

Quimgame: jogo educacional para estudar química orgânica

Ana M. P. Azevedo * Luis O.M. Ribeiro ** Everton

Vieira *** Raymundo C.M.Ferreira Filho**** André Soares Grassi**** Maria I. Timm****

* Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA

** Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia/Pelotas – IF/RS

*** Gestum Conhecimento Competitivo

**** Centro Nacional de Supercomputação/CESUP/Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

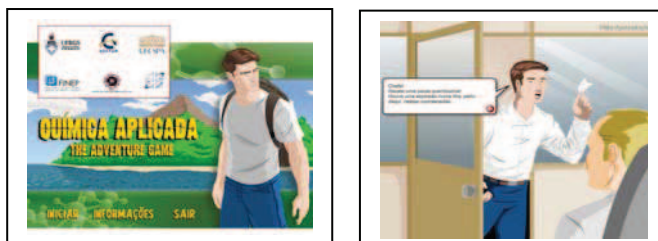


Figure 1: Jogo educacional, para revisão de conteúdos de Química Orgânica, para alunos do ensino médio

Abstract

The paper describes the educational game Quimgame, to study average level organic chemistry content, applied to everyday situations. It is the result of a project funded by FINEP, over 30 months, and can be accessed through internet. The game contains all the elements of a conventional game, and offers flexibility for future users to add material and other kinds of quizz. It discusses some issues related to integrate research material on educational games, presents the avaluation strategy and results.

Keywords: educational games, serious games, educational technology, chemistry education

Authors' contact:

{Azevedo, AMP}anzevedo@ufcspa.edu.br

**Luis.otoni@terra.com.br

****beta@cesup.ufrgs.br

1. Introdução

Atendendo a um edital de uma agência brasileira de fomento à pesquisa e ao desenvolvimento FINEP (Financiadora de Projetos), ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, em parceria com o Ministério de Educação (MEC), foi iniciado em 2006 um projeto de desenvolvimento de um game educacional – Quimgame - para estudo de conteúdos de química orgânica, aplicados ao cotidiano. O jogo foi produzido em parceria por professores e técnicos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Riograndense/Pelotas, com apoio para a produção gráfica e programação da empresa Gestum,

Inteligência Competitiva, de Pelotas/RS. O resultado final deste projeto¹ foi apresentado à FINEP em julho deste ano, sendo sucintamente apresentado a seguir.²

2. Descrição do jogo

A arquitetura deste jogo é a de um *adventure game*, em perspectiva isométrica, baseada na exploração do ambiente e resolução de *puzzles*. Possui uma história de fundo, servindo como base para motivar e contextualizar o jogador. Apresenta desafios que abordam temas específicos e afins ao conteúdo de química orgânica. Seu principal diferencial, em relação aos jogos educacionais disponíveis do mercado, é exatamente o contexto baseado nestes conteúdos, integrado aos obstáculos, devidamente encaixados ao enredo. Resolver os desafios exige conhecimento da disciplina, aplicados em atividade lúdica, sendo que as estratégias pedagógicas foram adaptadas às limitações da tecnologia (escolhas de soluções), buscando-se, entretanto, diversificar os tipos de raciocínios solicitados: ações de segurança em emergência química; categorização, designação, propriedades e uso

¹ O jogo previsto no projeto encontra-se em *versão-piloto completamente operacional*, podendo ser acessado via *Internet*, através da plataforma Moodle (ead.cesup.ufrgs.br), mediante senha, a qual os autores poderão fornecer mediante solicitação, via e-mail.

² A justificativa apresentada neste artigo relata a origem do projeto (o Edital Finep). Isto não significa que os autores não considerem relevante a pesquisa e registros bibliográficos relativos ao uso de games com fins educacionais, cuja descrição não está presente no texto, em função de escolhas, relativas a espaço e função deste *paper*. Da mesma forma, as escolhas tecnológicas e pedagógicas são descritas, e não discutidas no contexto das demais opções existentes, o que poderá ser realizado em outras publicações do grupo.

prático de compostos; escolha de combustível a partir de informações gerais; entre outros.

A escolha da tecnologia para a programação do game recaiu sobre o software Adobe Flash (e sua linguagem nativa, o ActionScript), em função da distribuição. A tecnologia gera um aplicativo para navegadores web e não exige nenhum tipo de instalação ou configuração na máquina cliente. O Flash Player, necessário para acesso, é *plugin* gratuito, presente em mais de 95% dos navegadores. Ainda com foco em facilitar a distribuição, decidiu-se compatibilizar o game com o padrão de comunicação SCORM, presente em todos os sistemas de gerenciamento de aprendizagem, caso do Moodle, onde está instalado para acesso via web. Ressalte-se que este acesso é direto, mediante senha, não exigindo dos usuários nenhum conhecimento do funcionamento da plataforma.

No Quimgame, a narrativa ficcional é apresentada ao jogador através das animações (*cut-scenes*), que contam a *história* do jogo: um repórter³ recebe informações sobre uma grande explosão em uma ilha; mostra ao editor, que identifica as coordenadas de uma ilha onde há cientistas fazendo pesquisas com Química Orgânica, e lança perguntas que devem servir de gatilho para a ação do jogo: *Será que houve algum acidente? Será que há risco de contaminação ambiental na região? Será que haverá novas explosões?*

O repórter recebe a incumbência de fazer uma matéria para a edição do jornal do dia seguinte. Vai de helicóptero até a ilha, mas há outra explosão que derruba seu helicóptero. Quando cai na ilha, depois de realizar o socorro ao piloto - que tem por finalidade ensinar o jogador a movimentar o *avatar*, como foi descrito em publicação anterior [Timm et al, 2008] - o repórter terá que descobrir o que houve no local, e, para isso precisa encontrar os cientistas. Depois, junto com eles, precisarão sair da ilha.

Nesse percurso, deverá enfrentar quatro grandes desafios: resolver uma emergência química no laboratório destruído pela explosão; encontrar combustível para fazer funcionar um maçarico e abrir a porta do esconderijo dos cientistas; passar pelo labirinto que leva ao esconderijo dos cientistas; descobrir quais os quatro combustíveis que fazem uma lancha se movimentar, para escaparem da ilha.

A história por trás das explosões estaria ficticiamente relacionada à suposta ação de competidores internacionais da indústria de resina de pinus, que é usada para a fabricação de cosméticos e alimentos, e que, no jogo, é objeto das pesquisas dos cientistas, tanto para a indústria (que funcionaria do

outro lado da ilha), quanto para transformar a resina de pinus em uma suposta fonte de energia ecológica e sustentável. Esses competidores⁴ estariam interessados em impedir a liderança do Brasil, nesta indústria, desacreditando a produção da ilha ao simular um grande acidente com risco ambiental. Este enredo só é descoberto pelo jogador quando o personagem liberta os cientistas e dialoga com eles. Ao final do jogo, o repórter volta à redação, todo *sujo*, e conta ter *entrado* na história para fazer a matéria. A cena final do game traz a edição do jornal, com a matéria publicada. A Figura 2 ilustra alguns momentos-chave desta ficção, em telas de *cut-scenes* ou de diálogos.



Figura 2 – As três lâminas ilustram momentos de contextualização da narrativa ficcional.

3. A integração dos desafios de conteúdo e de acesso ao acervo

No roteiro ficcional, foram integrados desafios, verossímeis em relação à história e, principalmente, adaptados à *aplicação* de conteúdos teóricos e ao contexto do trabalho com química. Para o primeiro desafio - conter a emergência química -, o personagem deverá *conhecer e aplicar medidas de segurança no laboratório* (informações a esse respeito estão disponíveis no acervo, com textos e vídeo, e no próprio cenário, em quadros interativos nas paredes⁵). Na prática, em tempo hábil (seu tempo está em contagem decrescente no mostrador) o jogador deverá: prover o

⁴ O texto sugere que não é possível saber quem são esses competidores internacionais, que teriam contratado terroristas para colocar as bombas.

⁵ Há uma discussão possível a respeito da redundância de informações sobre o mesmo tema, em vários formatos. Optou-se por manter e, sempre que possível, buscar esta redundância, obedecendo a uma idéia que vem sendo trabalhada pelo grupo de pesquisa, relacionada a um dos papéis dos professores: representar o conhecimento (e informações) em múltiplos formatos, para atender a vários estilos cognitivos. A esse respeito, ver [Gardner, 2005] e [Timm e outros, 2009].

³ A título de curiosidade, o nome do repórter – Eugênio - foi definido em homenagem ao criador da série *Star Trek*, Gene Rodenberry. Esta informação consta nos créditos do jogo.

personagem com uma roupa adequada; fazê-lo pegar um saco de areia para jogar sobre os líquidos derramados, interrompendo a reação química; abrir as janelas. Para fazer tudo isso, deverá estar consciente das operações de manuseio: *ctrl* para recolher material, aproximar o personagem da ação, acionar o inventário e usar o que lá estiver disponível (já ensinadas na fase anterior, de busca da mochila/inventário do jogo).

Durante o processo de adaptação do jogo às necessidades educacionais, percebeu-se que o aluno não recebe conteúdos sobre segurança nos laboratórios de química, formalmente, na escola. Em geral, as normas de segurança e de emergência ficam afixadas nas paredes dos laboratórios, como havia sido pensado inicialmente para o game. Entretanto, pela relevância do assunto e, principalmente, pela sua aplicabilidade, decidiu-se oferecer formalmente esta orientação e optou-se pela busca de um profissional da área de emergências químicas. Foi gravado um vídeo com o Tenente Coronel Elias Poncio, comandante da Seção de Busca e Salvamento Terrestre do Corpo de Bombeiros da Brigada Militar do RS. Em virtude desta gravação, foi necessário adaptar a roupa adequada para o personagem entrar no laboratório com risco de explosão. O vídeo foi incorporado ao acervo do game. O processo confirma a importância da adaptação permanente dos conteúdos à verossimilhança do roteiro ficcional e da precisão da abordagem dos conteúdos.

As Figuras 3 e 4 mostram as informações disponíveis para o personagem enfrentar o desafio e a versão final da vestimenta adequada (incluída ao conjunto do jogo após a gravação do vídeo com o bombeiro especialista em emergências químicas); o personagem já vestido, enfrentando o desafio do laboratório; uma interface de *morte*, ocorrida porque não teria conseguido a tempo; as informações de segurança na porta do laboratório e o vídeo do bombeiro.

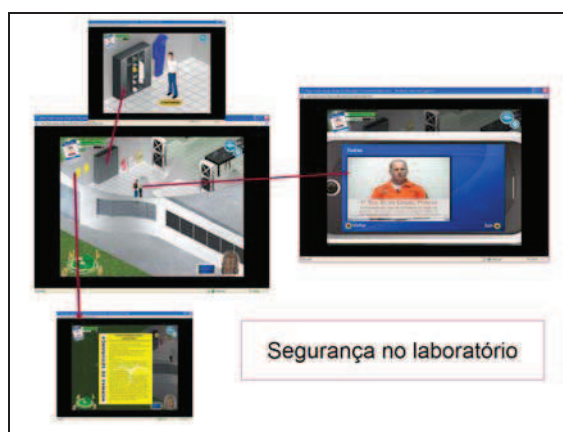


Figura 3 – Informações ao personagem para enfrentar desafio



Figura 4 – No armário, com *drag-and-drop*, a escolha da roupa

Quando terminar de resolver esta emergência, o jogador será informado (pelo terminal de computador) que ainda há perigo de contaminação no laboratório, porque os frascos com compostos químicos foram derrubados no chão. Precisarão então (acionando *ctrl*) acessar a interface de *identificação e categorização de compostos* (identificar o frasco, selecionar onde descartar o produto, sendo que cada lixeira suporta uma categoria de compostos). Quando acertar o descarte na categoria correta, será levado pelo sistema a responder questões sobre aquele composto (nomenclatura e usos práticos).⁶ Com isto, o jogador terá passado pelo primeiro desafio e receberá informação de *localizar os cientistas*. A orientação para executar o desafio será recebida através do que seria um último vídeo gravado na ilha, logo após as explosões: o vídeo das cenas da *fuga dos cientistas para o esconderijo* (na história). Cabe lembrar que a orientação do jogador é facilitada através da indicação de direções norte, sul, leste e oeste do ambiente virtual, indicadas no cenário, no *GPS*⁷ (através do *palmtop*) e nas instruções (no vídeo, nos diálogos e em algumas dicas que foram incluídas depois que se observou os alunos jogando, sem saber exatamente para onde se dirigir, no fim desta fase).

O próximo desafio de conteúdo vai exigir que, primeiramente, realizem um desafio de jogo: identificar no ambiente as pedras na frente do esconderijo, que apareceram no vídeo da fuga dos cientistas. Ao avaliar o local, o jogador deverá perceber que a porta está obstruída por uma barra de ferro. Vai precisar explorar o ambiente, recolher um

⁶ Ver a descrição do desafios dos frascos em [Timm e outros, 2008], artigo apresentado ao SBGames 2008.

⁷ Há um subproduto educacional não planejado, com o uso do GPS, que é o da orientação espacial dos jogadores. Salienta-se esse item, em função de que muitos professores, por não terem a familiaridade com a espacialidade dos ambientes de jogos virtuais, se *perderam* no cenário, o que não foi observado em nenhuma das sessões de aplicação com alunos. Quando chegavam a ficar desorientados, intuitivamente recorriam ao GPS.

maçarico dentro do armário (para desobstruir a porta do esconderijo) e sair atrás do gás que servirá como combustível (há *dicas* também para esta atividade). A atividade proposta será escolher o combustível certo, a partir de uma oferta de informações que implicam em uma confirmação da escolha. Se abastecer o maçarico com o combustível errado, terá uma situação de *game over*, quando for usá-lo, na porta do esconderijo (ao retornar ao jogo, será levado à etapa em que estava jogando). Quando escolher o combustível correto, deverá executar um balanceamento da reação química deste combustível.

O balanceamento de reações implicou em soluções tecnológicas que excedessem a simples *resposta certa*: o jogador precisará manipular os coeficientes da reação e acertar cada um deles (material informativo sobre este tema estará disponível no *palmtop*, como nas demais etapas). Este foi um esforço da equipe de professores para fugir da escolha simples de opções, gerando um desafio de conteúdo que não pode ser resolvido na base da tentativa-e-erro, ou *chutes*. Além disso, é outro dos momentos em que ficou possibilitado a futuros professores que alterem as informações sobre os combustíveis disponíveis, bem como as condições da reação. A Figura 5 mostra as interfaces deste desafio, incluindo o local do esconderijo, os cilindros com os combustíveis para o maçarico, a interface de balanceamento de reação e parte do material de apoio, sobre maçaricos.



Figura 5 – Imagens do desafio: encontrar combustível para maçarico

Abastecido o maçarico, o jogador voltará à porta obstruída e vai *usá-lo*, disparando a terceira fase do jogo: um labirinto onde “respostas corretas abrem portas” (este é o texto colocado nos objetivos da fase, com uma conotação misteriosa para corroborar o clima ficcional). Nesta fase, são feitas questões gerais de química orgânica, escolhidas aleatoriamente a partir de um conjunto disponibilizado pelos professores, no qual a prioridade foi dada às aplicações e descrição de situações cotidianas onde os compostos químicos são utilizados. A Figura 6 apresenta a interface do labirinto, onde foram colocados terminais para permitir

que, no futuro, professores possam colocar outros materiais de apoio, relacionados a outras perguntas, que poderão ser integradas ao conjunto.

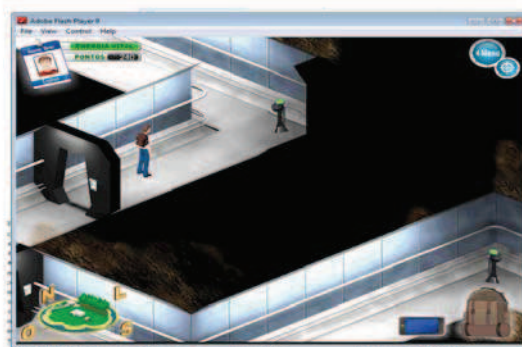


Figura 6 – Abertas as portas do labirinto, o personagem encontra cientistas

O último desafio do personagem será sair da ilha, porque o helicóptero está quebrado e há uma lancha sem combustível. Os cientistas relatam tratar-se de uma lancha experimental, que funciona com um conjunto de quatro combustíveis – álcool, gasolina, metano e diesel -, todos presentes na ilha, em locais diferentes. O desafio de conteúdo, então, será apresentado quando o jogador, ao se aproximar do tanque da lancha. Vai receber informações sobre características de cada um dos combustíveis e precisar decidir a qual deles se referem (a sequência muda aleatoriamente).

Como atividade final do jogo, será orientado a pegar um galão, encontrar na ilha a fonte daquele específico combustível ao qual se referiam as informações, retornar e abastecer um a um, os quatro tanques, o que vai disparar a animação final, com o retorno à redação e a matéria publicada. Na Figura 7, as interfaces do desafio de identificação do combustível, procura e enchimento do galão, uso do galão abastecido no tanque da lancha.



Figura 7 – O personagem precisa abastecer a lancha, com quatro combustíveis

4. Acervo de material para pesquisa

Uma discussão que permeou todo o processo de produção do jogo foi a respeito da necessidade de se estruturar um acervo de materiais de pesquisa originais, tendo em vista a abundância de material sobre Química Orgânica em sites já consolidados da Internet, como a Wikipedia. Decidiu-se utilizar alguns materiais já existentes, devidamente revisados e aprovados pelos professores, e tentou-se desenvolver vídeos e animações que pudessem servir como apoio à revisão.

Considerou-se importante a manutenção de um acervo, por se acreditar ser esta uma característica diferencial de uma tecnologia educacional, a de viabilizar a pesquisa. Embora esta não seja uma exigência de todos os materiais educacionais, considera-se que a estruturação e entrega de acervo para pesquisa, mesmo que seja um desafio, com várias necessidades específicas (pessoal, tempo de execução, excelência na precisão de informações, adequação à dinâmica do jogo, etc.). Além disso, a existência de um acervo dinâmico, renovável e de acesso integrado ao contexto narrativo do jogo contribui para viabilizar um aspecto educacional considerado importante, pela equipe de produção: suporte ao processo cognitivo dos alunos. Este suporte se daria em termos de possibilidade de estruturação de conhecimentos prévios do aluno, sem os quais o aprendizado ficaria descontextualizado (esta é uma consideração que aparece em várias teorias que embasam as discussões pedagógicas, como Piaget [1973] e Ausubel [2003], tanto quanto aparece nos textos de neurociência cognitiva, como Antonio Damásio [2000], e de cientistas cognitivos, como Steven Pinker [1998] e Howard Gardner [2005]).

No caso do Quimgame, o acervo passou a ser uma das flexibilidades do software, uma vez que futuros professores poderão alimentar o jogo com seus próprios materiais, o que deve facilitar a adesão ao seu uso. Nas Figuras 8 e 9, 10 e 11, algumas interfaces de acesso/manipulação e exemplos do material disponibilizado para pesquisa, no Quimgame. Esta é uma das áreas de continuidade do projeto.



Figura 8 – Terminais espalhados ao longo da ilha abastecem palmtop do personagem



Figura 9 – Exemplo de vídeo, rodando na interface do palmtop, contextualiza enredo do jogo



Figura 10 – Exemplo de figura integrada ao acervo

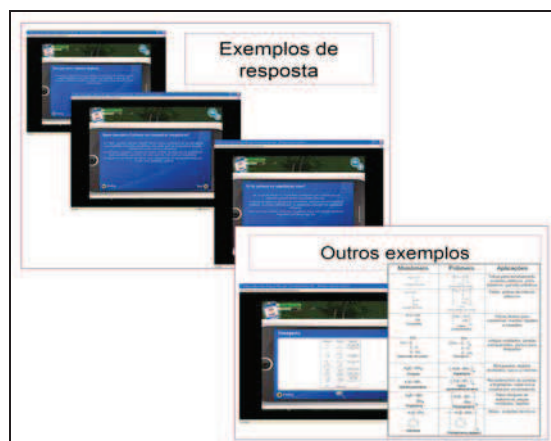


Figura 11 – Outros exemplos de materiais colocados no acervo

5. Avaliação dos alunos e professores

Foi desenvolvida uma ficha de avaliação, a ser preenchida por alunos e professores, de forma a permitir a tabulação de resultados e indicar tendências a ser seguidas na busca de melhorias do produto. A ficha foi adaptada de um conjunto de itens de avaliação de usabilidade de softwares educacionais. Contém dados de identificação geral do usuário, com seu consentimento informado no próprio documento, que procura, inicialmente, identificar a familiaridade com o uso de jogos educacionais. São propostas questões de avaliação relativas:

- aos objetivos pedagógicos (desde a identificação desses objetivos pelo usuário até sua eficiência e o equilíbrio entre questões de jogo e de conteúdo educacional);
- à orientação na navegação (dados de usabilidade em geral, incluindo localização no jogo e mensagens de *feedback*);
- à adequação da linguagem utilizada (buscando-se avaliar a sua similaridade com games comerciais);
- a flexibilidade e adaptabilidade (possibilidade de alteração na versão atual ou futura, incluída aí a alimentação);
- à interatividade (possibilidade de controle da interface pelo usuário);
- à motivação (como cada recurso da interface serve ou não de elemento motivador da adesão e da atenção do usuário);
- ao *lay-out* e quantidade de informações nas telas.

Ao todo, foram realizadas três sessões de aplicação experimental do game, uma das quais no IFSUL/RS e outras duas no Colégio Dom Feliciano, localizado em Gravataí, município da Grande Porto Alegre. A Figura 12 mostra um gráfico integrando resultados das três turmas de avaliação (uma de Pelotas e duas de Gravataí), a respeito das categorias relativas à aceitação do jogo.

Comparando-se as respostas obtidas nas três turmas, pode-se verificar que a porcentagem de respostas **sim** e **parcialmente** predominam e seguem o mesmo padrão, em todas as categorias. A identificação de objetivos pedagógicos ficou entre 80 e 90% nas três turmas; a orientação na navegação ficou entre 80 e 87%; a adequação de linguagem entre 80 e 90%; motivação, entre 86 e 97%; *lay-out* entre 91 e 95%. Estes resultados parecem corroborar a opinião do grupo, mostrando uma tendência de que o jogo foi realmente bem aceito, como proposta didático-pedagógica, com objetivo motivacional, com uso de linguagem e aspecto gráfico semelhante aos dos games computacionais. Outros destes resultados já estão sendo discutidos, visando melhorias nas questões de usabilidade e apoio ao feedback ao aluno. Um grupo do IF-SUL deverá dar prosseguimento ao trabalho, desenvolvendo novas funcionalidades para o game.

6. Conclusões

O artigo apresentou os resultados finais do jogo desenvolvido ao longo de 30 meses, como parte de projeto que atendeu a Edital Finep. Foi descrita toda a seqüência de desafios enfrentados pelo personagem do jogo, ao longo dos quais foram integrados vários tipos de questões, materiais didáticos na forma de textos, vídeos e animações, relacionados ao conteúdo da Química Orgânica, em nível do ensino médio.

Como diferencial do jogo, salientou-se a importância de ter sido viabilizada a flexibilidade, para que futuros usuários – professores de química – possam inserir suas questões, seus materiais e, eventualmente, criar outros eventos de desafio.

A avaliação da utilização do jogo, bem como questões relacionadas às etapas de produção, que também fizeram parte do projeto, serão tratadas em artigos futuros.

Agradecimentos

Os coordenadores agradecem à Finep a oportunidade do aprendizado da equipe e disponibiliza os resultados obtidos, para futuras atividades, do grupo ou de outros interessados.

Ao Tenente Coronel Elias Poncio, comandante da Seção de Busca e Salvamento Terrestre do Corpo de Bombeiros da Brigada Militar do RS, por ter gravado um vídeo informativo sobre emergências químicas, integrado ao acervo do jogo.

Agradecem ainda a dedicação de todos os parceiros e apoiadores que de alguma forma se relacionaram com este trabalho, ao longo dos últimos 30 meses. Todos os nomes constam nas informações sobre o jogo, presentes na própria interface.

References

AUSUBEL, D.P., 2003. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

DAMÁSIO, A., 2000. *O mistério da consciência*, Companhia das Letras, SP, 2000.

GARDNER, H., 2005. *Mentes que mudam*. Bookman/Artmed, Porto Alegre, 2005

PIAGET, J., 1973. *Biologia e Conhecimento*. Ed. Vozes, São Paulo, 1973.

PINKER, S., 1998. *Como a mente funciona*. Companhia das Letras, SP, 1998.

TIMM, M. I. ; RIBEIRO, L. O. M. ; AZEVEDO, A. M. P. ; LANDO, V. R. ; VIEIRA, E.B., 2008. “Game educacional: desafios da integração de elementos ficcionais, tecnológicos, cognitivos e de conteúdo”. In: *Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento, 2008, Belo Horizonte. Proceedings of SBGames'08: Game & Culture Track Belo Horizonte -*

MG, November 10 -12, , 2008. Belo Horizonte : UFMG. CD. 107-114.

TIMM, M. I. ; FERREIRA FILHO, R. C. M. ; RIBEIRO, L. O. M. ; ZARO, M. A. ; SCHNAID, F., 2009. As tecnologias educacionais e a discussão sobre ensino de engenharia”. In: *ICECE 2009 - VI International Conference on Engineering and Computer Education (2209: Buenos Aires), 2009, Buenos Aires. Education Engineers for Innovation, Book of Abstracts*. Buenos Aires : Cláudio da Rocha Brito & Melany M. Ciampi (ed), 2009. 1v.

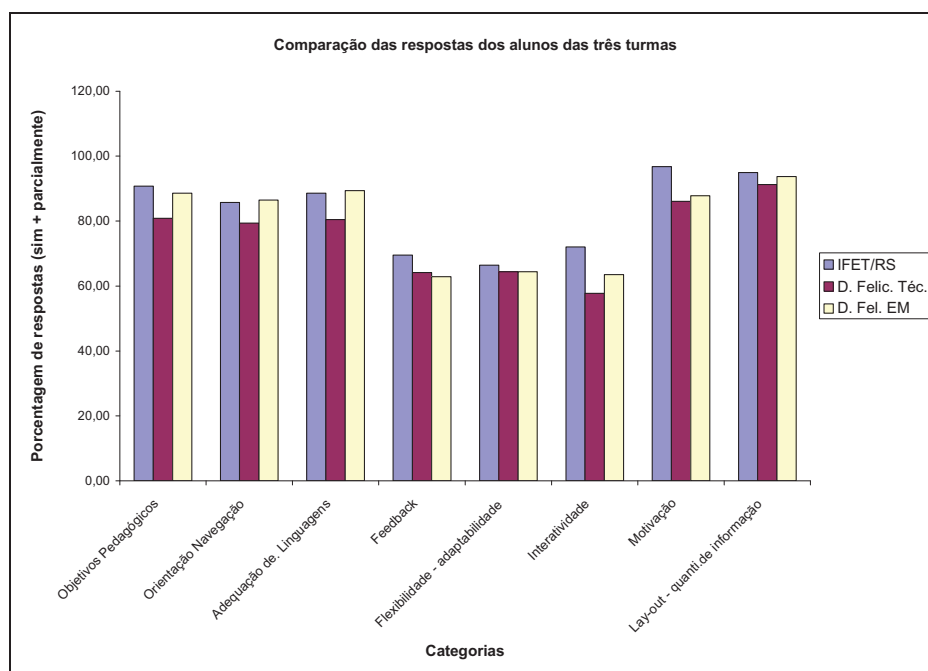


Figura 12 – Gráfico integrando respostas de três turmas, relativas à percentagem de respostas sim e parcialmente (aceitação do jogo) versus cada categoria avaliada