover a aprendizagem na área de Física por meio de uma linguagem lúdica e interativa, focando principalmente o conceito de soma de vetores.

JOGOS EDUCATIVOS, APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E PBL

Para entender algumas das razões para a baixa performance do ensino de Física no Brasil, é importante também localizar algumas das possíveis falhas no processo tradicional de aprendizagem. Por que os estudantes não procuram com muita frequência as carreiras de ciências exatas? Por que a Física e a Matemática são estigmatizadas pelos estudantes? Por que eles sentem tanta dificuldade em dominar os conceitos ministrados?

A teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1968), utilizada como embasamento teórico deste trabalho, postula que um novo conceito é retido de forma mais eficiente e permanente quando a aprendizagem acontece de maneira significativa. A aprendizagem é dita significativa se o novo conceito é ancorado tanto a elementos lógicos quanto a psicológicos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, não basta reconhecer como o novo conceito depende e se conecta com outros conceitos pré-existentes, mas também é necessário estabelecer uma relação emocional e psicológica do estudante com o novo conceito a ser retido.

O ensino tradicional foca quase que exclusivamente em explorar os aspectos lógicos do conhecimento: o professor expõe como um determinado conhecimento se liga a outros conceitos preexistentes ou a situações estereotipadas do cotidiano. O aspecto psicológico raramente é trabalhado explicitamente em sala de aula e normalmente é entendido como um subproduto natural do processo de aprendizagem, ou sequer tem sua importância reconhecida. No entanto, apenas uma parcela de estudantes, por motivos familiares e pessoais, se sente naturalmente engajada em sala de aula e consegue exercer uma aprendizagem significativa. A maioria vivencia esta mesma experiência como algo arbitrário e enfadonho e não consegue estabelecer uma relação emocional e idiossincrática com o conteúdo exposto.

A falta de engajamento prejudica o rendimento do estudante em sala de aula, pois não promove uma aprendizagem significativa. Muitas vezes o conteúdo discutido em sala de aula é apenas memorizado e rapidamente esquecido. Para promover um maior engajamento e assim facilitar a aprendizagem significativa, Fragelli e Mendes (2011) propõem a utilização de jogos de aprendizagem. Existem poucas dúvidas que jogos de aprendizagem sejam capazes de promover o aprendizado efetivo, particularmente na área das matemáticas (BRIGHT et al., 1985). A questão central nesse debate está em determinar quais são as características dos jogos e quais são as situações de aprendizagem que tornam o seu uso mais eficiente que as aulas expositivas tradicionais.

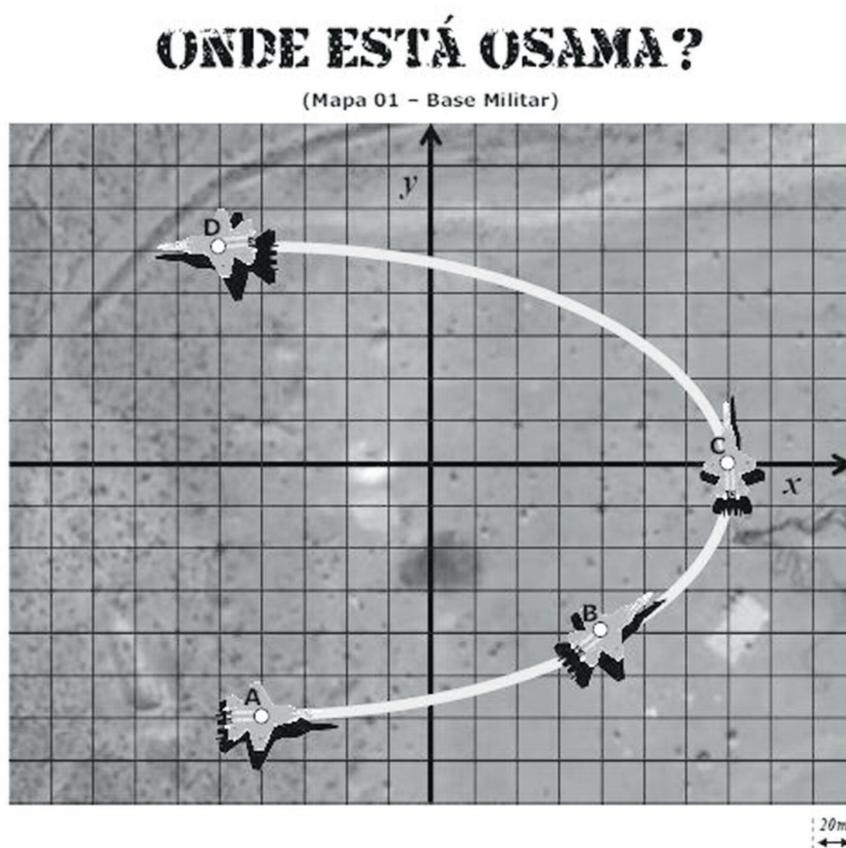
Logicamente, nem todos os jogos de aprendizagem são igualmente eficientes. Walker e Shelton (2008) observam que os jogos de aprendizagem frequentemente falham em aspectos fundamentais: alguns jogos estimulam uma experiência de aprendizagem previsível e estruturada, mas oferecem pouco em termos de diversão e jogabilidade, se assemelhando a uma aula expositiva tradicional; enquanto outros são capazes de prender a atenção dos estudantes, mas não oferecem muitas oportunidades para explicitar e estruturar os conhecimentos adquiridos. Apesar dos jogos mais próximos do segundo tipo não oferecerem uma experiência de aprendizagem completa, eles podem ser muito efetivos para promover o aprendizado quando associados a outras atividades em sala de aula.

Os jogos de aprendizagem podem funcionar como o que, na teoria de Ausubel, é conhecido como um organizador prévio. Os

organizadores prévios são materiais introdutórios com alto nível de abstração e generalidade apresentados antes do material a ser aprendido. A principal função dos organizadores prévios é manipular a estrutura cognitiva do estudante de modo a facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa. Ou seja, o organizador prévio é um instrumento que visa aproximar o que o indivíduo conhece e o que deve ser aprendido. O objetivo do jogo, portanto, é potencializar a chance para que um material a ser apresentado formalmente ao estudante desperte seu interesse e ofereça oportunidades de criar uma história própria no processo de aprendizagem de cada estudante.

A teoria significativa de Ausubel pode ser utilizada como suporte a um método que tem sido bastante utilizado no ensino que é o da aprendizagem baseada em problemas (PBL, do inglês *Problem-Based Learning*), uma metodologia de ensino e aprendizagem que utiliza problemas para tornar a aprendizagem dinâmica e fundamentada na construção do conhecimento em contraste com a recepção passiva de informações (FRAGELLI; VAINSTEIN, 2011). Por meio do PBL, a memorização de conceitos dá lugar à aprendizagem ativa e à construção de conceitos aliados à prática, ao desenvolvimento de habilidades (trabalho em grupo, comunicações oral e escrita e resolução de problemas) e atitudes (ética, responsabilidade profissional e social, adaptabilidade e disposição para a aprendizagem contínua e autônoma), além de garantir uma base conceitual sólida aos alunos, sem sobrecarregar ou estender seus currículos (PRINCE, 2004; RIBEIRO, 2008).

A ATIVIDADE ONDE ESTÁ OSAMA?



Acervo do projeto

MISSÃO

Calcular o vetor velocidade média e o módulo da velocidade nos segmentos BC e CD.

DADOS

Os quadrados do mapa possuem lado igual a 20m. Os tempos anotados entre AB, BC e CD são, respectivamente, iguais a 0,6, 0,4 e 0,5 segundos.

INFORMAÇÕES SECRETAS

Para solucionar o desafio de determinação da velocidade média, algumas sugestões:

- 1) Expresse o vetor deslocamento \vec{BC} em termos de suas componentes cartesianas. Para isso, basta verificar o quanto o avião se deslocou entre B e C (em x e em y);
- 2) Para encontrar o vetor velocidade média em BC, basta dividir o vetor deslocamento \vec{BC} pelo tempo gasto pelo avião;
- 3) Utilize o mesmo procedimento para calcular a velocidade média em CD.

Figura 1. Primeiro mapa utilizado na dinâmica

A atividade Onde está Osama? consiste em encontrar indivíduos procurados pelo FBI e que estão escondidos em locais secretos em Washington D.C. nos EUA. Os participantes formam grupos e devem determinar esses locais por meio de desafios que envolvem cálculos com vetores.

Deve-se deixar claro que a utilização dessa temática não representa um partidarismo sobre uma ou outra nação, e sim, almeja-se o questionamento político após a atividade. Ou seja, promover e estimular o diálogo sobre as causas do terrorismo e das demais manifestações de grupos diversos e como essas influenciam no restante do mundo.

A dinâmica tem início com a distribuição de um quebra-cabeça com um mapa de Washington D.C. construído com base em imagens georeferenciadas. Juntamente com o quebra-cabeça, os participantes recebem outro mapa de uma base militar. Esse segundo mapa (Figura 1) representa um desafio para os estudantes que devem fazer o cálculo da velocidade de um avião que sobrevoa a área.

Nesse primeiro momento, ocorre uma das características importantes do PBL na qual os participantes de um grupo devem cooperar entre si para determinar quais integrantes vão ficar responsáveis pela montagem do quebra-cabeça e quais vão atuar na resolução do problema. A resolução do quebra-cabeça tem duração estimada de 15 a 30 minutos e essa interação com o mapa proporciona uma motivação em descobrir as coordenadas dos locais secretos. Tal interesse pessoal dos estudantes é um dos quesitos para a ocorrência da aprendizagem significativa, já que é necessário dar significado psicológico aos conceitos que serão trabalhados e isso é uma prerrogativa do estudante.

Depois de montado o quebra-cabeça, os estudantes recebem a primeira carta com a localização de um procurado. No Quadro 1 estão exibidas as quatro cartas para localização que os participantes recebem ao longo da dinâmica.

Quadro 1. Informações para a determinação dos locais secretos

CARTA 1	<p style="text-align: center;">INFORMAÇÕES DO ALTO COMANDO</p> <p>Saudações, Aspirante, O helicóptero do Mapa 2 marca a origem do sistema de coordenadas. Oriente o mapa de modo que o escrito (MAPA 2) seja mostrado de forma correta. Ao fazer isto, o eixo da hélice do helicóptero será a origem do mapa e x é positivo para a direita e y é positivo para cima. O helicóptero deve voar com módulo quatro vezes menor que a velocidade em y do caça em BC. Entre no helicóptero e voe por 40 segundos em y positivo. No término da viagem, você irá encontrar o local exato do primeiro procurado.</p>
CARTA 2	<p style="text-align: center;">INFORMAÇÕES DO ALTO COMANDO</p> <p>Devido ao seu eficiente trabalho você foi promovido de Aspirante a Primeiro Tenente! Retorne com o helicóptero à base de comando para reabastecer e receber novas informações. A base de comando fica no ponto de partida de sua primeira missão (origem do sistema). O centro de inteligência militar, com base em informações decodificadas pelos especialistas em contraespionagem, indica que se você viajar por 42 segundos a uma velocidade em x, repetindo o mesmo valor para a componente da velocidade em y (ambas negativas), tal que seja 5 vezes menor que o módulo da velocidade média do caça em BC você estará a menos de 100 metros do segundo procurado.</p>
CARTA 3	<p style="text-align: center;">INFORMAÇÕES DO ALTO COMANDO</p> <p>Parabéns pela captura do segundo procurado! Devido ao seu bom trabalho, você foi promovido de Primeiro Tenente a Capitão. Para capturar o terceiro procurado, você deverá voar com seu helicóptero a partir da base de comando com uma velocidade duas vezes menor que VBCx na direção x durante 40s e depois 1000m em y positivo.</p>
CARTA 4	<p style="text-align: center;">INFORMAÇÕES DO ALTO COMANDO</p> <p>O último comparsa capturado forneceu uma pista sobre o paradeiro de Osama. É preciso agir rapidamente! Para capturar Osama, voe a partir do Capitólio na direção x com a velocidade seis vezes menor que VCDx durante 40s. Depois siga 2000m na mesma direção e sentido oposto a VBC. Atenção! Não demore a encontrá-lo, pois, o fugitivo é bastante esperto e não fica muito tempo em um mesmo local. Ao conseguir terminar a série de capturas, você será promovido a tenente-coronel.</p>

Com base nas informações contidas na primeira carta, o grupo obtém a coordenadas do local secreto (*White House* – Casa Branca) e recebem outra carta (carta 2 do Quadro 1) simulando a comunicação com uma central de inteligência militar. Nessa

ENCONTRADO

(PRIMEIRO LOCAL SECRETO)

www.mecanicavetorial.com/confidencial

WHITE HOUSE (Casa Branca)

(Satélite)



COORDENADAS: 38.897692,-77.036514

A Casa Branca é a sede oficial do Poder Executivo dos Estados Unidos da América, sendo também a residência oficial do presidente da República. A Casa Branca foi, desde o início, notavelmente aberta ao público até o início do século XX. O presidente Thomas Jefferson manteve uma casa aberta para a sua segunda inauguração em 1825 e muitas das pessoas presentes na sua cerimônia de juramento no Capitólio seguiram-no à casa, onde foram recebidas na Sala Azul. Jefferson também permitiu visitas públicas a sua residência, as quais tiveram continuação, exceto durante os tempos de guerra, e iniciaram a tradição das recepções atuais no Dia de Ano Novo e no 14 de Julho. Tais recepções terminaram no início da década de 1930, embora o presidente Bill Clinton tenha revivido brevemente a casa aberta do Dia de Ano Novo durante o seu primeiro mandato. Em anos recentes, a Casa Branca tem estado fechada a visitantes devido às preocupações com o terrorismo.

Figura 2. Carta do primeiro local secreto encontrado

carta (Figura 2), existem duas imagens do local (uma visão terrestre e outra de satélite com as coordenadas para que o participante possa futuramente visualizar no mapa fornecido para a cidade ou por uma ferramenta como o *Google Maps*) e um pequeno texto com curiosidades sobre o local.

Logo após o grupo ter encontrado as coordenadas do primeiro local, recebe uma nova carta sobre o próximo local e essa dinâmica de cartas se mantém até que sejam encontrados todos os procurados. Conforme pode ser visto no Quadro 1, os comandos para a descoberta dos locais secretos ficam cada vez mais sofisticados, exigindo operações matemáticas cada vez mais complexas na medida em que o jogo progride.

RESULTADOS

A ATIVIDADE EM SALA DE AULA

A atividade proposta foi aplicada em dois semestres letivos em turmas de Física 1 em um curso de Engenharia com a formação de grupos com 3 ou 4 estudantes. Para grupos com mais participantes, a experiência corre o risco de não ter a participação de todos os integrantes, conforme observado em alguns grupos especiais com 5 integrantes.

Foi possível observar uma atmosfera em sala de aula bastante receptiva a novas construções conceituais e a mobilização dos estudantes em prol de uma aprendizagem ativa. Nas aulas após a atividade foi possível fazer a formalização de novos conceitos com base na experiência realizada e os estudantes se mostraram dispostos a fazer essas novas associações.

Como existem formas diferentes para a resolução das questões, as aulas posteriores também serviram para compartilhar essas experiências com toda a turma servindo para o reforço da aprendizagem.

O planejamento de tempo para a atividade depende de algumas variáveis: a) público-alvo; b) explicações iniciais da dinâmica; c) divisão em grupos; d) resolução do quebra-cabeça; e) resolução do problema do mapa 1; f) resolução dos problemas de cada uma das cartas; g) utilização das coordenadas obtidas na resolução do desafio de cada carta com dicas para encontrar o local no mapa.

Sendo assim, as experiências mostraram que a utilização de um mapa completo para auxiliar na montagem e utilizar problemas menos complexos no início da atividade facilitam nesse planejamento.

A DINÂMICA COMO UMA ATIVIDADE EXTENSIONISTA

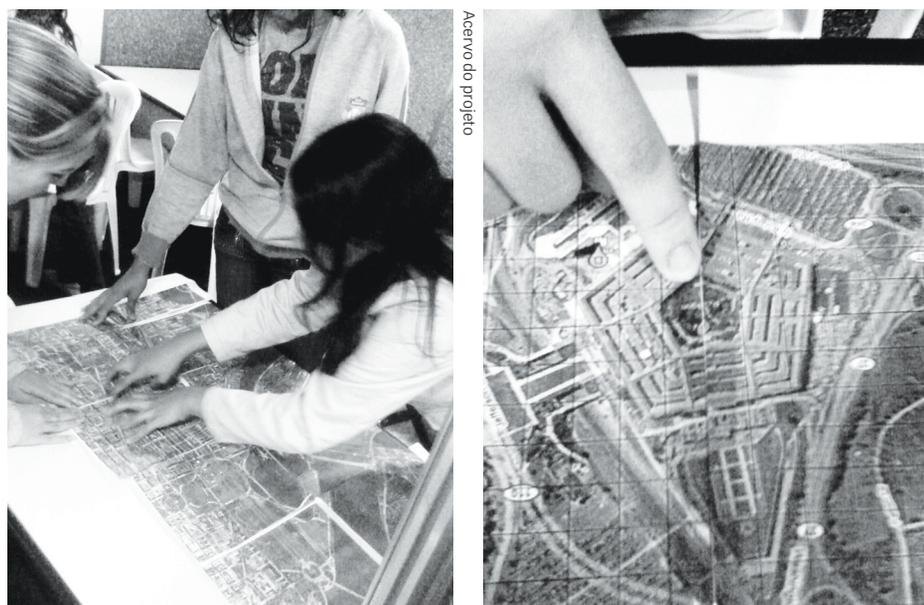
Tendo em vista a oportunidade que a extensão universitária oferece no sentido de ser um caminho prolífico para a reflexão do ensino e da pesquisa (ANGELIM, 2010) e, principalmente, trazendo um sentido maior em estender as experiências e descobertas da universidade ao usufruto da comunidade, é que a metodologia do Onde está Osama? foi aplicada a outro público-alvo.

A dinâmica foi realizada no estande da Universidade de Brasília durante a 7ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) realizada no segundo semestre de 2010. Os participantes eram, em sua maioria, estudantes de Ensino Médio e Ensino Fundamental.

Devido à grande disparidade na idade e formação dos participantes, as expectativas e o nível de engajamento na atividade não foram uniformes. Notou-se que os estudantes mostraram-se receptivos à atividade, se habilitando para montar o mapa da cidade e ouvir orientações do professor. Após a montagem do mapa, a motivação dos alunos divergia no sentido de que aqueles

que tinham a formação matemática adequada persistiam e os alunos mais novos que ainda não haviam sido apresentados a conceitos como vetores e plano cartesiano apenas observavam e rapidamente buscavam outras atividades.

Um aspecto interessante de confrontar uma audiência tão heterogênea foi constatar que a dinâmica proposta poderia ser aplicada em contextos muito abrangentes. Os estudantes se apresentavam espontaneamente para iniciar a atividade mesmo sem saber exatamente o que ela consistiria e demonstravam bastante curiosidade em conhecer quem eram e onde estavam os suspeitos, particularmente o Osama. Os participantes mais novos muitas vezes se sentiam intimidados pela matemática e abandonavam a atividade, mas ocasionalmente voltavam para descobrir se alguém



Figuras 3 e 4. Imagens da atividade de extensão na 7ª SNCT

encontrou o Osama. Alguns alunos novos, no entanto, persistiam e mostravam bastante desenvoltura mesmo sem ter sido apresentado formalmente à matemática vetorial. A Figura 3 apresenta algumas imagens da atividade de extensão realizada.

Os alunos que se engajaram na atividade, principalmente aqueles que já cursavam o Ensino Médio, se mostraram curiosos a respeito de quais disciplinas e profissões utilizariam os conceitos vetoriais trabalhados na dinâmica.

CONCLUSÃO

Com base nas experiências realizadas, foi possível concluir que a atividade Onde está Osama? conseguiu capturar com sucesso a atenção e engajamento dos estudantes de várias idades. O resultado em sala de aula mostrou que este engajamento reflete em melhor aprendizado dos cálculos com vetores subentendido nesta atividade, contudo, não foi possível fazer uma comparação com uma turma controle.

Para a atividade em sala de aula, sugere-se atenção especial ao número de componentes nos grupos e sobre o tempo total disponível pelo docente. Sugere-se que seja fornecida uma imagem do mapa montado para diminuir o tempo de montagem de modo que os estudantes possam ter um envolvimento maior na resolução dos pequenos problemas. Além disso, problemas iniciais complexos são desmotivadores e prejudicam a autonomia do grupo, já que necessitam de apoio do docente para encontrar os resultados.

Essas constatações sugerem que uma dinâmica semelhante à exposta poderá ser aplicada com sucesso em turmas de diversas faixas etárias e níveis de escolaridade, bastando adaptar a dificuldade dos desafios matemáticos para a audiência escolhida. É lógico que outros cenários, que não a procura por Osama, também podem ser utilizados para explorar de forma interdisciplinar conteúdos diferentes e em diferentes contextos como, por exemplo, a Guerra de Canudos ou a história da construção de Brasília.

Para a atividade extensionista, os estudantes se mostraram mais interessados em saber mais sobre os cursos que utilizam esse tipo de cálculo. Nesse sentido, dinâmicas similares à Onde está Osama? podem ser um bom caminho para divulgação de profissões diversas ligadas às ciências exatas, despertando o interesse e a vocação para tais áreas que são consideradas fundamentais para o crescimento tecnológico do país.

REFERÊNCIAS

- ANGELIM, M. L. P. Universidade de Brasília: Extensão Universitária e as Práticas de Educação Popular. *Revista Participação*, DEX/UnB, n.18, dez 2010, p. 55-60.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- _____. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Porto: Portugal: Plátano, 2003.
- BRIGHT, G. W.; HARVEY, J. G.; WHEELER, M. M. Learning and Mathematics Games. *Journal for Research Mathematics Education Monograph*. Springer, 1985.
- FRAGELLI, R. R., MENDES, F. M. Batalha Naval dos Extremos Locais: Jogos de Aprendizagem para o Ensino dos Cálculos. In: PAEE'2011- Third International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE, Lisboa, 2011): Aligning Engineering Education with Engineering Challenges v. 1. p. 91-97
- FRAGELLI, R. R.; VAINSTEIN, M H. O Labirinto do Rato Cego: Aprendizagem Baseada em Projeto em Algoritmos e Programação de Computadores. In: PAEE'2011 - PAEE'2011- Third International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE, Lisboa, 2011): Aligning Engineering Education with Engineering Challenges v. 1. p. 99-105
- MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- _____. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.
- PRENSKY, M. *The Digital Game-Based Learning Revolution*. San Francisco: McGraw-Hill, 2001.
- WALKER, A.; SHELTON, B. E. Problem-Based Educational Games: Connections, Prescriptions, and Assessment. *Journal of Interactive Learning Research*, 2008.

*Recebido em março de 2012
Aprovado em junho de 2012*

Ricardo Ramos Fragelli é professor doutor em Ciências Mecânicas, da Faculdade UnB Gama – FGA e lidera o Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes e Adaptativos (GPSIA) onde desenvolve pesquisa e orienta trabalhos sobre simuladores interativos e sobre o uso de TIC no ensino superior, fragelli@unb.br

Fábio Macedo Mendes é professor doutor adjunto da Faculdade UnB Gama - FGA, fabiomendes@unb.br