

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista; COUTINHO, Clara Pereira (2007) Análise da Usabilidade de um Laboratório Virtual de Química Orgânica. Memórias da 6ª Conferência Ibero-americana em Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI). Pg. 91-95, Vol. 1 Orlando, EUA. Julho.

Análise da Usabilidade de um Laboratório Virtual de Química Orgânica

João Batista BOTTENTUIT JUNIOR

Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho – Braga - Portugal - jbbj@terra.com.br,

e

Clara Pereira COUTINHO

Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho – Braga - Portugal -
ccoutinho@iep.uminho.pt

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma análise da usabilidade de um laboratório virtual de química orgânica na qual pretendemos avaliar questões relativas a eficiência, eficácia e satisfação dos utilizadores. Mostramos os dados e resultados obtidos através dos inquéritos realizados junto a uma amostra de peritos professores de físico-química e informáticos.

Palavras Chave: Usabilidade, Laboratórios Virtuais

1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento de sistemas interactivos cruzam-se as áreas da Interação Humano-Computador (IHC) e da Engenharia do Software. Estudos têm mostrado que o sucesso de tais sistemas depende, em grande medida, da sua usabilidade. A usabilidade pode ser definida como a qualidade de um sistema relativamente à facilidade de aprendizagem, à facilidade de utilização e à satisfação dos seus utilizadores

Segundo [1], usabilidade é “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objectivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”. Esta norma define **eficiência** como os recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objectivos, ou seja, como os recursos necessários e consumidos para atingir o objectivo, **eficácia** como a acurácia e completude com as quais usuários alcançam objectivos específicos, ou seja, a qualidade com que o utilizador atinge os objectivos e **satisfação** como a ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto. Ou seja, como as sensações do utilizador durante a utilização do sistema ou site. A usabilidade de um software condiciona o sucesso ou fracasso do mesmo.

Neste artigo vamos apresentar o resultado da avaliação da usabilidade de um laboratório virtual de Química Orgânica concebido para utilização em aulas de Físico-química do 7º ano de escolaridade. Nesse sentido, definido o conceito de laboratório virtual, apresentaremos o protótipo que serviu de base ao estudo, o questionário utilizado na avaliação da usabilidade bem como os resultados obtidos na sua aplicação junto de um grupo de peritos (professores de físico-química e informáticos).

2. LABORATÓRIOS VIRTUAIS

Segundo [2] a criação dos laboratórios virtuais surgiu da necessidade do uso dos laboratórios em tempo real, ou seja, com acesso a qualquer hora do dia e por um grande número de

peessoas, já que um único experimento pode ser compartilhado por dezenas de pessoas, estando elas na mesma cidade ou geograficamente dispersas, além da questão dos custos na utilização de um laboratório real que torna em muitos casos bastante oneroso para as empresas ou instituições. A disponibilização dos laboratórios virtuais é geralmente feita através da Internet ou através de meios físicos e electrónicos como CD-ROM ou DVD.

De acordo [3] “os laboratórios virtuais são bons para assimilar a teoria, mas não substituem processos reais, seu modelo é apenas uma aproximação que não pode reproduzir todos os aspectos do processo” também não permite que novos resultados possam ser descobertos, já que todas as experiências são previamente programadas para serem executadas do mesmo modo, e os resultados serão sempre os mesmos. Os laboratórios virtuais também são ótimos como recursos pré laboratoriais, ou seja, o aluno antes de ir para o laboratório real faz todas as experiências de modo virtual, fazendo com que os conhecimentos sejam melhor fixados, evitando também possíveis inconvenientes que possam ocorrer da má utilização dos equipamentos ou substâncias. Os laboratórios virtuais mostram-se como uma solução para a educação a distância mediada por computador, pois oferecem aos alunos a possibilidade de interagir, e praticar o conteúdo disponível no curso de uma forma mais viva e enriquecedora comparando-se com o estudo a distância apenas com conteúdos físicos (livros, sebatas, fitas, dentre outros).

3. LABORATÓRIO VIRTUAL ANALISADO

Para esta pesquisa utilizou-se como base, um laboratório virtual de química orgânica desenvolvido pelo professor André Arigony Souto da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) que fica situada na cidade de Porto Alegre no sul do Brasil. A interface gráfica do sistema pode ser observada na figura 01.



Figura 01: Janela de entrada do laboratório virtual.

O laboratório conta com quatro experiências na área de química orgânica que são respectivamente a filtração, destilação, refluxo e extracção. O acesso a este laboratório pode ser feito através da Internet no endereço <http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/lab.html>.

O sistema conta com uma ferramenta de ajuda para guiar todas as experiências. Após escolhida a opção desejada da experiência virtual, o tutor deverá indicar todos os passos a serem seguidos, conforme pode ser visto na figura 02.



Figura 02: Passos a serem seguidos nas experiências.

No menu principal existe também uma opção de ajuda que indica como os objectos devem ser fixados correctamente para que a experiência possa ser concluída.

Um outro recurso que o aluno pode contar é com o vídeo da montagem em um laboratório real, é uma opção que facilita o entendimento do funcionamento do equipamento a ser montado, conforme pode ser visto na figura 03.

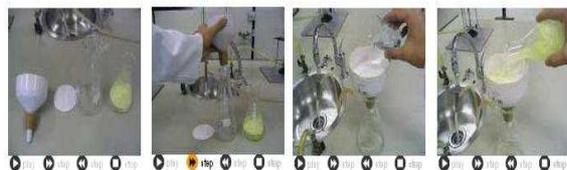


Figura 03: Vídeo com a montagem das experiências.

Após a conclusão das experiências é hora de conferir os conhecimentos dos alunos, para isto o laboratório possui com um auto teste composto de diversas questões que deverão ser respondidas com base nos conteúdos aprendidos na componente de ensino e nas experiências que o aluno realizou.

Após a conclusão de todas as experiências virtuais e a resolução das actividades de auto teste, o laboratório oferece a possibilidade do aluno rever vários conceitos envolvidos nas experiências estudadas.

A última opção disponível no laboratório é a Bibliografia na qual um conjunto de hiperligações são disponibilizadas para que o utilizador possa consultar informações sobre a química orgânica, outros laboratórios virtuais além de um conjunto de referências da área científica da química.

4.1 Avaliação da Usabilidade do Laboratório Virtual

A grelha utilizada para a avaliação da usabilidade do laboratório virtual acima descrito, compreende um pequeno texto introdutório onde apresentamos o tema, explicamos os objectivos e onde agradecemos também a participação dos inquiridos. A grelha se articula em cinco partes, sendo quatro destas com itens de formato Likert que pretendem avaliar o laboratório virtual quanto ao domínio técnico, pedagógico, linguístico e interface gráfica. A última parte da grelha consiste numa avaliação descritiva e uma apreciação global (itens de resposta aberta) solicitando aos avaliadores sugestões de melhorias para o laboratório em estudo.

A grelha utilizada é uma adaptação de uma avaliação de software educativo do *Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para Educação e a Formação* do Ministério da Educação e Direcção Geral de Inovação e

Desenvolvimento Curricular. A escolha deste questionário para a avaliação da usabilidade do nosso protótipo teve a ver com o facto da referida grelha estar direccionada não apenas para as questões técnicas a que aludimos atrás (características do sistema e grau de satisfação obtido pelo utilizador), mas também para questões pedagógicas que nos interessavam particularmente.

Nesse sentido, foram cinco as dimensões abordadas no questionário de avaliação da usabilidade do laboratório base:

- Domínio Técnico (5 itens)
- Domínio Pedagógico (8 itens)
- Domínio Linguístico (2 itens)
- Domínio da Interface Gráfica
 - Grafismo (3 itens)
 - Interactividade (3 itens)
- Avaliação Descritiva (2 itens)

Como referido anteriormente, à excepção da Avaliação Descritiva, todos os itens do questionário eram de questões do tipo escolha múltipla e adoptaram o formato de uma escala de *Likert* de quatro pontos (1-4): face a cada uma das afirmações relativas a atributos do software, os avaliadores eram solicitados a atribuir a classificação de **1** se o consideravam *Mau*, **2** se o consideravam *Suficiente*, **3** se o consideravam *Bom* e **4** se o consideravam *Excelente*.

Era ainda facultada a opção NA (não avaliado) para o caso de o avaliador não pretender pontuar uma dada dimensão, como aconteceu efectivamente com alguns itens do Domínio Pedagógico e Linguístico em que os peritos informáticos preencheram o item com a opção NA (não avaliado).

4.2 Selecção da amostra de avaliadores

O grupo de sujeitos que participaram na avaliação do protótipo constituem uma amostra de tipo criterial, ou seja, a escolha deu-se com base num critério que foi a *formação*. Nesse sentido, e uma vez que a grelha de avaliação da usabilidade comportava questões técnicas e pedagógicas decidimos que o seu preenchimento fosse feito por sujeitos com formação em ensino da química e também por indivíduos com formação na área da informática.

A acessibilidade a esta amostra foi uma tarefa fácil uma vez que constituía parte do ambiente de trabalho de um dos investigadores. De facto, os professores de química e os informáticos que integraram a amostra tinham em comum o facto de frequentarem cursos de mestrado em Educação (química para o ensino, educação multimédia) ou cursos na área das ciências dos computadores na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, onde um dos investigadores frequentava também o seu curso de mestrado e desenvolvia a sua dissertação.

A grande maioria dos sujeitos da amostra não tiveram contacto directo com os autores, recebendo muitos deles os testes de usabilidade pelas mãos de professores do mestrado e/ou de colegas da área de química. A amostra final ficou constituída por 30 (trinta) sujeitos dos quais 53% eram licenciados em química e 47% tinham licenciatura em informática; destes 87% eram professores e apenas 13% exerciam funções noutras áreas.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados foram apurados com base em métodos estatísticos e o programa utilizado para o efeito foi o Excel, sendo um programa matemático de manipulação de dados bastante eficaz, que integra o pacote de produtos do Office da Microsoft. Optámos por apresentar os resultados recorrendo a gráficos de barras referentes a cada uma das dimensões abordadas no questionário, uma vez que este formato facilita a visualização dos resultados.

Foram utilizados três indicadores estatísticos para a apresentação dos dados:

- Cálculo de percentagens
- Cálculo da média ponderada para os itens de formato *Likert*
- Cálculo do rank médio (valor da média ponderada / (número de pessoas da amostra))

5.2 Domínio Técnico

No domínio técnico procurámos investigar possíveis falhas no sistema que pudessem, de alguma forma, comprometer o bom andamento das experiências ou da utilização do laboratório. Muitas das variáveis básicas da engenharia de software foram utilizados como, por exemplo, a interface, a navegação, a resolução e o nível de ajuda. Todos os itens desta dimensão foram avaliados pelos peritos/avaliadores.

No contexto da “navegação” os avaliadores consideraram-na *suficiente*, ou seja, não foi um factor que atrapalhou o acesso às várias janelas. A “avaliação da interface” também foi tida como *suficiente*, ou seja, não houve dificuldades a assinalar na comunicação entre o utilizador e o sistema.

No que toca às instruções a cerca da “melhor resolução do ecrã” foi uma informação que quase todos detectaram como informação ausente, ou seja, no laboratório virtual não havia nenhuma informação sobre a melhor forma de visualizar os ecrãs o que explica a atribuição de uma classificação de *mau* a este item.

Tanto o “nível de conhecimento informático exigido” quanto as “opções de ajuda” para aceder aos recursos do laboratório foram avaliadas como *suficiente*. A informação sobre o nível informático exigido não constava em nenhum momento no sistema, porém, uma vez que se tratava de um software bastante intuitivo esta informação foi irrelevante. Quanto à opção de ajuda havia dois tipos de questões: uma sobre o funcionamento do laboratório e outra ao lado de cada

5.3 Domínio Pedagógico

As questões relativas ao domínio pedagógico eram dirigidas a professores e pretendiam obter informação acerca de algumas variáveis que integram os softwares construtivistas como por exemplo, o desenvolvimento de competências pedagógicas, possibilidade do ensino a distância, o ensino colaborativo, o respeito pelos diferentes ritmos de aprendizagem, a adequação ao nível e a adaptação aos diferentes níveis de aprendizagem. Como seria de esperar, muitos itens desta dimensão não foram avaliados (opção NA), possivelmente porque os peritos informáticos que integravam a amostra não se sentiram aptos a avaliar questões relativas aos objectivos pedagógicos inerentes ao ensino de conteúdos da química. Nesse sentido, e para não desvirtuar a lógica da análise, para efeitos do cálculo do rank médio apenas tomámos em conta as pontuações da escala de Likert efectivamente expressas pelos avaliadores.

Quanto à importância da ferramenta no “desenvolvimento de competências pedagógicas do utilizador” o laboratório teve uma *boa* avaliação, considerando os avaliadores que, para além da aprendizagem proporcionada pelas experiências, os alunos ainda podem adquirir competências, como seja, uma maior facilidade na utilização do computador e rapidez de raciocínio.

O “ensino colaborativo” é uma temática muito valorizada nos últimos tempos - saber trabalhar em equipe é hoje um dos grandes diferenciais – e, nesse sentido, muitos sistemas informáticos estão aderindo cada vez mais a essa mais valia. No entanto, a avaliação do protótipo no que respeita a esta variável foi de *mau*, uma vez que, para que possa ocorrer o

ensino colaborativo é preciso que os alunos acedam a ferramentas (fóruns, chat, actividades, webquests) onde possam trabalhar de forma conjunta na construção do saber.

No entanto, para a maioria dos avaliadores, o laboratório proporciona o “ensino a distância” uma vez que os alunos podem aceder às experiências em qualquer lugar e aprender assim ao seu ritmo.

Quanto ao laboratório poder “ser utilizado em diferentes situações de aprendizagem” foi avaliado como *suficiente*, ou seja, o laboratório pode ser utilizado em actividades e contextos pedagógicos muito diversificados (sala de aula, clubes, estudo acompanhado, individualmente ou em grupo, etc). O gráfico 2 mostra os resultados obtidos na avaliação do domínio pedagógico da ferramenta



Gráfico 2: Questões referentes ao domínio pedagógico.

5.4 Domínio Linguístico

No domínio linguístico avaliamos apenas dois pontos que foram a “clareza da linguagem” e a “adequação ao público destinatário”. A avaliação dos professores indica que os textos contidos nas experiências estavam *suficientemente claros* e também *adequados ao nível etário dos alunos*. Os valores utilizados neste item referem-se ao número de pontuações efectivas, ou seja, não foram contabilizados os casos de não avaliados (NA). Os resultados podem ser melhor visualizados no gráfico 3.

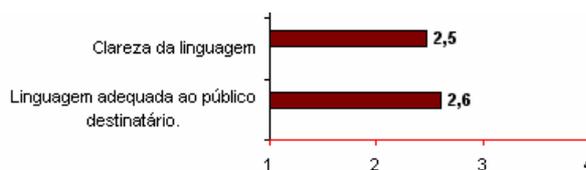


Gráfico 3: Questões referentes ao domínio linguístico.

5.5 Domínio da Interface Gráfica

Quanto ao domínio gráfico a avaliação foi realizada em dois níveis que são: “grafismo” e “interactividade” que serão apresentados a seguir. Todos os itens desta dimensão foram classificados pelos peritos/avaliadores.

5.5.1 Grafismo

Sobre o “grafismo”, ou seja, sobre as imagens e organização dos ecrãs o professores destacaram uma avaliação *satisfatória* sobre a qualidade das imagens e adaptação às possibilidades gráficas de qualquer computador; também foram classificados com *suficiente* os gráficos, desenhos e imagens, porém, a organização dos ecrãs foi avaliada como *má* por não estar centralizado e não utilizar todos os espaços disponíveis

para a demonstração das experiências. O gráfico 4 mostra-nos os resultados obtidos.

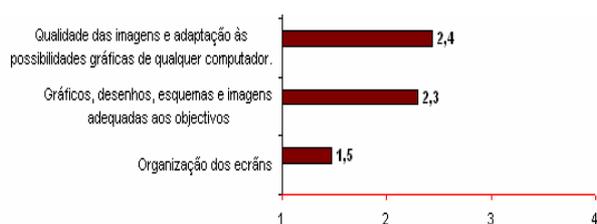


Gráfico 4: Questões referentes ao domínio da interface gráfica – grafismo.

5.5.2 Interactividade

O último tópico referente ao domínio da interface gráfica avaliado foi a “interactividade”. A este respeito, os avaliadores classificaram como *bom* o facto dos utilizadores conseguirem interagir com a ferramenta, visto que muitos dos sistemas nem sempre permitem total interacção. As ajudas e mensagens providenciadas ao longo das experiências facilitando a autonomia e a correcção dos erros dos utilizadores foram avaliadas como *satisfatórias*. Todos os itens desta dimensão foram classificados pelos peritos/avaliadores e podem ser visualizados no gráfico 5.

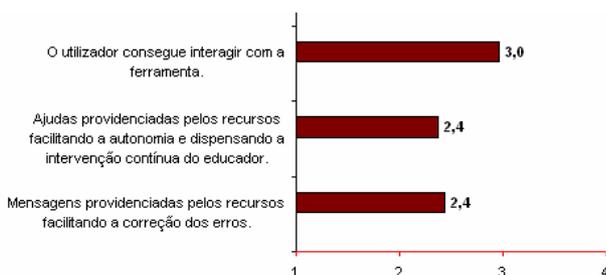


Gráfico 5: Questões referentes ao domínio da interface gráfica – Interactividade.

5.6 Avaliação Descritiva / Compreensão

Na avaliação descritiva foi solicitado aos professores que preenchessem os campos de acordo com a suas percepções dos aspectos globais dos recursos do “Laboratório Virtual de Química Orgânica”, incluindo aspectos que lhes parecessem relevantes e que poderiam contribuir para uma melhor compreensão das mais valias educativas que estes recursos poderiam ajudar a promover.

Pedimos especial atenção aos aspectos e características pedagógicas do recurso enquanto ferramenta a usar/integrar no currículo e/ou nos processos de ensino e aprendizagem. E por último pedimos que fossem relatadas algumas sugestões de melhorias para o laboratório virtual. Todas as respostas dadas foram transcritas para efeitos da análise.

5.6.1 Descrição e Apreciação Global do Recurso

- *Globalmente acho que satisfaz bem, mas pode-se fazer algumas e sem grande esforço tornar o laboratório virtual em questão, muito bom!*
- *No geral está razoável, mas poderia haver mais exercícios resolvidos e talvez mais demonstrações do que devo fazer e o que se não deve fazer, quando utilizamos os utensílios principalmente.*
- *Recursos diversificados e úteis para a compreensão e realização das actividades.*

- *Poderia melhorar-se o potencial pedagógico, com a implementação de objectos em 3d (Vrml ou outros), manipuláveis. Talvez imersos em um ambiente (laboratório) virtual, o que faria com que os alunos pudessem se familiarizar com todos os objectos (in loco, virtualmente) utilizados em um laboratório de química.*
- *De forma formal geral gostei pois foi a 1ª experiência que eu tive no manuseamento de um laboratório virtual.*
- *Em algumas experiências, não é fácil compreender como “as peças encaixam”.*
- *Este site utiliza recursos que considero importantes para as aprendizagens dos alunos, tais como o vídeo, as imagens. O texto também é muito importante e é isso que talvez esteja em falta. Deveria possuir links para o aluno aceder e saber mais sobre a experiência em questão. Os recursos interactivos para concluir a experiência são muito bons.*
- *É um recurso útil, intuitivo e de fácil interacção.*

5.6.2 Descrição e Avaliação da Relevância e Potencial Pedagógico do Recurso

- *Em termos de relevância, acho absolutamente valioso e só vem a acrescentar em termos de aprendizagem com a possibilidade de evoluir em função das necessidades dos alunos e dos conteúdos ministrados.*
- *É uma ferramenta que permite a interactividade e como sabemos e desta forma que o aluno aprende mais informações. Além disso, também achei muito interessante os gráficos apresentados no final, parece-me que dessa forma os alunos podem ter uma percepção mais global da experiência.*
- *Os conteúdos são apresentados de uma forma muito sucinta. Penso faltar alguns links em palavras nucleares para compreensão da matéria. Neste campo é de pouca ajuda o vídeo é útil para a aprendizagem.*
- *Conteúdo e linguagem adequada ao público-alvo e ao currículo.*
- *Pode ser uma ferramenta pedagógica muito útil porque permite, através da simulação de experiências, ver como estas ocorrem, onde o utilizador/educando controla os passos e vê as explicações de acordo com suas necessidades.*
- *O facto do aluno poder observar em vídeo como realizar a experiência e depois aplicar o que aprendemos tentando ele próprio, realizar a experiência, contribuir de forma significativa para a sua aprendizagem. Ele tem vários recursos ao seu dispor, pode ler, pode observar e pode simular (que contribui para a retenção em 75% dos conhecimentos)*
- *Ótimo recurso para a realização de experiências de difícil implementação, materiais raros, materiais dispendiosos, materiais perigosos.*

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentamos um laboratório virtual de Química Orgânica desenvolvido pelo professor André Arigony Souto da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), que seleccionámos como protótipo experimental para um estudo que estamos a desenvolver e que visa a utilização destas ferramentas tecnológicas em contexto de sala de aula. A necessidade de avaliar a usabilidade da ferramenta em termos técnicos e pedagógicos levou à constituição de uma amostra criterial formada por informáticos e por professores de Química que preencheram um questionário especificamente concebido

para o efeito. A análise e discussão dos resultados obtidos no teste de usabilidade, permitem-nos concluir que o laboratório analisado possui potencialidades a nível técnico e pedagógico, porém necessita de melhorias para que possa adequar as exigências de qualidade de um software pedagógico e usual, gerando uma maior facilidade de manuseamento e capacidade de retenção do conhecimento pelos utilizadores.

7. REFERÊNCIAS

- [1] ISO 9241: Parte 11 (1998) Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11 Guidance on usability.
- [2] BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista; Coutinho, Clara (2006) Laboratories Based on Internet: comparative analyses of current experiences and development of a virtual laboratory. Proceedings of IV International Conference On Multimedia And Information And Communication Technologies In Education. 1284-1289, Vol II, Seville.
- [3] CASINI, Marco; PRATTICHIZZO, Domenico; VICINO, Antonio (2003). E-learning by Remote Laboratories: a New Tool for Control Education Preprints 6th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Oulu, Finland, 95-100