

Genetics Timeline: desenvolvimento de um recurso educacional e divulgação científica em Biociências

Gilmar Vitor dos Santos¹, Adja Andrade¹, Beatriz Stransky²

¹Instituto Metrópole Digital

²Departamento de Engenharia Biomédica

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal, RN – Brasil

Gilmar.victhur@hotmail.com, adja.andrade@ufrnet.br,
beatriz.stransky@ct.ufrn.br

Resumo. *Objetos de aprendizagem (OAs) são ferramentas educativas que podem ser inseridas em diversas propostas curriculares e metodologias, presenciais ou à distância. Conscientes da importância dos OAs como recursos didático e de aprendizagem, o presente trabalho propõe a criação de um 'Timeline de Genética'. Durante o desenvolvimento realizou-se uma revisão bibliográfica, delimitação do domínio, design da interface, descrição da mecânica, implementação e avaliação. Os resultados deste trabalho interdisciplinar nas áreas de Educação, Tecnologia e Biociência são o levantamento dos OAs existentes, a produção e a avaliação da usabilidade. Além da aplicação educacional, o uso para divulgação científica é enfatizado.*

Abstract. *Learning objects (LOs) are educational tools that can be inserted into curricular proposals and different methodologies, whether in person or remotely. Aware of the importance of LOs as a teaching and learning resources, this paper propose the creation of a 'Timeline Genetics'. During the work development we carried out a literature review, the definition of the domain, interface design and mechanical description, the implementation and evaluation. The results of this interdisciplinary work involving Education, Technology and Bioscience areas are a survey of existing LOs, the production and evaluation of the OA based on the usability criteria. Beyond the educational application, the use of the OA in scientific disclosure is stressed.*

1. Introdução

A tecnologia tem transformado sobremaneira a vida do ser humano e o século XXI já é considerado o 'Século da Biologia' devido ao impacto que a biotecnologia vem promovendo nas áreas de saúde, agropecuária, energia, meio-ambiente e indústria. Instituições governamentais, não-governamentais e setores privados tem reconhecido e destacado a importância da chamada Bioeconomia [OECD 2009; OSTP 2012; CNI 2013], onde a tecnologia genômica irá não somente fornecer o mapa genético completo de uma espécie, como também irá manipular estas informações para a criação de novos

e mais eficientes processos e produtos [Venter e Cohen 2014]. Basicamente, todos os produtos e processos biotecnológicos se baseiam em técnicas de manipulação genética desenvolvidas e aprimoradas ao longo de mais de um século de pesquisas. Os princípios da hereditariedade foram propostos em 1865 por Gregor Mendel e estabeleceram os pilares da Genética Clássica. O período da Genética Molecular foi iniciado em 1953 com a elucidação da estrutura do DNA por James Watson e Francis Cricks possibilitando por sua vez, o desenvolvimento da Tecnologia do DNA recombinante. A revolução genômica se deu com o uso de tecnologias de larga escala e sequenciadores automáticos de DNA, potencializando de forma definitiva o impacto da biotecnologia na sociedade.

Entretanto, apesar da ampla divulgação de informações e utilização de produtos biotecnológicos como alimentos transgênicos, terapias de células-tronco, testes diagnósticos, biomarcadores, ainda não é claro para a maioria das pessoas como a pesquisa e o conhecimento básico suportam o desenvolvimento destas tecnologias. Uma pesquisa de opinião sobre ‘Percepção da Ciência e Tecnologia no Brasil’, promovida pelo MCTI em 2010 mostrou que apesar do interesse pelo tema e o reconhecimento dos benefícios gerados para a sociedade, a grande maioria não soube citar nenhuma instituição nacional de pesquisa ou pesquisador(a) brasileiro(a) e 37% dos entrevistados assumiram total falta de conhecimento pelo tema [Castelfranchi 2013].

Felizmente, também no domínio da educação a tecnologia tem facilitado e potencializado o acesso à informação e aprendizagem - as chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão cada vez mais presentes, com o uso de teleconferências, blogs, sites de relacionamento, vídeos, animações e hipertextos. Um tipo de conteúdo didático para o aprendizado eletrônico é comumente chamado de Objeto de Aprendizagem (OA), e pode ser definido como “qualquer entidade digital, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante um processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia” [Wiley 2001]. A presença de ferramentas interativas e processos avaliativos inseridos nestes objetos possibilitam uma postura menos passiva e um aprendizado mais significativo por parte do aluno [Freeman 2014; Braga 2014, Mota e Pimentel 2014].

Apesar das óbvias vantagens nem sempre é simples para um professor identificar e adaptar um OA dentro do seu contexto didático. Trabalhos anteriores identificaram uma carência no reuso dos objetos de aprendizagem, desconhecimento do funcionamento por parte dos professores e alunos, dificultando estratégias de utilização adequada em sala de aula, além da baixa qualidade de muitos deles [Braga 2012; Junqueira e Loscio 2014]. Na área específica de genética e genômica, a grande maioria dos OAs é desenvolvida em língua inglesa e poucos apresentam uma perspectiva histórica, onde o aumento da complexidade das informações, apresentada de forma sequencial, não gera uma perda no entendimento das mesmas. Em língua portuguesa, os únicos dois OA encontrados com estes atributos estavam desatualizados desde 2003, evidenciando a necessidade do desenvolvimento de um OA que sirva como um recurso educacional para professores e estudantes e um meio de divulgação científica para a população.

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem na forma de uma linha do tempo (*timeline*) interativa sobre os principais marcos da história da genética, inspirado na linha do tempo “*Landmarks in Genetics and Genomics*” publicada pela revista Nature [Collins 2003]. O trabalho foi desenvolvido por uma equipe interdisciplinar das áreas de Educação, Ciência da Computação e Biologia. Devido à clara definição do domínio deste objeto e à facilidade de ser utilizado ou referenciado, espera-se que a construção deste material de apoio didático possa suprir esta necessidade e contribuir para o ensino em biociências nas várias disciplinas onde possa ser aplicado e reutilizado - entre elas, genética, citologia, biologia molecular, evolução e biotecnologia. Oportunamente, esta *Timeline* será inserida em um portal de informações sobre Biotecnologia, juntamente com outros OAs a serem produzidos. Este portal terá dupla função - de educação e aprendizagem para estudantes de biociências e de divulgação científica sobre biotecnologia para o público em geral.

2. Metodologia

O desenvolvimento de um objeto de aprendizagem pode ser comparado ao de um software, porém por se tratar de um conteúdo digital voltado ao aprendizado, um OA deve apresentar tanto qualidade técnica quanto pedagógica. Algumas metodologias de desenvolvimento como o design instrucional consideram fortemente os aspectos pedagógicos, enquanto outras favorecem os processos computacionais de desenvolvimentos de softwares.

Visando buscar um equilíbrio entre estas abordagens, Braga e colaboradores criaram a metodologia INTERA, que consiste nas seguintes etapas: contextualização, requisitos, design, desenvolvimento, testes, disponibilização, avaliação, gestão de projetos e ambiente [Braga 2013; 2015]. Para a construção da *Timeline* procuramos contemplar as atividades referentes a cada etapa da metodologia INTERA no processo de desenvolvimento, que pode ser resumido da seguinte forma: (i) definição do domínio, (ii) design da interface, (iii) descrição da mecânica, (iv) implementação e (v) avaliação. Todas estas etapas são apresentadas a seguir.

2.1 Definição do Domínio e Contexto Pedagógico

O domínio deste objeto de aprendizagem tem como foco as principais descobertas científicas que possibilitaram o desenvolvimento da genética/genômica e suas principais aplicações. Esta definição é essencial para a contextualização pedagógica do OA.

Com o objetivo de avaliar o que já havia sido desenvolvido sobre a história da genética, e buscar informações para o conteúdo do OA, foi realizada uma pesquisa na internet utilizando as palavras-chave em português: ‘histórico’ ou ‘linha do tempo’ e ‘genética’, e em inglês: ‘genetics’ e ‘timeline’. Esta pesquisa serviu como referência para construir a base de domínio deste trabalho (ver Resultados). Adicionalmente, foram também utilizados os seguintes sites para busca de conteúdo: *National Human Genome Research Institute*, *DNA Learning Center*, *Scitable*, *Profiles in Science*, *Nobel Prize*, *Bio*. e *Wikipedia*. Recursos multimidiáticos como fotos, vídeos e animações

foram encontrado nos sites *Eletronic Scholarly Publishing*, *DNA From The Beginning*, *DNA interactive*, *Genome: Unlocking Life's Code* e *Wikimidia*.

2.2 Design da Interface – requisitos e arquitetura

O design da interface iniciou com um *brainstorming* em papel e evoluiu até versões prototipadas desenvolvidas com ferramentas específicas (Figura 1). Nesta etapa os requisitos foram avaliados e a arquitetura foi definida. Tomando como referência o Design para Web, um dos pontos-chave foi planejar a área de navegação e menus e a área de conteúdos [Preece 2005]. Utilizando a técnica de Design Iterativo, foi realizada a prototipação dos *layouts* para visualizar a forma e o conteúdo do OA. Esta técnica permite que a interface seja implementada rapidamente, ao mesmo tempo que permite, caso necessário, a modificação e reformulação dos requisitos [Dix 2003].

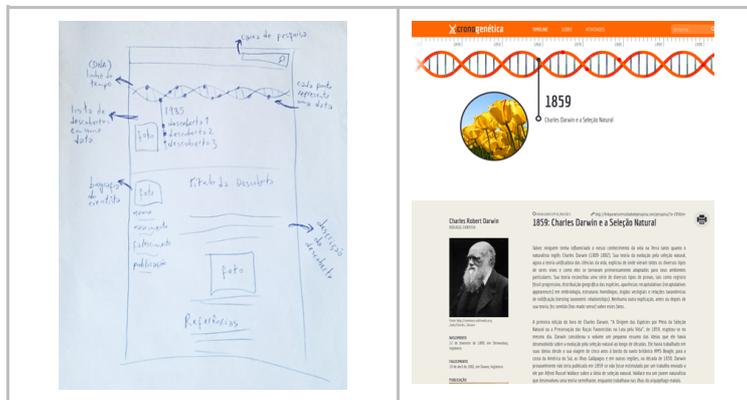


Figura 1. Desenvolvimento do OA: esquema em papel e formato final na web.

Antes de iniciar o design da interface, duas linhas do tempo serviram como referência para a construção do objeto de aprendizagem - o Portal Universitário (<http://www.universitario.com.br/cepo/genoma/Genetica.html>) e a localizada no site *Genome: Unlocking Life's Code* (<https://unlockinglifescode.org/timeline>). Estas foram escolhidas por apresentarem uma estrutura contínua de informações, como havíamos planejado. Com o auxílio da ferramenta *Pencil Project*, foi feito um esboço gráfico dessas interfaces visando observar aspectos como facilidade de interação, organização das informações, navegação pelo conteúdo, disposição dos elementos e aparência (Figuras 2a e 2b).



Figura 2a. Esboço baseado na linha do tempo do Portal Universitário

A linha do tempo do Portal Universitário foi construída utilizando a tecnologia Flash, apresentava uma estrutura horizontal com a possibilidade de acessar mais informações ao clicar em uma data, mas a navegação pelo conteúdo era problemática e pouco intuitiva. A linha do tempo do *Genome: Unlocking Life's Code*, construída em HTML5, apresentava uma estrutura vertical, também podia ter acesso a mais informações, a navegação pelo conteúdo era simplificada através do *scroll* e a página apresentava uma aparência mais moderna.



Figura 2b: Esboço baseado na linha do tempo de *Genome: Unlocking Life's Code*

2.3 Descrição da Mecânica

A partir da análise das características das duas linhas do tempo estudadas, foi feita a definição da mecânica do objeto de aprendizagem, isto é, a definição do modo de navegação, interação, metadados e atividades previstas. Para facilitar o acesso e a utilização do OA por professores e alunos, uma das questões-chave é a sua identificação pelos sistemas de busca. Este processo é geralmente facilitado pela atribuição descritiva dos *metadados* do objeto, conforme descrição a seguir:

- **Objetivo:** ensino de genética e genômica, e divulgação científica.
- **Pré-requisitos:** conhecimentos básicos a intermediários de biologia, especialmente para entendimento dos textos sugeridos nas referências.
- **Tópico:** biologia, genética e genômica.
- **Interatividade:** links, menus, barras de rolagem, busca por palavras-chave.
- **Requisitos de tecnologia:** acesso à internet e browser de navegação web.

Tabela 1. Organização da estrutura e conteúdo de cada página da *Timeline*

METADADOS	BIOGRAFIA	CONTEUDO
Título	Nome	Texto
Ano	Profissão / Ocupação	Imagens e Legendas
Tags	Foto e Legenda	Curiosidades
Data de atualização	Nascimento	Para Saber Mais
	Falecimento	
	Publicação (foto e link)	
	Premiações	

Optou-se pela estrutura horizontal e fornecimento progressivo de informações para o usuário. Inspirado na linha do tempo da revista *Nature*, a linha do tempo foi criada sobre o desenho de uma molécula de DNA estilizada e para facilitar a navegação, foi inserida uma barra de pesquisa. A organização das informações em cada ponto da *Timeline* seguiu a estrutura mostrada na tabela 1: (i) descrição geral de cada descoberta ou aplicação, (ii) biografia resumida dos pesquisadores, e (iii) referências bibliográficas (item ‘Para Saber Mais’). Geralmente, estas referências bibliográficas apontam para sites em inglês, da mesma forma que os links no item ‘Atividades’, localizado na barra superior do site, apontam para OAs apresentados também em inglês.

Seguindo a técnica de prototipação iterativo-incremental, foram criados modelos iniciais da interface do sistema, utilizando a ferramenta de edição de imagens vetoriais *Inkscape*. Ao longo de várias reuniões, esses modelos, também conhecidos como *mock-ups*, passaram por reavaliações e ajustes, resultando em modelos mais adequados e completos.

2.4 Implementação

A análise anterior foi importante para decidir quais tecnologias seriam utilizadas na construção do site, como seria a interface e quais informações deveriam ser incluídas nas páginas. As linguagens de programação escolhidas para construção da *Timeline* foram HTML5, CSS e JavaScript. Esse conjunto de tecnologias é bastante utilizado em sistemas online porque são padrões W3C, que permitem aumentar a interatividade das páginas web e facilitam o desenvolvimento através de camadas (informação, aparência, comportamento).

2.5. Avaliação

A avaliação é uma parte fundamental de um sistema de design interativo. Sem fazer qualquer avaliação é impossível saber se um sistema atende às expectativas dos usuários. Seu objetivo é testar a funcionalidade do sistema, avaliar as experiências dos usuários na interação, identificar problemas específicos com o design, qualidade do conteúdo e propor melhorias.

A avaliação deste OA foi realizada segundo uma abordagem formativa, permitindo identificar e consertar um problema antes que o produto seja finalizado. A avaliação heurística foi adotada com a finalidade de analisar o sistema, descobrir potenciais problemas de usabilidade e propor melhorias. Entende-se por heurística, um princípio geral ou diretriz para guiar uma decisão de design ou criticar uma decisão já tomada [Dix et al 2003]. Como metas de usabilidade para este objeto de aprendizagem foram escolhidas e adaptadas algumas heurísticas [Nielsen 2006; Preece 2005]: (1) visibilidade do status do sistema, (2) linguagem, (3) controle do usuário e liberdade, (4) consistência e padrões, (5) minimizar a carga de memória, (6) flexibilidade de uso, (7) estética e layout. O resultado foi uma lista de problemas que serviram como base para o aprimoramento da interface.

3. Resultados

3.1. Pesquisa de OAs relacionados

Os resultados da pesquisa feita com o objetivo de identificar e avaliar os materiais existentes disponíveis e adequados aos critérios estabelecidos na contextualização do OA, revelaram pouquíssimos materiais desenvolvidos em português - apenas 2 dos 20 sites selecionados para busca de conteúdo. O site 'O DNA vai à Escola' (<http://www.odnavaiaescola.com.br/dna/>) é uma versão em português do 'DNA from the begining' produzida pelo Dolan DNA Learning Center. É um site bastante completo que apresenta recursos multimídia sobre as bases do DNA, genética e hereditariedade. Por sua vez, o 'Portal Universitário' apresenta um conteúdo bem menos dinâmico, baseado exclusivamente em informações muitas vezes mal traduzidas do National Human Genome Research Institute e sem a devida referência às fontes ou autores. Além disso, todas as *timelines* avaliadas apresentavam informações somente até o ano de 2003, data da publicação oficial do Projeto Genoma Humano.

A partir deste levantamento, selecionamos alguns sites para consulta e para estender as informações da *Timeline* até os dias atuais. Os sites 'National Human Genome Research Institute' (<http://www.genome.gov/25019887>) e 'DNA Interactive' (<http://www.dnai.org/timeline/index.html>), serviram como base, mas não foram usados exclusivamente. Os sites selecionados estão listados na Metodologia - seção 2.1.

3.2 Implementação da *Timeline*

O desenvolvimento deste OA gerou um novo ambiente para atividades didáticas e divulgação sobre temas ligados à genética e biotecnologia (figura 3). As características básicas de cada página foram descritas na seção 2.3. É importante mencionar que o objeto *Timeline*, por se tratar de um sistema web, contempla as principais características de OA, principalmente a facilidade de uso, o reuso, a independência da plataforma, a portabilidade e a capacidade de ser referenciado.



Figura 3. Apresentação da página inicial da *timeline* CronoGenética.

3.3. Avaliação da *Timeline* – teste de usabilidade

Para a avaliação do Objeto de Aprendizagem, alunos do Bacharelado em XXX realizaram uma análise preliminar da interface com base em uma lista pré-determinada de critérios de usabilidade, apresentados no item 2.5. A gravidade dos problemas em cada um destes critérios foi determinada pela combinação de três fatores: (i) Frequência, (ii) Impacto e (iii) Persistência. A frequência indica quantas vezes ele ocorre na interface, o impacto avalia se o problema é fácil de ser superado, e a persistência indica se o problema é recorrente.

Para medir a severidade de um problema, foi feita uma adaptação da escala de prioridades proposta por Nielsen para resolução dos problemas de interface [Nielsen 2006]. 0 - especialista não concorda que este seja um problema relevante de usabilidade; 1 - problema secundário e sem importância; 2 - problema de usabilidade principal (importante) e o conserto é de bastante prioridade; 3 - problema catastrófico, é imperativo consertar este problema antes da utilização do objeto de aprendizagem. Os resultados desta avaliação são apresentados na figura 4.

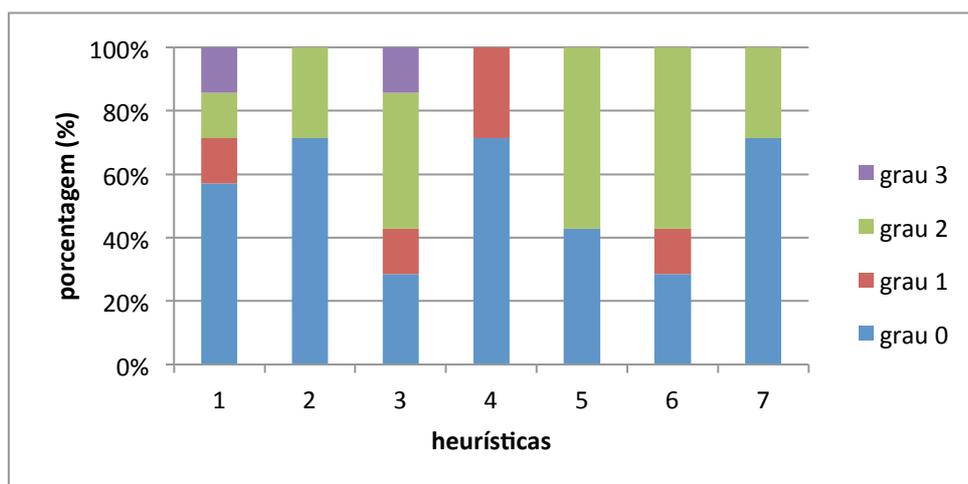


Figura 4. Resultados da avaliação da interface em relação aos critérios de usabilidade

Apesar da avaliação francamente positiva, alguns problemas foram relatados: (i) O ambiente não permite visualizar o status do sistema: a cor vermelha dos marcadores é muito forte, tornando difícil visualizá-los (contraste insuficiente). Além disso, poderia haver destaque de cor para indicar qual evento está selecionado no momento. (ii) A interface não permite liberdade de navegação: difícil navegação evento a evento, os botões “próximo” e “anterior” ficam em posições difíceis de encontrar. (iii) A interface não apresenta flexibilidade e eficiência de uso: o DNA deveria ser arrastado com o mouse. Estes problemas foram avaliados e as soluções estão sendo desenvolvidas.

Como dito anteriormente, a qualidade de um OA depende tanto das especificações técnicas quanto didáticas. Em uma segunda etapa de avaliação, o ambiente será testado com os usuários reais, ou seja, alunos e professores dos cursos de

Biociências da universidade. Estes usuários irão avaliar se qualidade das informações, o formato didático e a interatividade gerou realmente um ganho significativo no entendimento da base científica dos processos e aplicações em genética e genômica.

4. Considerações e Trabalhos Futuros

Conscientes do efeito positivo de se adotar práticas que estimulem a aprendizagem ativa, interatividade e auto-avaliação para um aprendizado mais significativo por parte dos alunos, propusemos desenvolver um objeto de aprendizagem como forma de proporcionar uma base científica e histórica das principais descobertas e aplicações da área de genética e genômica, que por sua vez constituem o fundamento de toda a biotecnologia que existe atualmente.

A partir do levantamento realizado para verificar a existência de OA na área de interesse foi possível comprovar que embora existam alguns materiais educacionais sobre genética e genoma, não havia um objeto de aprendizagem em língua portuguesa e atualizado. Visando preencher esta lacuna, a *Timeline* foi planejada e construída e poderá ser utilizada tanto no ensino médio quanto no ensino superior. A metodologia adotada, inspirada no modelo INTERA para desenvolvimento de OA foi bastante iterativa e rápida permitindo um desenvolvimento ágil do recurso digital. O OA foi analisado quanto aos critérios de usabilidade e foi verificado que a interface não apresenta problemas com alto grau de severidade e sua linguagem, *layout* e navegação foram bastante apreciadas pelos usuários. Como trabalhos futuros iremos trabalhar na inclusão de critérios de acessibilidade web e de adaptação deste OA para as plataformas móveis. Iremos também desenvolver um portal sobre biotecnologia, que irá conter este e outros objetos, atividades, biblioteca virtual, ferramentas de comunicação e avaliação.

Este trabalho multidisciplinar evidencia as múltiplas contribuições nas áreas de Ciência da Computação, Educação e Biociências. Na Ciência da Computação a construção de OAs pode ser utilizada como projeto de pesquisa ou meio para aprendizado, desenvolvimento e aprimoramento de técnicas, linguagens e design. Na área educacional, o desenvolvimento do OA juntamente com os atributos ligados área pedagógica permite a aplicação deste em inúmeros contextos educativos, seja em ambientes presenciais ou à distância. E por fim, com o foque específico na área da genética, esperamos que este recurso gere um melhor entendimento do tema e uma aprendizagem significativa para alunos de Biociências, além de servir como ambiente de divulgação científica sobre Biotecnologia.

Agradecimentos

Este trabalho é parte do projeto Biologia Sistêmica do Câncer e tem o apoio financeiro da CAPES (edital Biologia Computacional #51/2013).

Referências

Braga, J. C.; Pimentel, E.; Dotta, S.; Stransky, B. (2012) “Desafios para o

- Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade”, In: Anais do DesafIE - Workshop de Desafios da Computação aplicados à Educação, CSBC’2012, Curitiba/PR.
- Braga, J. C.; Pimentel, E.; Dotta, S. (2013) “Metodologia INTERA para o Desenvolvimento de objeto de Aprendizagem”. In: Anais do CBIE - II Congresso Brasileiro de informática na Educação, Campinas/SP.
- Braga, J. C.; Pimentel, E.; Dotta, S.; Meneses, L. (2014) “Desafios sobre a Avaliação dos Ganhos de Aprendizagem na Educação mediada por TICs”. In: Anais do DesafIE - III Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, CSBC’2014, Brasília/DF.
- Braga, J. C. (2015) “Objetos de Aprendizagem Volume II - Metodologia de Desenvolvimento”. Santo André: Editora da UFABC, v. 2. 163p.
- Castelfranchi, Y. et al. (2013) “As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o ‘paradoxo’ da relação entre informação e atitudes”, História, Ciências, Saúde, Manguinhos/RJ, v.20, supl., p.1163-1183.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. (2013) “Bioeconomia: uma agenda para o Brasil”. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2013/10/11/410/20131011094912801299u.pdf
- Collins, Francis S.; Green, Eric D.; Guttmacher, Alan E.; Guyer, Mark S. (2003) “A vision for the future of genomics research”, Nature 422, p. 835-847.
- Dix, A. (2003) “Human-Computer Interaction”, 3rd Edition, Prentice Hall.
- Freeman S.; Eddy S. L.; McDonough M.; Smith M. K.; Okoroafor N.; Jordt H.; Wenderoth M. P. (2014) “Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics”. Proceedings in National Academy of Science, 111, p. 8410-8415.
- Junqueira, R. P.; Lóscio, B. F. (2014) “Repositórios de Objetos de Aprendizagem: uma análise comparativa com ênfase no reuso de conteúdos”. In: Anais do CBIE - III Congresso Brasileiro de informática na Educação, Dourados/MS.
- Mota, L. F. e Pimentel, E. P. (2014) “Jogo Digital para Motivar a Aprendizagem de Operações Aritméticas na Educação Básica”. In: Anais do LACLO – IX Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje, Manizales, Colombia.
- Nielsen, J.; Loranger, H. (2006) “Prioritizing Web Usability”, New Riders Press, ISBN 0-321-35031-6.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. (2009) “The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda”. Disponível em <http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/42837897.pdf>
- OSTP - Office of Science and Technology Policy 2012 National Bioeconomy Blueprint https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf
- Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H. (2005) “Design de Interação: Além da Interação Homem-Computador”. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman.
- Venter, C.; Cohen, D. (2014) “The Century of Biology”. New Perspectives Quarterly, v. 31, p. 28–37.
- Wiley, David A. (2001) “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy”. In: The Instructional Use of Learning Objects. Disponível em: http://wesrac.usc.edu/wired/bldg7_file/wiley.pdf.