

# UM MODELO PARA O USO DE SIMULADORES NO ENSINO

## UN MODELO PARA EL USO DE SIMULADORES EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA

Fernando Rafael Stahnke and Marta Rosecler Bez<sup>1</sup>

Recibido para publicación: 28 de mayo de 2014 - Aceptado para publicación: 15 julio de 2014

### ABSTRACT

This paper present a model for the implementation and use of simulators in the teaching and learning process. We presente definitions and examples of simulators and the construction of model with four pillars: methodological, organizational, technological and structural.

### RESUMO

Este artigo apresenta um modelo para a implementação e uso de simuladores no processo de ensino e aprendizagem. São apresentadas definições, exemplos de simuladores e a construção do modelo, baseado em quatro pilares: metodológicos, organizacionais, tecnológicos e estruturantes.

**Keywords:** Simulation, Educational activities, educational methodology

---

<sup>1</sup>Manuscript received Junho 9, 2014.

Fernando Rafael Stahnke is of the Universidade Feevale and of the I3C – Instituto Curiosidade, Ciência e Criação. R. Arthur Leopoldo Ritter, 105 – 93.600-000 – Estância Velha – RS – Brasil. E-mail: fstahnke@gmail.com.

Marta Rosecler Bez. Author is of the Universidade Feevale and of the I3C – Instituto Curiosidade, Ciência e Criação. R. Arthur Leopoldo Ritter, 105 – 93.600-000 – Estância Velha – RS – Brasil. E-mail: martabez@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

SEGUNDO dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [1], aproximadamente 97% das crianças com idade entre 7 e 14 anos estavam matriculadas nas escolas brasileiras. Mas, o fato destas frequentarem a escola não é suficiente para afirmar que o país tenha avançado em relação à educação.

Ao observar os resultados da Prova Brasil (pesquisa nacional de avaliação do rendimento escolar) realizada pelo Ministério da Educação (MEC), os alunos concluem o Ensino Fundamental no nível educacional em que deveriam estar ao terminar apenas o 5º. ano.

Se comparados os dados estatísticos da educação no Brasil com dados internacionais, o problema mostra-se mais gritante. Na prova do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), no ano de 2012, onde participaram 65 países com alunos com média de 15 anos, os alunos brasileiros classificaram-se em 55º lugar em leitura, 58º em Matemática e 59º em Ciências [2].

Diante deste cenário e dos vários desafios a serem resolvidos na educação nacional, denota-se uma nova era onde os alunos estão cercados por recursos digitais que podem ser melhor utilizadas na busca de uma educação de qualidade. A geração atual, denominada de nativos digitais [3] consome informações midiáticas e manipulam diversos recursos e ferramentas, pois já nasceram imersos na sociedade digital e são fortemente influenciados pela cibercultura [4].

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) invadiram o cotidiano dos jovens, tornando indispensável a identificação de práticas e modelos que possibilitem aos educadores preparar a nova geração para “aprender a aprender” [5].

As escolas, na tentativa de adaptar-se a esse nova era, muitas vezes utilizam-se de práticas sem referências e, em alguns casos, realizam atividades que não estão alinhadas ao ensino, implementando a tecnologia sem uma metodologia apropriada ou um modelo a ser seguido.

Este artigo apresenta um modelo para o uso de ferramentas tecnológicas, em especial simuladores, no processo de ensino e aprendizagem. Para tanto, na seção II são apresentadas a definição de simuladores e exemplos de uso nos diversos contextos. A seção III apresenta o modelo construído para o desenvolvimento e uso de simuladores no processo de ensino e aprendizagem, seguido das conclusões deste artigo.

## 2. SIMULADORES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Segundo Jong e Joolingen [6] uma simulação computacional é “um programa que contém um modelo de um sistema (natural ou artificial) ou um processo”. Essa pode suportar exemplos de práticas que incluem a formulação de questões, desenvolvimento de hipóteses, coleção de dados ou revisão da teoria. Uma simulação pode ser entendida, então, como a reprodução ou representação simplificada de um cenário real, evento ou processo.

De acordo com o dicionário [7], “a técnica que imita o ambiente assim como uma situação ou processo (na área econômica, militar, mecânica, entre outras) pelo meio de analogia com situações ou aparelhos, especialmente com o propósito de estudo ou treinamento, recebe o nome de simulação”.

Ziv et al. [8] definem simulação como uma técnica que se utiliza de um simulador, considerando-o como um objeto ou representação parcial ou total de uma tarefa a ser replicada. Essa definição é complementada por Bass [9], referindo-se a modelos computacionais para estudo e previsão de eventos ou comportamentos, disponibilizado

para uma ampla gama de aplicações, sendo utilizada principalmente na área da educação.

Rutten, Joolingen e Veen [10] destacam que a literatura provê robustas evidências de que a simulação computacional pode melhorar o ensino, principalmente como um laboratório de atividades (exemplos demonstrados na sequência justificam essa afirmação). Akpan [11] já investigava o potencial uso de simulações no ensino em situações em que demonstrações naturais eram impossíveis de serem realizadas. Para Blake e Scanlon [12], as possíveis razões para o uso de simuladores no ensino por computador incluem: economia de tempo, permitindo que os estudantes repitam várias vezes um mesmo experimento; permite que os alunos manipulem diferentes variáveis, com vários estados a serem estudados e analisados, testando suas hipóteses; provê meios de entender a variação nas representações, através de diagramas e gráficos.

Buscando dinamismo e interatividade em simulações computacionais, o desenho de processos cada vez mais complexos, tem se tornado popular em vários domínios da educação. Esses domínios são: biologia [13], [14], química [15], [16], engenharia [17], [18], física [19], [20], ciência da computação [21], [22], entre outros.

Evidências apontam para um aprendizado mais efetivo por alunos que usam a tecnologia, além de destacar a melhor aceitação e prazer na execução das tarefas. As técnicas utilizadas no desenvolvimento dos simuladores vão desde simples páginas HTML até o uso de realidade virtual com ambientes imersivos, com a execução de seleção e manipulação de objetos, aproveitando as experiências e os conhecimentos que o aluno traz do mundo real.

Autores como Bell e Trundle [23] destacam que um dos aspectos evidenciados pelos alunos no uso de diversos simuladores avaliados é a fácil interpretação e o entendimento de sistemas e

fenômenos. Acrescido a isso, seus resultados que não são possíveis de observar, na prática, e que anteriormente tinham que usar a imaginação e tentar entender apenas através da teoria.

Chang et al. [24] ainda destacam que simuladores têm um número de características que são de especial ajuda no ensino de ciências, física, química e biologia. Isso porque auxiliam em demonstrações que não podem ser realizadas em laboratórios de escolas por causa do perigo envolvido ou das considerações éticas de ensaios em animais. Segundo os autores, elas podem ajudar na redução do custo de experiências laboratoriais caras.

Evidencia-se a possibilidade de algumas experiências demoradas serem executadas mais rapidamente (embora seja possível gastar um tempo considerável, explorando todas as possibilidades oferecidas por uma simulação bem projetada). O tempo do professor é dedicado a interagir com os alunos em vez de lidar com a gestão do material, aparelhos e supervisão. As simulações oferecem uma maneira fácil de controlar variáveis experimentais, abrindo a possibilidade de exploração e de desenvolvimento de hipóteses, representadas por diagramas, gráficos, animações, som e vídeo, o que pode facilitar a compreensão do fenômeno.

Por fim, cabe ressaltar que o sucesso no uso de simuladores no ensino não depende somente da qualidade da simulação, mas do papel do professor nesse processo. Hennessy [25] acrescenta que aspectos como o conhecimento dos professores da própria tecnologia, a melhor forma de explorar esses recursos em sala de aula, a idade dos alunos, os níveis de experiência prévia, são fatores cruciais na criação das condições para uma aprendizagem eficaz.

Diante deste contexto, o que se busca, com este artigo, é apresentar um modelo para a implementação de simuladores no processo de ensino e aprendizagem, onde não se

busque somente o uso da tecnologia, mas uma metodologia que dê suporte ao processo.

### 3. MODELO PROPOSTO PARA O DESENVOLVIMENTO E USO DE SIMULADORES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Na pesquisa realizada não foi encontrado um modelo para a implementação de ferramentas tecnológicas, em especial simuladores nas escolas. Com base nesta premissa e buscando apoiar o uso de ferramentas tecnológicas, esta seção apresenta o modelo proposto para a implementação de simuladores no processo de ensino e aprendizagem. A Fig. 1 apresenta o modelo e na sequência esse é explicado em detalhes.

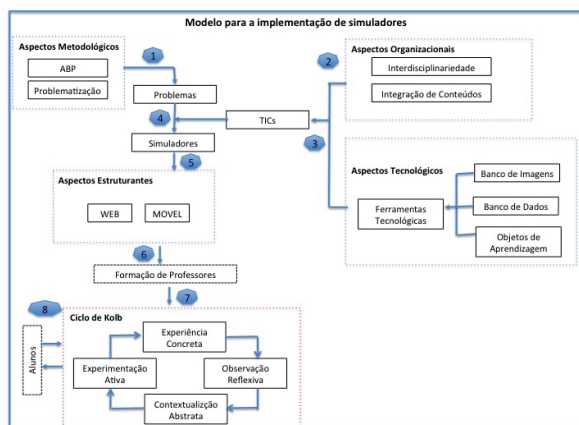
Conforme apresentado na Figura 1, quatro pilares devem ser observados no desenvolvimento e no uso de simuladores para o processo de ensino e aprendizagem. São eles:

**Pilares Metodológicos:** características encontradas nos métodos de Ativos de Aprendizagem como Aprendizagem Baseada em Problemas [26], [27], [28] e Problematização [29], [30] podem dar suporte ao uso de tecnologias, principalmente no que se refere à criação e uso de simuladores. Foram analisadas características pertinentes aos dois métodos, bem como

dificuldades na sua implantação. A característica principal que os dois têm em comum é o fato de trabalharem com problemas que podem ser reais ou fictícios. Essa abordagem de problemas, adapta-se muito bem na geração de Simuladores.

**Pilares Organizacionais:** a interdisciplinaridade e a integração de conteúdos devem estar presente no modelo, no sentido de que não se desenvolvam conteúdos isolados, mas que possam ser temas que abordem diversas disciplinas e conteúdos. Uma simulação pode integrar os diversos conteúdos abordados, destacando a interdisciplinaridade. A simulação de números fracionários aborda conteúdos de matemática, mas pode também abordar dados de geografia, português, inglês, entre outros. Como exemplo, questões relativas a área ocupada por água no planeta, densidade populacional, idiomas falados por países pesquisados, etc. Só nesse exemplo já se tem conteúdo de diversas disciplinas que podem e devem ser incorporadas nos simuladores.

**Pilares Tecnológicos:** o uso de ferramentas que subsidiem o desenvolvimento de simuladores torna-se crucial no modelo, pois eles darão todo o aporte para o processo de ensino e aprendizagem. Os aspectos tecnológicos englobam o uso de simuladores, armazenamento e disponibilização de imagens, banco de dados, objetos de aprendizagem a serem utilizados e sistemas auxiliares. Ferramentas desse tipo podem ser desenvolvidas na instituição de ensino, adquiridas em Repositórios de Objetos de Aprendizagem ou compradas pela escola. Cabe ressaltar que os aspectos tecnológicos podem ser compostos por outras tecnologias, de acordo com a necessidade percebida na instituição em que se aplicará o modelo.



**Figura 1.** Modelo para a implementação de simuladores no processo de ensino e aprendizagem.

A junção dos Pilares Organizacionais (representados pelo número 2 no modelo) com os Pilares Tecnológicos (representados pelo número 3 no modelo) formam as TICs (representada pelo número 4 no modelo), que unidas aos Problemas

(representado no modelo pelo número 4) darão suporte a criação de simuladores, os quais estão disponíveis nos Pilares Estruturantes (representados na figura pelo número 5).

**Pilares Estruturantes:** as ferramentas tecnológicas desenvolvidas devem estar disponíveis em diversas plataformas, permitindo o uso em locais e formas de acesso distintos. Por exemplo: o aluno pode acessar um caso via web, em casa ou no laboratório da escola; via telefonia móvel em filas, meios de transporte, entre outros. Como plataformas disponíveis, tem-se a web e a telefonia móvel.

Os aspectos metodológicos, organizacionais e tecnológicos permitem aos professores o desenvolvimento de simulações, a serem disponibilizados nos aspectos estruturantes. De posse das ferramentas, torna-se fundamental a formação de professores (representadas no modelo pelo número 8) no contexto das ferramentas e forma de empregá-las no processo de ensino e aprendizagem.

Os alunos interagem com o simulador que permite uma aprendizagem ativa, demonstrada através do Ciclo de Kolb [31], também conhecido como “ciclo de aprendizagem vivencial”. Nesse ciclo, é possível observar quatro estágios bem definidos: experiência concreta, observação reflexiva, contextualização abstrata e experimentação ativa.

A vivência estimula a reflexão, levando à construção de um arcabouço pessoal de competências que permite ao aluno estar preparado para a solução de problemas que serão encontrados na sua vida pessoal e futuro profissional. A reflexão estimula o pensamento crítico e não a mera aceitação das práticas já consagradas, levando o aluno a aprender a adaptar, transformar o conhecimento existente para o seu crescimento próprio. A experimentação ativa é complementada pelo conceito de aprendizagem contextualizada [32], o qual indica que a habilidade ou a competência desenvolvida está conectada com situações reais ou simuladas nas quais ela seria utilizada [33].

Um resumo do modelo proposto é apresentado em camadas na Fig. 2.

A primeira camada, composta pelos Pilares Metodológicos, estrutura a forma dos problemas serem apresentados, que pode ser de maneira textual. Na segunda camada, Pilares Organizacionais, esses problemas passam por um processo de integração de conteúdos entre as várias áreas do conhecimento. Com esse procedimento, têm-se os componentes que compõem os conteúdos integrados de forma interdisciplinar. Na terceira camada, têm-se os Pilares Tecnológicos, com ferramentas computacionais, onde os problemas são armazenados. Na quarta camada, Pilares Estruturantes, os simuladores são disponibilizados aos alunos em uma plataforma que pode ser web ou móvel. Tem-se, desta forma, os simuladores disponíveis, com os quais os alunos interagem. A junção de todos esses pilares permite uma Aprendizagem Ativa, onde os alunos poderão experimentar virtualmente situações que encontrarão no seu dia a dia pessoal e profissional.

No processo de aprendizagem, o papel principal é do aluno que, ao interagir com as simulações, deve buscar soluções para os problemas encontrados. Essas soluções encontram-se na literatura, em problemas similares divulgados, em conteúdos já apresentados pelos professores, entre outros.

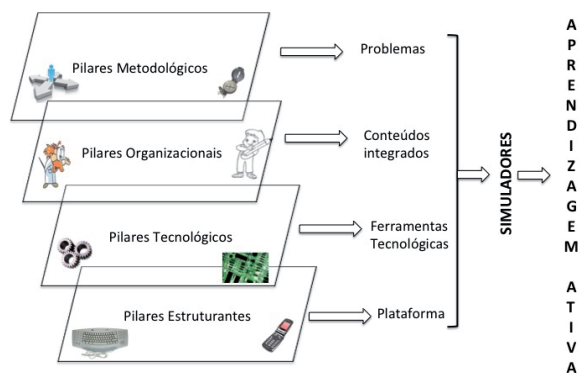


Figura 2. Modelo proposto apresentado em camadas.

No processo de construção das simulações, o papel principal é dos professores, que elaboram situações-problema desafiadoras. Isso deve ocorrer com o cuidado de que eles tenham um nível de dificuldade crescente, de forma que não sejam fáceis a ponto de desestimular o aluno, nem difíceis o suficiente para frustrá-lo.

## CONCLUSÕES

Este artigo apresenta uma proposta para o uso de simuladores no ensino. A experiência de seis anos dos autores trabalhando com simuladores no ensino universitário culminou em um modelo para o desenvolvimento e uso de simuladores no ensino em faculdades de medicina. Este modelo foi validado no ano de 2012 [34] e 2013 [33].

Observando os números alarmantes em que se encontra a educação fundamental e média no Brasil, busca-se por formas de melhorias, modelos que possam levar os índices a patamares aceitáveis. O uso da tecnologia, como percebido até o momento, inserindo algumas ferramentas em disciplinas isoladas, sem um modelo ou metodologia parece não estar surtindo efeito na melhoria da qualidade de ensino.

Com base nestas constatações, este artigo apresenta uma adaptação do modelo empregado com sucesso [34] a realidade da educação fundamental e básica.

O modelo conta com quatro pilares que lhe dão a sustentação necessária: metodológicos, organizacionais, tecnológicos e estruturantes. Além disso, e tão importante quanto estes, a formação de professores, para que consigam trabalhar projetos conjuntos, de forma interdisciplinar e a apresentação aos alunos no formato de problemas simulados.

O modelo necessita, ainda, ser validado junto a uma Instituição de Ensino fundamental e/ou médio para que os ajustes necessários e adaptações sejam realizadas.

Ao final, o que se busca são metodologias que permitam as escolas atenderem as demandas destes alunos denominados de nativos digitais, desgostosos das aulas ditas tradicionais e que não possuem o encanto do uso das tecnologias e se as utilizam, ainda, é modificando o formato de apresentação de conteúdos e não a metodologia do processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- [1] INEP. Indicadores Educacionais e dados consolidados. Disponível em: [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2013/enem2013\\_confirmados.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2013/enem2013_confirmados.pdf). Acesso em maio/2014.
- [2] INEP. PISA - Programme for International Student Assessment. Resultados do PISA 2012. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>. Acesso em: maio/2014.
- [3] PRENSKY, Marc. Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: Senac/SP, 2012.
- [4] LEVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo. São Paulo: Editora 34, 1999.
- [5] DELORS, Jacques. Educação: Um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, 1998.
- [6] JONG, T.; JOOLINGEN, W. R. Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, v. 68, n. 2, p.179–201, 1998.
- [7] OED Online. Oxford English Dictionary. Disponível em: <http://dictionary.oed.com>. 2006. Acesso em: 27 Jan. 2012.
- [8] ZIV, A.; BEN-DAVID, S.; ZIV, M. Simulation Based Medical Education: an opportunity to learn from errors. *Medical Teacher*, v. 27, n. 3, p.193-199, 2005.



- [9] BASS, J. Revolutionizing Engineering Science through Simulation. A Report of the National Science Foundation Blue Ribbon Panel on Simulation-Based Engineering Science. Virginia, USA: National Science Foundation. may/2006. 66p.
- [10] RUTEN, N.; JOOLINGEN, W. R.; VEEN, J. T. The learning effects of computer simulations in Science education. *Computer & Education*, v. 58, n. 1, p.136-153, 2011.
- [11] AKPAN, J. P. Issues associated with inserting computer simulations into biology instruction: a review of the literature. *Electronic Journal of Science Education*, Southwestern University, v. 5, n. 3, 2001.
- [12] BLAKE, C.; SCANLON, E. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 23, n. 6, p.491-502, 2007.
- [13] RIESS, W.; MISCHO, C. Promoting systems thinking through biology lessons. *International Journal of Science Education*, v. 32, n. 6, p.705-725, 2010.
- [14] KETELHUT, D. J.; NELSON, B. C., CLARKE, J.; DEDE, C. A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, v. 31, n. 1, p.56-68, 2010.
- [15] TREY, L.; KHAN, S. How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, v. 51, n. 2, p.519-529, 2008.
- [16] LIMNIOU, M.; PAPADOPOULOS, N.; WHITEHEAD, C. Integration of simulation into pre-laboratory chemical course: computer cluster versus WebCT. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p.45-52, 2009.
- [17] DURAN, M. J.; GALLARDO, S.; TORAL, S. L.; MARTINEZ-TORRES, R.; BARRERO, F. J. A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*, v. 17, n. 1, , p.55-73, 2007.
- [18] BALTZIS, K. B.; KOUKIAS, K. D. Using laboratory experiments and circuit simulation IT tools in an undergraduate course in analog electronics. *Journal of Science Education and Technology*, Eric Resource Information Center. v. 18, n. 6, p. 546-555, 2009.
- [19] MITNIK, R.; RECABARREN, M.; NUSSBAUM, M.; SOTO, A. Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education*, v. 53, n. 2, p.330-342, 2009.
- [20] TRUNDLE, K. C.; BELL, R. L. The use of a computer simulation to promote conceptual change: a quasi-experimental study. *Computers & Education*, v. 54, n. 4, p.1078-1088, 2010.
- [21] PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p.1-12, 2009.
- [22] LAAKSO, M. J.; MYLLER, N.; KORHONEN, A. Comparing learning performance of students using algorithm visualizations collaboratively on different engagement levels. *Educational Technology & Society*, v. 12, n. 2, p.267-282, 2009.

- [23]** BELL, R. L.; TRUNDLE, K. C. The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 45, n. 3, p.346-372, 2008.
- [24]** CHANG, K. E.; CHEN, Y. L.; LIN, H. Y.; SUNG, Y. T. Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, v. 51, n. 4, p.1486-1498, 2008.
- [25]** HENNESSY S. Integrating technology into teaching and learning of school science: a situated perspective on pedagogical issues in research. *Studies in Science Education*, v. 42, n. 1., p.1-48, 2006.
- [26]** ARAUJO, A. M. P.; RODRIGUES, E. A. O ensino da contabilidade: Aplicação do método PBL nas disciplinas de contabilidade de uma Instituição de Ensino Superior Particular. *Revista de Educação*, v. 10, n. 10, 2007, São Paulo: Segmento.
- [27]** KANG, W. C.; JORDAN, E.; PORATH, M. Problem-Oriented Approaches in the Context of Health Care Education: Perspectives and Lessons. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, v. 3, n. 2, p. 10-26, 2009. Disponível em: <<http://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol3/iss2/5>>. Acesso em: 10 Fev. 2011.
- [28]** GUERRERO, A. P. Mechanistic case diagramming: a tool for problem-based learning. *Acad. Med*, v. 76, n. 4, p.385-389, 2001.
- [29]** BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. P. Estratégias de ensino aprendizagem. 25.ed., Petrópolis: Vozes, 2004.
- [30]** PRADO, M. L. et. al. Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. *Esc. Anna Nery*, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p. 172-177, mar. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-81452012000100023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452012000100023)>. Acesso em 27 jun. 2012.
- [31]** KOLB, D. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. 1. ed., Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.
- [32]** AQUINO, C. T. E. *Como aprender: andragogia e as habilidades de aprendizagem*. 1.ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [33]** BEZ, M. R. *Construção de um Modelo para o Uso de Simuladores na Implementação de Métodos Ativos de Aprendizagem das Escolas de Medicina*. Porto Alegre, 2013. 314 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – PGIE. CINTED - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- [34]** BEZ, M. R. ; VICCARI, R. M. ; RIBEIRO, A. M. . *Construção de um modelo para o uso de simuladores na implementação de métodos ativos de aprendizagem nas escolas de medicina*. In: CBIE - Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2013, Campinas. *Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Campinas: Unicamp. v. 1. p. 1-8.