

Laboratório Virtual Gamificado para o Ensino de Química em Dispositivos Móveis

Saulo R. de C. Pereira¹, Edson P. Pimentel²

¹Mestrando em Engenharia da Informação – Universidade Federal do ABC (UFABC)

Santo André – SP – Brasil

² Professor da Universidade Federal do ABC (UFABC) - Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC)

09090-400 Santo André – SP - Brasil

srdcp@hotmail.com, edson.p.pimentel@gmail.com

Abstract. *With the advent of computer technology in education, together with the evolution of mobile devices these areas are converging to a new paradigm, the Mobile Education. Modern smartphones and tablets with instant access to the internet, together with the idea of being able to access content "anywhere at anytime", has proven a great tool for many areas. Aims to investigate the context of laboratory practice in chemistry teaching and the use of virtual laboratories on mobile devices to support the achievement of specific experiments in this area using elements of gamification. It is hoped that this motive lab performing experiments so as to eliminate the difficulties of hazardous reagents, the need for qualified people to help during the experiments, and the availability of laboratories and equipment.*

Resumo. *Com o advento da informática na educação, em conjunto com a evolução dos dispositivos móveis estas áreas estão convergindo para um novo paradigma, a Educação Móvel. Os modernos smartphones e tablets com acesso instantâneo à internet, juntamente com a ideia de poder acessar conteúdos de “qualquer lugar à qualquer hora”, tem se mostrado uma grande ferramenta para diversas áreas. Objetiva-se investigar o contexto da prática de laboratório no ensino de química e a utilização de laboratórios virtuais em dispositivos móveis para apoiar a realização de experimentos específicos nessa área utilizando elementos de gamificação. Espera-se que este laboratório motive a realização de experimentos de modo que elimine as dificuldades como a periculosidade de reagentes, necessidade de pessoas qualificadas para auxílio durante os experimentos, além da disponibilidade de laboratórios e equipamentos.*

1. Introdução

A aprendizagem em Química deve fornecer aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico e a escola busca atender a demanda dos educandos, cabendo ao professor grande parte desta tarefa, desenvolvendo conhecimentos técnico-científicos e habilidades em seus alunos, o que requer um trabalho amplo e contextualizado.

Para facilitar o aprendizado de maneira eficiente são lecionadas aulas práticas que melhoram o entendimento dos conteúdos de química. Almeida (2008) afirma que estes experimentos facilitam a compreensão dos conceitos de natureza da ciência, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não-científicas além de despertar o interesse pela ciência. A pesquisa realizada em Almeida (2008) mostra que os alunos se sentem mais motivados para aprender química, quando se faz o uso de aulas práticas e dinâmicas, que possibilitem uma interação entre eles e com o próprio professor.

Torriceli (2007) afirma que por ser um conteúdo que necessita de uma prática experimental, para melhor compreensão, e que nem sempre se dispõe disso, o aluno precisa ser dotado de uma capacidade de abstração, ou seja, a ludificação do conteúdo.

Estas práticas experimentais somente são possíveis de realizar em ambientes específicos e muitas das vezes não presentes na vida estudantil de alunos do ensino básico entrando em contato com estes ambientes em cursos mais específicos como em cursos universitários ou em cursos técnicos gerando uma grande dificuldade na assimilação do conteúdo e realização dos experimentos.

Além disso, dados do IDEB 2013 demonstram que a média geral do ensino está abaixo do que é considerado padrão, demonstrado no quadro 1. A maior média é a do estado de Santa Catarina, com pontuação de 4.3, numa escala de 0 à 10. A nota 6 foi estabelecida como padrão pelo MEC (Ministério da Educação) de acordo com os índices obtidos com base nas médias dos países ricos da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

Quadro 1. Índices do Ensino Médio no Brasil, IDEB (2013)

	IDEB Observado					Metas				
	2005	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013	2021
Total	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.4	3.5	3.7	3.9	5.2
	Dependência Administrativa									
Pública	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.1	3.2	3.4	3.6	4.9
Estadual	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.1	3.2	3.3	3.6	4.9
Privada	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.6	5.7	5.8	6.0	7.0

Para Ponte (2002) as tecnologias da informação fornecem apoio à aprendizagem e ao desenvolvimento de capacidades específicas e isto pode ocorrer através de *softwares* educacionais ou ferramentas de uso corrente. Ponte (2002) afirma também que as tecnologias da informação dão suporte à interação e compartilhamento através da comunicação, podendo ser utilizadas como ferramentas de trabalho dos educadores pelas possibilidades alternativas que ela oferece tais como simulação, criação de mundos virtuais, ludificação de conteúdos e outros.

Dados do Centro de Estudos sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação – CETIC.br coletados entre setembro de 2013 e dezembro 2013, apresentados no quadro 2, demonstram que a utilização de dispositivos móveis se intensifica fora do contexto escolar. Isso pode indicar que a disponibilização de novas possibilidades de uso, como por exemplo, ferramentas educacionais podem ser bem recebidas, ainda mais, porque é notável a massificação dos celulares e smartphones

quando se tratam de pessoas em idade escolar. Esta massificação dos celulares e *smartphones* durante a fase escolar pode indicar novas perspectivas para a *gameficação* do conhecimento para instigar os alunos ao aprendizado aproveitando-se da facilidade de compartilhamento de conteúdos através das redes sociais atuais.

Quadro 2. Proporção de Alunos, por Local de Acesso à Internet por meio de Telefone Celular. (Fonte: CETIC.br)

Série	Fora da Escola	Na Escola
4ª Série / 5º ano do Ensino Fundamental	98	12
8ª Série / 9º ano do Ensino Fundamental	95	39
2º Ano do Ensino Médio	95	52

Este trabalho pressupõe que a ampliação de recursos para aumentar a prática experimental de forma motivadora e instigante, como a utilização em dispositivos móveis, pode ser suprida pela disponibilização de ferramentas como laboratórios virtuais que tornem o aprendizado acessível utilizando-se de recursos que motivem o aluno a realizar as práticas experimentais.

O artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta uma revisão de literatura contextualizando o ensino de química, as tecnologias para a educação e o uso da gamificação nos conteúdos; a seção 3 apresenta alguns trabalhos correlatos; a seção 4 detalha a proposta do projeto para o laboratório virtual gamificado; por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e delinea os trabalhos futuros.

2. Revisão de Literatura

Nesta seção é contextualizado o ensino de química no Brasil, o uso das tecnologias móveis para a educação e também a gamificação de conteúdos.

2.1. Contextualização do Ensino de Química

No Brasil, o ensino de química foi plenamente difundido somente após a reformulação do ensino médio, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, tornando a química abordada no ensino médio, regulamentada. Segundo a LDBEN, a educação básica deve suprir os jovens que chegam ao final do ensino médio de competências e habilidades adequadas, de forma a atingir os quatro pilares da educação do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser.

Para Maldaner (2006), o ensino de Química em sala de aula deve ser abordado com objetivo na construção e reconstrução de significados dos conceitos científicos. Isto ocorre quando o aluno entra em contato com o seu objeto de estudo na química, adquirindo assim, conhecimento nesta área.

Giordan (1999) afirma que é de conhecimento dos professores de Química o fato de que a experimentação desperta um forte interesse entre os alunos de diversas turmas e que aulas realizadas nos laboratórios didáticos, aumentam a capacidade de aprendizado dos alunos, pois estas funcionam como ferramenta facilitando muito mais o entendimento do assunto abordado.

Na estrutura de ensino prático é importante a utilização de uma abordagem que destaque o conhecimento químico que tem como foco a natureza humana. O

conhecimento, constituído de processos sistemáticos, deveria ser utilizado de forma contextualizada e significativa para o educando.

2.2. Tecnologias Móveis na Educação

A computação móvel vem apresentando um grande crescimento como uma tecnologia inovadora para diversas áreas.

Bartholo (2009) aponta que a popularização e o uso da computação móvel permitiu o desenvolvimento de aplicações móveis também para área da educação, trazendo a idéia de um novo paradigma no ensino à distância, denominada *Mobile E-Learning* ou *M-learning*. O potencial está contido na utilização da tecnologia móvel como ferramenta ou modelo de aprendizado que se integra à educação à distância, caracterizado pelo alto grau de mobilidade e a comunicação sem fio. O *Mobile Learning* é o emprego de tecnologias específicas que diferenciam a aprendizagem móvel de outras aprendizagens eletrônicas. Marçal (et al, 2005) ressalta que as pesquisas nesta área têm como foco dois grupos principais, os trabalhadores externos e crianças, o primeiro grupo afetado por jogos e aplicativos educativos e para o segundo a preocupação é a de por a informação sempre à disposição do estudante de forma atualizada.

Entretanto, Fernandes (et al, 2012) afirma que a maioria destas iniciativas nessa área ainda são de caráter experimental e de pesquisa. Aplicações que antes eram exclusivas para uso em ambientes desktops podem ser, agora, também acessadas via dispositivos móveis. O desafio é fazer uso dessa tecnologia, levando-se em conta não só as diferenças de hardware e sistemas operacionais (SOs) dos diferentes smartphones e tablets, por exemplo, mas também a diversidade da nossa população.

Os dispositivos móveis oferecem um grande potencial de um suporte sofisticado para educação pela sua fácil mobilidade e conveniência afirma Aoki et al (2010). A gama de aplicações móveis tanto profissionais como científicas vem sendo explorada em larga escala nos últimos anos criando assim uma grande variedade de pesquisas desenvolvidas visando a mobilidade dos usuários. Sua aplicação na educação vai desde as aulas presenciais, conteúdos de diversas áreas do conhecimento que estão na nuvem, hipermídia e aulas e cursos à distância

Para Valentin e Hugo (2009) a *mobile learning* não se trata de algo novo no dispositivo móvel, seja o rádio, a câmera, o player de vídeo, mas sim da utilização destes para um outro fim, assim como descobrir novas utilidades para tecnologias já existentes, que quando integradas podem ser extremamente úteis.

Para Bottentuit (2007), as vantagens da utilização destes dispositivos na educação podem ser numerosas se pensarmos sobre a portabilidade que os alunos têm para acessar informações atualizadas sobre vários assuntos se em escola ou em casa.

Bottentuit (2007) traz algumas vantagens e desvantagens do uso de dispositivos móveis na educação, demonstradas no quadro 3.

Sendo assim, o *m-Learning* proporciona uma aprendizagem interativa, podendo incluir comunicação instantânea possibilitando que o conteúdo possa ser acessado à qualquer hora e lugar.

Quadro 3. Vantagens e Desvantagens do Uso de Dispositivos Móveis.

Vantagens	Desvantagens
✓ Quase todos os alunos possuem um telefone móvel ✓ Os dispositivos que os alunos possuem, geralmente permitem o acesso à Internet; ✓ O acesso aos conteúdos pode ser feito em qualquer lugar, a qualquer hora; ✓ É mais fácil aprender a usar um telefone celular do que aprender a usar um computador; ✓ O custo de um dispositivo móvel é menor do que de computadores.	✓ Telas Pequenas; ✓ Teclados limitados; ✓ Capacidades de processamento menores; ✓ O acesso à Internet através de redes móveis ainda é muito caro.

2.3. Gamificação de Conteúdos

Os jogos apresentam uma grande aceitação no contexto da popularização das tecnologias, tanto em consoles, smartphones ou computadores. A interatividade, superação de desafios, metas e objetivos em conjunto com um nível elevado de envolvimento e motivação, se tornam grandes vantagens para a utilização dos jogos no ensino.

Além disso, são bastante populares como entretenimento entre públicos de todas as idades diz Fardo (2013). Esses games são grandes ferramentas que potencializam a aprendizagem em diversas áreas do conhecimento. Para Grubel (2006), tanto os jogos computacionais como outros, são recursos riquíssimos que permitem o desenvolvimento de conhecimento e habilidades se forem bem elaborados e utilizados. A utilização destes jogos facilita o processo de ensino-aprendizagem tornando prazeroso e interessante processo de aprendizagem.

A gamificação surgiu aplicada em programas de marketing e aplicações web, buscando motivar e fidelizar clientes e usuário dizem Zichermann e Cunningham (2012), a gamificação utiliza elementos encontrados em games como a narrativa, sistema de recompensas, conflitos, cooperação, competição, diversão, interação e outros que podem não ser diretamente associadas aos jogos porém visam envolver e motivar usuários a continuar jogando afirma Fardo (2013).

Para Groh (2012), gamificação é: *”o uso de elementos de jogos em contextos não associados a jogos”*. A educação mostra um grande potencial para a aplicação deste conceito, entretanto, o foco está na promoção da motivação e envolvimento dos alunos e não no ensino através dos jogos.

Fardo (2013) ainda explica que a gamificação se dá devido ao uso de elementos dos jogos, sem que o resultado final seja um jogo completo se diferenciando do design lúdico. Assim a abordagem do problema não é realizada através da ludificação mas sim da gamificação que aborda objetivos e segue uma metodologia mais precisa.

3. Metodologia

A gamificação é uma área nova de pesquisa, quanto mais a metodologia para sua utilização. Alguns trabalhos propõem métodos e modelos para a aplicação da gamificação, como Werbach e Junter (2012), Kapp (2014), Marczewski (2012) e Yu-Kai Chou (2013). Porém nenhum destes modelos foi cientificamente comprovado e não há evidências de que tenham sido testados e avaliados em situações concretas afirma Simões et al.(2013).

Com base nestas metodologias, Simões et al. (2013) propõe um modelo de referência, demonstrado no quadro 4, para a aplicação da gamificação num contexto de aprendizagem social, que tem como objetivo intensificar as experiências de jogo ou fluxo dos jogo nos usuários.

Quadro 4. Modelo de Referência, Simões et al. (2013)

	Etapas	Descrição
1	Caracterizar o contexto não lúdico	1.1 Identificar a natureza do contexto (real ou virtual) 1.2 Identificar as atividades 1.3 Definir os comportamentos alvo 1.4 Caracterizar o perfil dos jogadores
2	Identificar os Objetivos	2.1 Definir os objetivos em função dos comportamentos alvo 2.2 Quantificar os Objetivos
3	Selecionar os Elementos de Jogos	3.1 Comunicação e Recompensas 3.2 Envolvente Social 3.3 Experiência de Jogo
4	Caracterizar os Dados Relevantes	4.1 Definir o Processo de Recolha de Informação 4.2 Analisar Dados em Função dos Objetivos (2.2) 4.3 Definir informação e partilhar e com quem partilhar
5	Inserir Conteúdos para a Atividade	De acordo com o processo de recolha de informação (4.1) e com a natureza do contexto não lúdico (real ou virtual)

4. Proposta de Laboratório Móvel Gamificado para o Ensino de Química

Com base nos objetivos propostos, o desenvolvimento do laboratório visa instigar os alunos a exercitarem os conteúdos apresentados em sala de aula de forma prazerosa, competitiva e colaborativa. O laboratório sera desenvolvido na linguagem HTML5 que permite a execução do mesmo direto do navegador de qualquer dispositivo que possua suporte inclusive em dispositivos móveis. A engine selecionada para o desenvolvimento foi a Scirra Construct 2 que permite exportar o projeto em diversas linguagens, e também como aplicativo para sistemas operacionais móveis como Android OS e o iOS.

Na tela inicial, conforme figura 2a, o aluno faz o *login* com seus dados do Facebook, a partir do botão “Entrar com Facebook”.

Em seguida o aluno faz uma *check list* para verificar as condições mínimas para a entrada do aluno no laboratório, como estar acompanhado, utilizar equipamentos de proteção, entre outros, conforme figura 2b.



Figura 2. (a)Tela Inicial do Laboratório e (b)Check List

Após o usuário ter realizado o *check list* é exibida uma tela com a pontuação atual do usuário, um link para o ranking e o personagem caracterizado pelo avatar com o nome do aluno. Aqui também serão apresentados os conteúdos divididos em aulas onde o professor pode optar por liberar semanalmente o conteúdo ou disponibilizá-lo completamente no início do curso, demonstrado na figura 3.

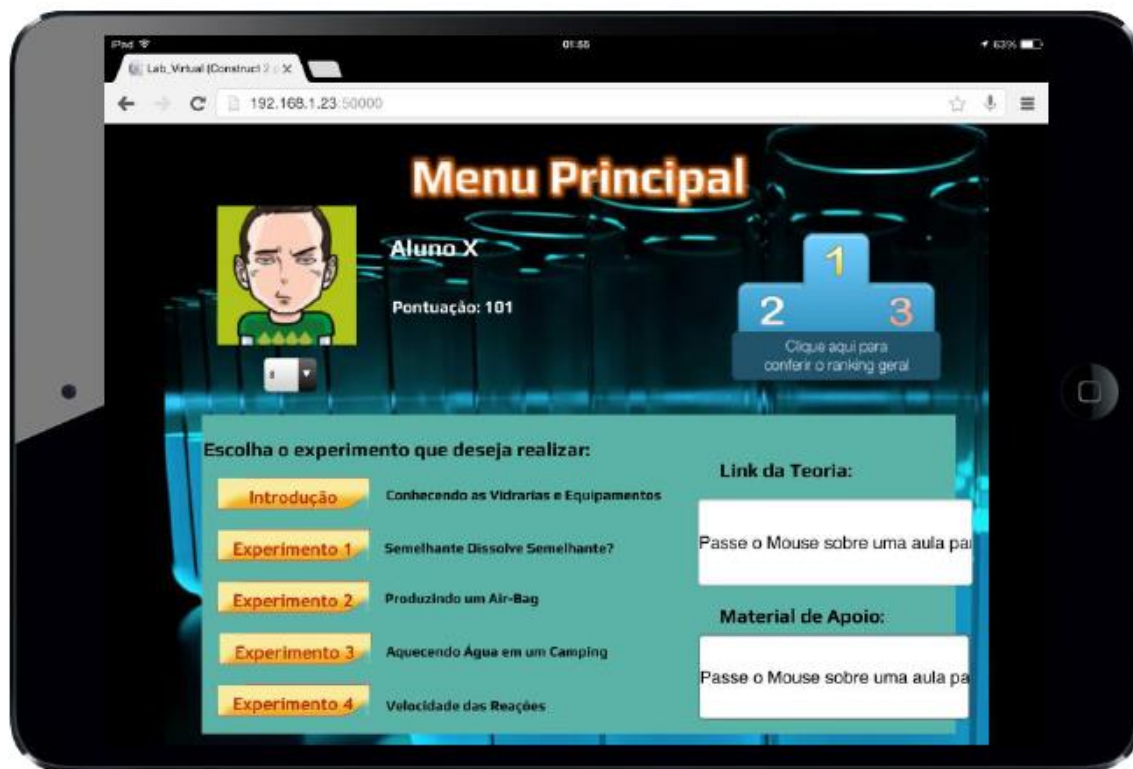
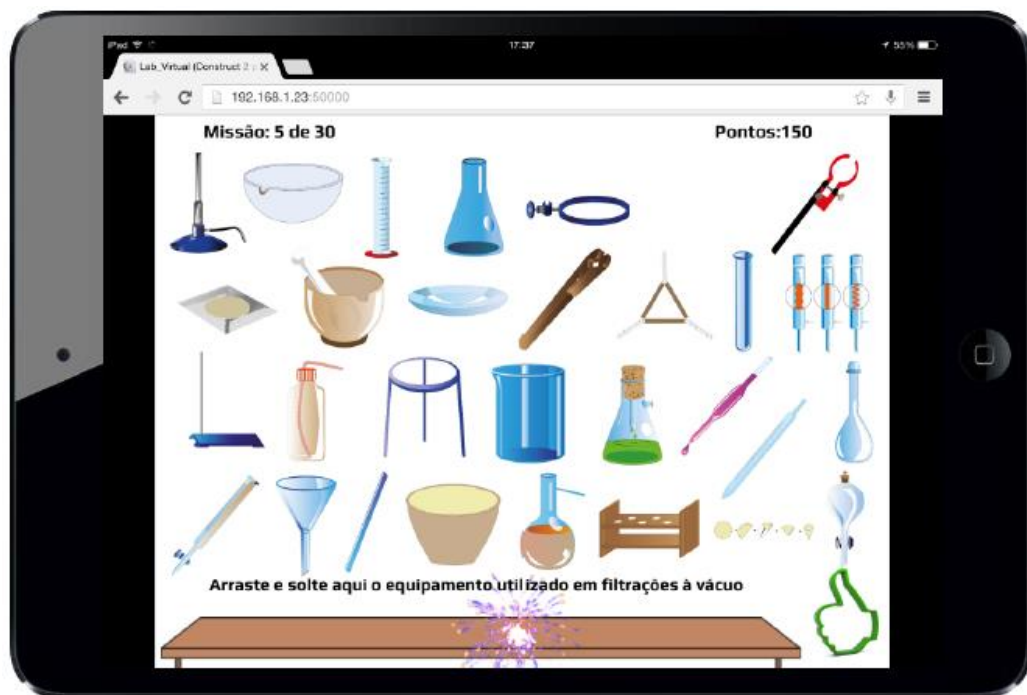


Figura 3. Menu Principal, Avatar, Ranking e Material de Apoio

Assim que o mouse é posicionado sobre conteúdo que o usuário deseja estudar, é apresentada uma pequena caixa de texto sobre o conhecimento abordado na aula e no

mínimo uma opção de literatura para o aluno acompanhar o conteúdo, podendo também conter algum tipo de hipermídia como uma vídeo-aula ou gravação de voz.

Ao clicar no botão, é apresentada a tela de experimentos, neste caso, uma aula introdutória sobre o uso das vidrarias e dos equipamentos do laboratório. Nesta aula os alunos conhecem algumas vidrarias e a utilidade específica delas. Assim surgem tarefas que sugerem ao aluno escolher a vidraria adequada e arrastá-la para a bancada com o



mouse ou toques na tela como na figura 4.

Figura 4. Tela de Experimentos, Aula Introdutória

Após o aluno concluir as interações com as questões, é exibido um questionário com perguntas alternativas, as quais serão utilizadas para compor a nota da aula do aluno e também servirão para o ranking e a pontuação, apresentada na figura 5.



Figura 5. Questões Alternativas

Na etapa seguinte é exibida a nota da aula e um botão para voltar ao menu principal, caso o aluno queira fazer outro experimento ou repetir o mesmo, figura 6

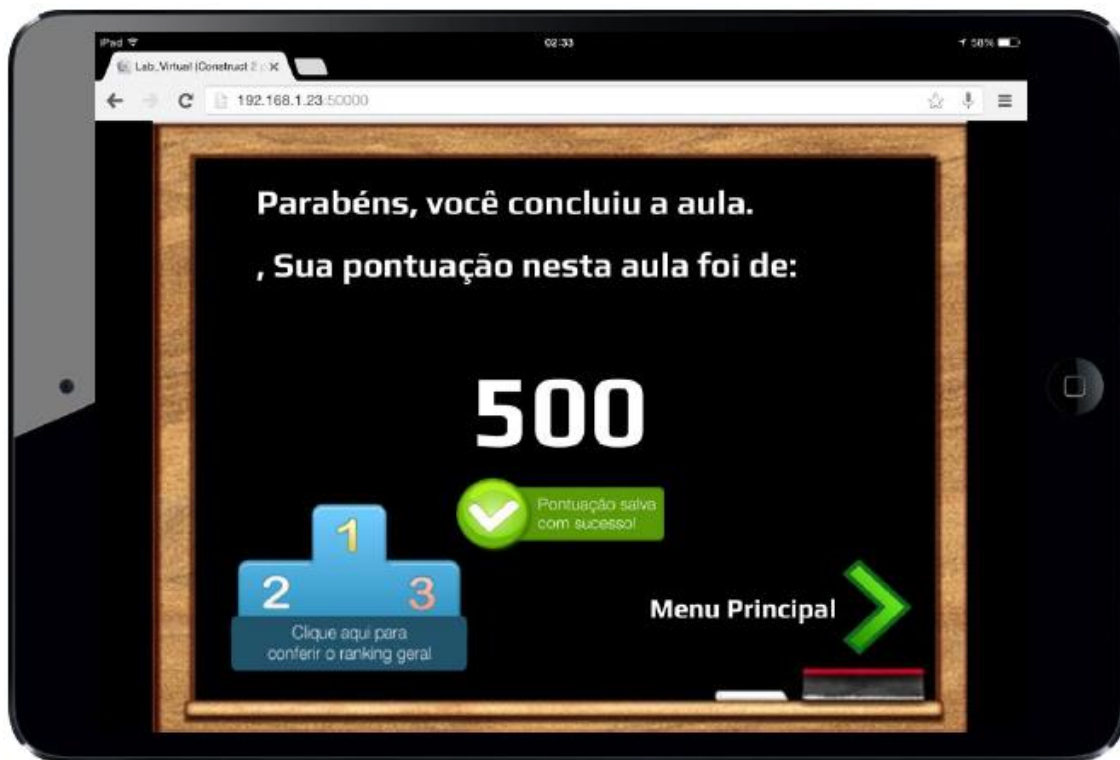


Figura 6. Nota da Aula

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou a proposta de um laboratório móvel gamificado que atua como simulador de um laboratório para a reprodução de alguns experimentos de química. A ferramenta está sendo desenvolvida para a utilização na disciplina de Transformações Químicas da Universidade XYZ.

A ferramenta possibilita aos estudantes reproduzir os experimentos à qualquer hora, transpondo barreiras como: disponibilidade dos laboratórios em horários alternativos, necessidade de técnico qualificados para o acompanhamento dos experimentos e a periculosidade de alguns reagentes utilizados nos laboratórios.

Como trabalhos futuros, tem-se a finalização do projeto, bem como a utilização deste laboratório no contexto da universidade. Entende-se que este recurso pode também ser utilizado como parte do ensino à distância presente nas disciplinas ofertadas durante os cursos superiores que possuem disciplinas de química ou transformações químicas.

Referências

- Almeida, E. C. S., Silva, M. F. C., Lima, J. P., Silva, M. L., Braga C. F., Brasilino M. G. A. "Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio." Anais do X Encontro de Extensão UFPB- PRAC. João Pessoa-Pb, 2008.

- Bartholo, Viviane F., Marília A. Amaral, and Maria Istela Cagnin. "Uma Contribuição para a Adaptabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Dispositivos Móveis." *Revista Brasileira de Informática na Educação* 17.02 (2009): 36
- Bottentuit Junior, J. B., & Clara, C. (2007). Virtual Laboratories and M-Learning: learning with mobile devices. *Proceedings of International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics*, 275-278.
- Chou, Y. (2013). Octalysis: Complete Gamification Framework, acesso em 03.03.2013 em <http://www.yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>
- E. Marçal; R. Andrade; R. Rios. Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, CINTED-UFRGS . v. 3, n.1, Maio, 2005. Porto Alegre, 2005.
- Fardo, Marcelo Luis. "A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem." *RENOTE* 11.1 (2013).
- Fernandes, Kleber Tavares, et al. "e-Learning via Dispositivos Móveis no Brasil: Estado da Arte e Desafios à Luz do Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento." 32º Congresso da Sociedade Brasileira da Computação. Desafie! Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação. 2012.
- Giordan, Marcelo. "O papel da experimentação no ensino de ciências." *Química nova na escola* 10.10 (1999): 43-49.
- Groh, F. Gamification: State of the Art Definition and Utilization, Proceedings of the 4th Seminar on Research Trends in Media Informatics, Institute of Media Informatics, Ulm University. 2012.
- Kapp, Karl M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons, 2012.
- Maldaner, O. A. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professor/pesquisador. 2.ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.
- Marczewski, A. (2012). A Simple Gamification Framework / Cheat Sheet, Andrzej's Blog, , acesso em 07/02/2014 em <http://marczewski.me.uk/gamification-framework/>.
- Simões J., Rebeca Redondo, Ana Vilas, Ademar Aguiar. Proposta de modelo de referência para aplicação de gamification em ambientes de aprendizagem social. Challenges 2013 - Proceedings of the VIII International Conference on ICT in Education.
- Torricelli, Enéas. Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química. (Tese de livre docência), Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, 2007.
- Valentim, Hugo D. "Para uma compreensão do Mobile Learning." *Economics* 9 (2009): 130.
- Werbach, K. & Hunter, D. (2012). For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business, Wharton Digital Press.
- Yuki AOKI*, Kazuhisa SETA & Masahiko OKAMOTO (2010). Basic Consideration to Improve Self-Regulatory Skills Using Mobile Devices. ICCE2010.