



ANÁLISE DO USO DE TECNOLOGIAS INTERATIVAS DE SOFTWARE E HARDWARE NA METODOLOGIA DIDÁTICA DE APRENDIZAGEM ATIVA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Yuri Ajala da Costa – yuri@batlab.ufms.br
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - BATLAB
Cidade Universitária, s/n
79004-970 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Dr. Paulo Irineu Koltermann – paulo.koltermann@ufms.br
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - FAENG
Cidade Universitária, s/n
79070-900 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

***Resumo:** Este artigo descreve o uso de tecnologias de auxílio didático na forma de software e hardware, com uso voltado para metodologia de Aprendizagem Ativa. O foco desta metodologia é a Geração Net, ou Y, de pessoas nascidas entre o começo dos anos 80 e o começo dos anos 2000. São alunos altamente comunicativos, que demandam rápido feedback dos professores, participação tecnológica, gratificação imediata e que se entediam rapidamente. A metodologia consiste em reproduzir aspectos de atividades informatizadas da experiência obtida em intercâmbio de graduação mediante a participação no Programa Ciência sem Fronteiras realizado em Universidade dos Estados Unidos. São descritos como apoios tecnológicos para o uso da didática ativa o hardware do tipo clicker e o software DyKnow Vision® e a plataforma online McGraw-Hill Connect®, amplamente utilizados em universidades dos Estados Unidos, Canadá e Europa. O artigo mostra seus usos voltados para a prática de técnicas de aprendizagem ativa na engenharia e resultados de pesquisas que vem comprovando sua eficácia.*

***Palavras-chave:** Clicker, DyKnow, McGraw-Hill Connect, Aprendizagem Ativa, Geração Net*

1. INTRODUÇÃO

Os estudantes da chamada geração Y, também comumente denominada “geração Net” no ramo educacional, são geralmente caracterizados como aprendizes de ritmo rápido, com forte ligação à tecnologia e que se creem capazes de habilidades multitarefas (TAPSCOTT, 1998). O termo geração Y foi descrito pela primeira vez em 1993, numa tentativa de definir os adolescentes da época (AD AGE, 1993). Embora não haja definição exata de datas, atribui-se a essa geração os nascidos no começo da década de 80 até o começo da década de 2000. Embora já se fale de uma geração subsequente, chamada geração Z, a anterior é o foco deste artigo por compreender a maior parte dos atuais estudantes universitários. Com a tecnologia dos meios de comunicação com que estão acostumados, têm-se respostas rápidas e processos mais dinâmicos independentemente da posição geográfica das partes envolvidas. Esta característica comunicativa muito forte, valendo ressaltar que “comunicativa” independe de ser oral ou através de mensagens eletrônicas, aparece também no campo dos estudos na



geração Y: estes são alunos que exigem comunicação de duas vias, rápido *feedback* e gratificação imediata (TAPSCOTT, 1998). Embora as aulas lecionadas de maneiras tradicionalistas, através de palestras, leituras e transparências tenham surtido e ainda o façam no que diz respeito a transmitir conceitos fundamentais e prover conhecimento de base aos alunos, em geral elas falham por serem extremamente passivas por natureza e não trazer a motivação que esta geração busca (LEA, 2008).

Muitas variáveis contribuem para a não interação e participação dos alunos em sala de aula, incluindo a forma de apresentação do conteúdo, as habilidades didáticas do professor, os conceitos de base que o aluno deve ter de disciplinas lecionadas anteriormente, sua autoconfiança e habilidades interpessoais para participar em discussões em sala, diferentes técnicas de estudo de cada aluno que podem desencorajar a participação, e a preparação do aluno anterior à aula (DEBOURGH, 2007). Quando não são demandadas tarefas e trabalhos com frequência ou o acadêmico não os cumpre, chega à sala de aula despreparado para participar de forma ativa no processo de aprendizagem, que se manifesta na forma de desinteresse e falta de engajamento na aula e na disciplina, trazendo um impacto negativo em seu desempenho acadêmico (LEA, 2008). Estudos comprovam que quando professores não levantam questionamentos em aula aos alunos, supondo que foi cumprida leitura prévia anteriormente demandada, eles tendem a receber a informação de forma passiva e procrastinar tal leitura do material didático até data próxima da avaliação (MCDUGALL & CORDEIRO, 1992).

Evidências mostram que o período de atenção de um aluno típico ao ouvir um palestrante é de 15 minutos. A partir desse momento, sua habilidade de manter o foco cai drasticamente. Imediatamente após uma aula tradicional, estudos mostraram que alunos retiveram 70% do que foi dito nos primeiros dez minutos da aula e apenas 20% do que foi apresentado nos últimos dez minutos (PRINCE, 2004). A falta de interação e a perda de foco, somada às tecnologias que a atual geração tem em mãos cria facilmente distrações, mesmo para os *Nets* que se dizem capaz de realizar atividades de forma multitarefa de forma eficaz. Estes em especial, o fazem com frequência e acreditam fazer realmente bem, embora estudos tem mostrado que a habilidade humana de realizar diversas atividades ao mesmo tempo não só é limitada (FISCH, 2000; LANG, 2001) mas também há redução na produtividade quando comparada a realização de tarefas únicas (RUBINSTEIN, 2001).

Os desafios então a serem superados tratam de manter a atenção dos alunos *Net* voltada para a aula, sem perda de foco, respeitar seu desejo de comunicação em duas vias e rápido *feedback*, integrar seu universo tecnológico e motivar o estudo prévio dos assuntos da aula subsequente.

A Aprendizagem Ativa é um conjunto de metodologias didáticas de linha construtivista, da qual se começou a falar no final da década de 80, firmando-se de fato pela primeira vez em 1991, no trabalho de *Bonwell e Eison*, intitulado *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom* (BONWELL & EISON, 1991). Este trabalho surgiu como uma ferramenta crucial para auxiliar os professores a lidar com aquela nova geração, ainda não identificada como tal, que era tida como crianças e adolescentes dispersos (coincidentalmente na mesma época em que se teve um aumento de quase 300% no número de diagnósticos de Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (SWANSON, 1995)). Este e trabalhos subsequentes mostraram métodos, como Aprendizagem Colaborativa, Aprendizagem Cooperativa e Aprendizagem Baseada em Problema (PBL, do inglês *Problem-Based Learning*) (PRINCE, 2004). As diversas abordagens tem em comum ideias para aproveitar as

características da geração *Net*, como dividir a aula em ciclos de explanação e debate ou exercícios, com cerca de 15 e 5 minutos cada etapa respectivamente, para não deixar que haja perda de foco; exigir leitura prévia das aulas para que os alunos já tragam conhecimento de base e dúvidas; e avaliar se a mesma foi realizada, através de questões em aula e gratificando com pontuação (que por sua vez demanda presença dos alunos em sala); e haver necessariamente debate entre alunos e entre alunos e professor envolvendo o conteúdo da aula. Dessa forma, quebra-se a monotonia da aula, exige-se e gratifica-se presença e conhecimento de base, acelera-se a produção do conhecimento, podendo investir mais tempo em detalhes não contidos no material didático, e o professor pode ter um *feedback* rápido de como seus alunos estão nivelados, como reestruturar sua aula e quais pontos priorizar (BONWELL & EISON, 1991; PRINCE, 2004; DEBOURGH, 2007). Acima de tudo, cada aluno terá estudado o cerne do conteúdo previamente, pesquisado em diferentes fontes, já tendo uma ideia pessoal sobre o assunto, diferente da ideia de seus colegas e obtendo um conhecimento próprio.

Entretanto, como é de se imaginar, algumas dificuldades devem aparecer para aplicar tais metodologias que exigem a colaboração de uma grande quantidade de pessoas, principalmente quando se trata de turmas de engenharia que não raramente ultrapassam o número de vagas de entrada de alunos no curso em algumas disciplinas de base e outras avançadas que apresentam maior índice de reprovação. Neste artigo serão apresentadas algumas tecnologias amplamente utilizadas em universidades, principalmente dos Estados Unidos, mas também do Canadá e na Europa ocidental, que visam auxiliar a prática de Aprendizagem Ativa, acelerando a coleta de respostas, aumentando a interação professor-aluno, diminuindo as distrações eletrônicas e provendo um *feedback* mais rápido para os professores sobre o acompanhamento dos alunos em relação ao conteúdo e aos alunos em relação ao seu desempenho nos conteúdos.

2. CLICKERS

Clickers, também conhecidos como *SRSs (Student Response Systems)* são dispositivos eletrônicos que trabalham em radiofrequência e permitem que os alunos respondam de forma interativa na aula, utilizando teclados alfanuméricos portáteis *semelhantes* a controles remotos. Após realizado um questionamento, os alunos enviam suas respostas eletronicamente e instantaneamente o professor, que possui uma central responsável por receber as respostas, obtém um relatório com as respostas enviadas, percentual de acerto, médias, entre outras estatísticas possíveis.



Figura 1: Diversos modelos de dispositivos da empresa i>clicker®, incluindo a base receptora do professor (terceiro da esquerda para a direita) e aplicativo para smartphone (quarto da esquerda para direita).

Estes dispositivos existem em diversas marcas e modelos, inclusive na forma de aplicativos para smartphones.

2.1. Aplicação em Aprendizagem Ativa

Estes dispositivos são uma maneira eficiente de avaliar o que os estudantes já sabem antes da aula, se foi feito o estudo prévio exigido, para confrontá-los com erros comuns de conceitos, para facilitar a avaliação de entendimento de conceitos e a retenção deles pós-aula, para facilitar a discussão em sala e reduzir os esforços de dar as notas um a um dos alunos (LEA, 2008).

Em diversos casos de cursos da área de exatas nos Estados Unidos, o uso de *clickers* para responder corretamente às perguntas realizadas em sala é gratificado, contabilizando cerca de 10% da nota final da disciplina no semestre (SANDERS, 2007; LEA, 2008; FALCONER, 2011). A maior parte das questões, senão todas tem conteúdo conceitual, de forma a não despendem muito tempo em sala em sua resolução. Em contrapartida, tarefas com valores numéricos e cálculos podem ser corrigidas rapidamente, uma vez que os alunos simplesmente inserem suas respostas e o sistema contabiliza os resultados. Eles então têm acesso ao relatório individual e os interessados podem tirar suas dúvidas. Um exemplo de questão de conteúdo conceitual e um de correção de tarefa estão demonstrados abaixo, em inglês:

This piston-cylinder contains air and water vapor (50% relative humidity). Which is the correct plot of partial pressure of water versus temperature, as the temperature decreases?

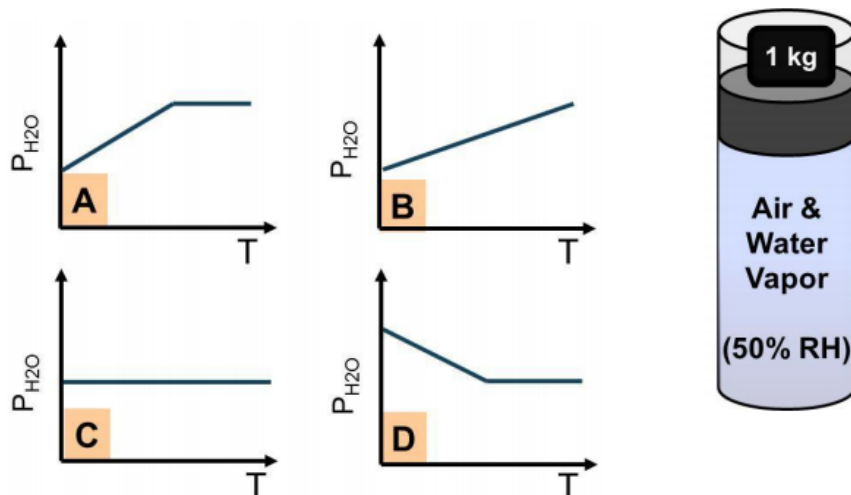


Figura 2: Questão conceitual aplicada no curso de engenharia química adotando o uso de *clickers* para coleta de respostas. Os alunos responderiam com as alternativas A, B, C ou D (FALCONER, 2011).

Example, problem to monitor homework:

EXERCISE 13a, PART B:

Net Income:	or	Total Assets:
a. \$56,000		a. \$20,000
b. \$15,000		b. \$65,000
c. \$32,000		c. \$8,000
d. \$24,000		d. \$4,000

Figura 3: Questão de correção de tarefa de casa com valores numéricos aplicada em curso de economia (SANDERS, 2007).

Uma vez realizada uma questão conceitual em sala e imediatamente avaliado o índice de respostas incorretas, é possível reforçar a explanação e refazer uma questão semelhante. Esta prática fez com que os alunos mostrassem uma tendência maior a expor suas dúvidas, uma vez que sabiam que haveria uma nova questão já planejada para testar novamente. Isso faz com que a avaliação se torne continuada, o *feedback* seja rápido e o professor possa remanejar os pontos mais importantes a serem destacados durante a aula, de acordo com a necessidade dos alunos (LEA, 2008).

2.2. Resultados de estudos do uso de *clickers*

Um estudo feito com 80 disciplinas que utilizam o sistema eletrônico apresentado na *University of Colorado* revela bastante sobre as práticas comumente adotadas pelos professores e alunos. Vale ressaltar que os professores antes de adotar tal tecnologia em sala passam por treinamento para acoplar de forma eficiente em seus métodos didáticos (KELLER, 2007).

Dos 80 cursos estudados, 63 pertenciam às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática, 10 de *Business*, 6 de Ciências Sociais, e 1 de Humanidades. O estudo envolveu 10 011 estudantes que utilizaram o dispositivo em pelo menos um curso.

Os resultados mostram que cerca de 85% dos professores utilizaram o sistema entre 90 a 100% de suas aulas, a maioria realizando de 3 a 6 questões por aula. Pouco mais da metade dos professores pontuavam seus alunos tanto por respostas corretas quanto incorretas, valorizando a participação, embora respostas corretas valessem mais pontos. O resto utilizava outras distribuições, como pontuar somente respostas corretas ou pontuar igualmente corretas e incorretas.

Em pesquisa com 3 697 dos 10 011 alunos, foi pedido para classificar as atividades de estudo que mais lhes traziam satisfação intelectual, e em ordem de maior para menor satisfação foi classificado: uso do *clickers*, assistir a palestras em aula, fazer tarefas, ler o livro-texto. Mostrou-se ainda que 52% dos alunos acreditam que o professor, com o uso do dispositivo encoraja e discussões pertinentes ao conteúdo entre alunos, e de fato elas ocorrem. No processo de se chegar a uma resposta às perguntas elaboradas, 59% afirmaram participar



ativamente em discussões com outros estudantes ao redor. Quanto aos tipos de questões, os estudantes organizaram em ordem de importância para seu aprendizado, da que considera mais importante para a menos importante: questões conceituais, fatos recém-mencionados, fatos mencionados em aulas anteriores, questões que envolvem cálculos. Finalmente, 72% recomendariam o uso do *clicker*, enquanto 12% não recomendariam e 17% se mostraram neutros ao seu uso (KELLER, 2007).

3. DYKNOW VISION®

Dr. Dave Berque, um professor de Ciência da Computação de *DePauw University* se mostrou preocupado com o tempo e energia gasto pelos seus alunos para copiar notas de aula e esquemas ao invés de, de fato interagir com o material apresentado. Como solução, ele desenvolveu uma plataforma virtual, posteriormente melhorada e intitulada *DyKnow Vision*®. Trata-se de um software semelhante a outros de apresentação comumente utilizados (como *MS Power Point*®, por exemplo), com o diferencial da interatividade e conectividade: instalado em todos os computadores dos alunos e professor, o *DyKnow Vision* transmite em tempo real as anotações à mão (feitas com sistema de caneta touch, por exemplo), textos, gráfico, slides e conteúdos da Web para cada uma das estações dos alunos, permitindo a eles fazerem suas próprias anotações, comentários, e salvar a aula para estudar posteriormente, com um passo-a-passo das anotações realizadas. Outra vantagem é que caso o aluno não possa comparecer pessoalmente à aula, pode ainda acompanhar as anotações e até o áudio da aula remotamente através de seu computador conectado à internet (*DYKNOW*, Encouraging Active Learning). A figura 4 mostra um exemplo de tela de uma aula de Campos Eletromagnéticos, do curso de Engenharia Elétrica, ministrado na *Western Michigan University*, Estados Unidos. Na figura, vê-se algumas anotações manuscritas do professor.

3.1. Uso em Aprendizagem Ativa

O software permite a explanação da matéria com apresentações equivalentes às usuais de slides, e que questões conceituais e de todo tipo sejam respondidas de forma eletrônica e imediatamente sejam geradas estatísticas quanto a respostas, quantidades de erros e acertos, provendo rápido *feedback* e ajuste do conteúdo e deficiências dos alunos. Além disso, permite que estudantes interajam em uma mesma tela, com anotações em seus respectivos computadores, além de poder mostrar exemplos anônimos de telas dos alunos para toda a classe, demonstrando diferentes linhas de pensamentos. Abaixo, a Figura 5 mostra um exemplo de como um professor pode realizar uma questão de exemplo e pedir para que os alunos resolvam outra similar. O software permite ainda que durante a aula os alunos exponham suas dúvidas através de mensagens eletrônicas caso sintam-se intimidados frente ao grupo. O professor pode em seu computador monitorar todas as telas dos computadores dos alunos e inclusive bloquear acesso a softwares não pertinentes à aula ou enviar uma mensagem particular a um aluno, caso seja necessária medida disciplinar do tipo (*DYKNOW*, Encouraging Active Learning).



The complete circuit AC

via voltage divider

$$V_{in} = V_{SS} \frac{Z_{in}}{Z_S + Z_{in}} = V(z = -l).$$

ECE 2100

$$V(z) = V_o^+ e^{-\gamma z} + \Gamma_L V_o^+ e^{+\gamma z} = V_o^+ (e^{-\gamma z} + \Gamma_L e^{+\gamma z}).$$

$$V_o^+ = \frac{V_{in}}{e^{+\gamma l} + \Gamma_L e^{-\gamma l}}$$

$\gamma = \alpha + j\beta$

$$V_L = V(z = 0) = V_o^+ (1 + \Gamma_L).$$

Handwritten notes: $\Gamma_L V_o^+$, γ solve @ $z = -l$, #w#3 p2, $z = 0$.

Figura 4: Exemplo de tela interativa do software, sem mostrar as barras de ferramentas (canetas de edição, marcadores, formas geométricas, etc.).

Prof:

$$V_{in} = V_{SS} \left(\frac{Z_{in}}{Z_{in} + Z_S} \right) = 7 \left(\frac{50}{50 + 50} \right) = 3.5$$

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{50 - 75}{50 + 75} = -0.2$$

Students:

$$Z_{in} = 225 \Omega$$

$$V_{in} = 4 \left(\frac{225}{225 + 75} \right) = 3$$

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{25 - 75}{25 + 75} = -0.8$$

Figura 5: Tela dividida, à esquerda, exercício resolvido pelo professor, e à direita, exercício similar resolvido pelo aluno.



3.2 Resultados de estudos do uso do DyKnow Vision®

Em uma pesquisa de 2003 realizada pela *DePauw University*, 75% dos alunos disseram estarem mais atentos às aulas, 92% concordaram que o software os ajudou a obter um melhor conjunto de notas de aula, 88% afirmaram que melhorou seu entendimento das disciplinas e finalmente 74% se mostrariam mais dispostos a se matricular em uma disciplina que utilizasse esta ferramenta como base didática (HOLLAND, 2014).

4. MC-GRAW HILL CONNECT®

Mc-Graw Hill Connect® é uma plataforma online desenvolvida para auxiliar na criação de materiais didáticos e na avaliação e acompanhamento dos alunos. Desde 2009, tem sido usado por mais de 5 milhões de estudantes e professores. Uma vez criados os materiais para o curso utilizando a plataforma, reduz-se em média em 77% o tempo gasto com correção de trabalhos e tarefas, sobrando mais tempo para ser alocado em aplicações de conceitos e aprendizagem ativa (MCGRAW-HILL, 2013). Desta forma, os alunos podem também comparecer às aulas mais bem preparados e dispostos a se engajar em discussões.

A plataforma ainda gera relatórios de acompanhamento dos alunos com base em suas atividades, com o rendimento e produtividade, identificando os pontos que precisam ser reforçados em sala. Um levantamento de 37 estudos de caso de pré e pós-adoção do sistema mostrou que a média da taxa de aprovação nas disciplinas aumentou de 72.9% para 83.7%, enquanto a presença dos alunos em sala aumentou de 74.5% para 92.5% (MCGRAW-HILL, 2013).

5. CONCLUSÃO

Três meios tecnológicos foram apresentados para auxiliar no uso de métodos de aprendizagem ativa em sala de aula, todos eles apresentando resultados positivos para os alunos e professores. Ainda que nem todos os meios estejam totalmente disponíveis em português ou com suporte a todas as disciplinas desejadas, é um grande motivador para que sejam criadas plataformas dentro das próprias universidades, adotando metodologias ativas, levando em conta os novos avanços das pesquisas em pedagogia, ciência comportamental e trazendo seus benefícios para a educação em engenharia.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à CAPES, fomentadora do programa Ciência Sem Fronteiras, através do qual o autor realizou intercâmbio na *Western Michigan University*, Estados Unidos em 2012, e teve contato com as tecnologias e didáticas mencionadas neste artigo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AD AGE. **Generation Y**, Advertising Age Magazine, 30 de Agosto de 1993, p. 16

BONWELL, Charles C.; Eison, James A. **Active learning: creating excitement in classroom**. 1ed., Washington, DC, ASHE-ERIC Higher Education Reports, 1991.

DEBOURGH, G.A. **Use of classroom “clickers” to promote acquisition of advanced reasoning skills**. Nurse Educ. Pract., p.2-12, fevereiro 2007.

DYKNOW. **Encouraging Active Learning: Best Practices and Supporting Technologies**. DyKnow, 2013. Disponível em: <<http://www.dyknow.com/wp-content/uploads/2011/05/Encouraging-Active-Learning-Whitepaper.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2014.

FALCONER, John L. **i>clicker Pedagogy Case Study**. i>clicker, 2011. Disponível em: <http://www1.iclicker.com/wp-content/uploads/2013/02/Engineering-Falconer_case_study.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2014.

FISCH, S. **A capacity model of children’s comprehension of educational content on television**. Media Psychology, p. 63-91, volume 2, issue 1, 2000.

HOLLAND, Julie. **DyKnow Vision Creates an Environment Ripe for Learning**. DyKnow. Disponível em: <<http://www.dyknow.com/edtech-resources/success-stories/higher-education/depauw-university/>>. Acesso em: 30 mai. 2014.

KELLER, Chris. **On the use of clickers at CU**. University of Colorado, 2007. Disponível em: <<http://www1.iclicker.com/wp-content/uploads/2013/04/Research-based-Practices-for-Effective-Clicker-Use.pdf>>. Acesso em: 2 jun 2014.

LANG, A. (2000). **The limited capacity model of mediate message processing**. Journal of Communication. p. 46-70, mar. 2000.

LEA, B., **Clickers adoption in a small class setting**. Decision Line, p. 7-11, vol 39, issue 4, 2008.

McDougall, D.; Cordeiro, P. **Effects of random questioning expectations on education majors’ preparedness for lecture and discussion**. College Student Journal, p. 193-198, vol. 26, issue 2, 1992.

MCGRAW-HILL. **McGraw-Hill Education Connect® Effectiveness Study 2013**. McGraw-Hill. Disponível em: <http://connect.customer.mcgraw-hill.com/wp-content/uploads/2013/08/MHE_ConnectEffectivenessStudy_2013.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2014.

PRINCE, M. **Does active learning work? A review of the research**. Journal of Engineering Education. p 223-232, vol. 93, issue 3, 2004.



RUBINSTEIN, J. **Executive Control of Cognitive Processes in Task Switching.** Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. p. 763-797, vol. 27, issue 4, 2001.

SANDERS, J. J. **i>clicker Pedagogy Case Study.** i>clicker®. 2013. Disponível em: <<http://www1.iclicker.com/wp-content/uploads/2013/02/Accounting-Sanders-case-study-final.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

SWANSON, J. M. **More Frequent Diagnosis Of Attention Deficit-Hyperactivity Disorder.** The New England Journal of Medicine, p. 944, outubro de 1995.

TAPSCOTT, D. (1998). **Growing up digital—The rise of the Net generation.** 1 ed. New York, ed. McGraw-Hill, 1998.