

REVISÃO DA TECNOLOGIA INTERFACE CÉREBRO COMPUTADOR: UMA PERSPECTIVA EDUCACIONAL

Andreia Solange Bos/ IFRS/ andreia.bos@gmail.com
Michelle Pizzato/ IFRS/michelle.pizzato@poa.ifrs.edu.br
Milton Antônio Zaro/ UFRGS/ zaro@ufrgs.br

Resumo

Este estudo descreve o potencial uso de sensores EEG¹ no uso em educação com interfaces da computação. O sensor é utilizado principalmente em alguns tópicos de pesquisa; comportamento interativo, atenção, aprendizagem e entretenimento. Os dispositivos portáteis EEG foram desenvolvidos principalmente pelas empresas NeuroSky e Emotiv. Como o EEG ainda está em fase de desenvolvimento, foi encontrado dois grandes desafios; o pareamento e o acesso aos dados dos dispositivos. Ainda faltam estudos na investigação de todos os aspectos cognitivos.

Palavras-chave: Tecnologia EEG. Sensores. Atenção.

Abstract

This study describes the potential use of unused EEG sensors in education with computer interfaces. The sensor is mainly used in some research topics; interactive behavior, attention, learning and entertainment. EEG handhelds were mainly developed by NeuroSky and Emotiv. As the EEG is still under development, two major challenges were encountered; pairing and access to device data. Studies are still lacking in the investigation of all cognitive aspects.

Keywords: EEG Technology. Sensors. Attention.

1. INTRODUÇÃO

Uma interface cérebro computador, às vezes chamada de interface neural direta ou interface cérebro máquina, é uma comunicação direta entre um cérebro e um dispositivo externo, como o computador. Atualmente existe uma lacuna de comunicação entre computadores e humanos que pode ser reduzida com o uso de sensores disponíveis na indústria. Portanto é muito importante conhecer as tecnologias inerentes a medicina, tecnologia e educação em busca de sensores que possam informar a resposta biológica humana na realização de tarefas, neste caso com foco em educação. A tecnologia de EEG (Eletroencefalograma), portátil é uma ferramenta útil para pesquisas baseadas em evidências. Os sensores portáteis utilizados no EEG registram sinais elétricos cerebrais a partir do contato com a pele transcrevendo em forma de

¹EEG: Eletroencefalografia é um método de monitoramento eletrofisiológico que é utilizado para registrar a atividade elétrica do cérebro.

sinal elétrico digital a intensidade das ondas cerebrais. O processo de análise de dados poderá ser realizado a partir dos dados brutos, não processados, objetivando transformar estes dados em informação inerente a pesquisa a ser realizada. Alguns equipamentos, como o Eletroencefalograma Emotiv disponibilizam aos desenvolvedores a biblioteca de pós-processamento com informações relativas aos dados captados em tempo real, tais como nível de atenção, foco engajamento entre outros. Assim o EEG foi reconhecido como a verdadeira “janela da mente”, (NUNEZ & SRINIVASAN, 2006). O primeiro cientista a registrar os dados de EEG humano foi Hans Berger, em 1924. Desde então seu princípio fundamental não mudou. Eletrodos colocados no couro cabeludo medem as flutuações de tensão resultantes dos fluxos de corrente iônica dentro dos neurônios do cérebro como resultado da atividade cerebral. Os sinais são filtrados e a análise computadorizada auxilia na visualização das gravações conhecidas como EEG quantitativo ou mapeamento de EEG. Uma outra aplicação potencial de EEG é a análise de diferentes padrões de EEG conforme diferentes estímulos externos na determinação da biodisponibilidade cerebral.

Nos estudos de interfaces cérebro computador, o EEG atua como um tipo de medida psicofisiológica utilizada para obtenção de métricas mentais. Os sensores registram através do couro cabeludo e os eletrodos posicionados no lobo frontal do cérebro e demais posições da cabeça. Recentemente os sensores estão sendo colocados em campos como a educação por exemplo, incluindo design de interface computador, jogos e pesquisas em neuroeducação (BOS et al, 2019a). A análise das ondas cerebrais está bastante avançada na área da saúde, porém ainda pouco explorada com análises em ambientes como a sala de aula. Com os avanços da tecnologia os equipamentos de EEG estão se tornando cada vez mais portáteis, sendo possível coletar dados mais precisos de atividades cerebrais, apenas com a facilidade de uso dos sensores atuais.

A neuroeducação e o desvendar dos estudos do cérebro na sala de aula podem contribuir para a educação mais justa e menos excludente. Assim o educador tem a possibilidade de compreender melhor como ensinar, existindo diferentes maneiras de aprender (RELVAS, 2012). As escolas necessitam estar

atualizadas com as evidências da neurociência. De acordo com Lent 2001, é necessário integrar as contribuições da pesquisa para compreender o funcionamento do cérebro (LENT, 2001).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os dispositivos comerciais de interface cérebro computador estão surgindo no âmbito da educação, podendo ser aplicados em sala de aula. Esses dispositivos não invasivos traduzem biosinais elétricos de um cérebro diretamente em comandos de computador, transformando a aplicação do pensamento em ação.

Pesquisas realizadas por Woolf 2009, usaram o EEG para detectar a emoção de um usuário, identificando o momento apropriado para intervir na aprendizagem. Um modelo afetivo também foi aplicado para medir o feedback.

No trabalho de Bos et al, 2019b, é realizado um estudo sobre os estados de atenção do estudante com o uso de vídeos interativos utilizando um framework aberto como forma de investigar os tipos de atenção, e as mensurações encontradas mostram o estado mais efetivo do aluno.

Robison et al, encontraram certas emoções afetadas pelo feedback mais do que outros, e o momento em que o feedback é registrado evitando estados negativos.

Wei & Ma (2017) utilizaram o NeuroSky Mindband para investigar as influências da atenção visual e do tempo de leitura em crianças e adultos enquanto liam álbuns de imagens impressas.

Chen & Lin (2016) usaram o headset Neurosky no âmbito de leitura móvel, que mediu mudanças nos estados de atenção do aluno quando apresentado com o mesmo conteúdo de aprendizagem em diferentes abordagens (postura sentada, em pé e andando).

Na Colômbia, foi implementado o design de uma interface neuronal para pessoas com deficiência motora, apresentando uma alternativa para a leitura de sinais cerebrais a baixo custo, adaptando um sensor comercial Neurosky MindWave e uma placa Arduíno a um sistema BCI (RODRÍGUEZ e MILLÁN, 2017).

E ainda outros trabalhos de Chen & Huang, (2014) aplicaram o sensor para avaliar a atenção sustentada dos estudantes, no âmbito da leitura na web.

Com relação a tecnologia de EEG, a maioria possui a tecnologia sem fio e sem dor, não invasiva para usuários em testes e monitoram os correlatos neurais associados a diversos comportamentos e atitudes nos processos mentais.

A alta tecnologia na área da saúde está começando a comprovar e trazer evidências sobre o aprendizado no cérebro e como melhorar a atenção dos estudantes. Universidades famosas como MIT², UNIVERSIDADE YALE³ e a UNIVERSIDADE de STANFORD⁴ entre outras, já tem estudos avançados sobre.

A Revisão Literária nos traz informações relativas a aplicações dos sensores utilizados em EEGs em diversas áreas tais como: tecnologias assistivas, educação e treinamento, controle de máquinas, visitas virtuais entre outros. Neste trabalho abordaremos a Educação e Treinamento.

3. SENSORES NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO

Os componentes para essa pesquisa incluem dois dispositivos para leitura da atividade cerebral considerando a atenção com os headsets de EEG: Neurosky Mindwave e o headset Emotiv Insight.

3.1 Sensor Neurosky Mindwave

O headset NeuroSky Mindwave calcula os sinais de EEG para produzir os “eSense Meters”, baseado em um algoritmo patenteado pela Neurosky. Existem padrões para a atividade elétrica que são analisados com a ajuda de algoritmos especializados, convertendo os sinais do EEG em comandos de controle. O headset NeuroSky utiliza um único sensor preso à testa do lado de fora do córtex cerebral no lobo frontal do cérebro, sendo assim encarregado pelo nível de atenção e tarefas de memória de curto prazo, (NEUROSKY, 2019). Na figura 1 é ilustrado o modelo do Neurosky Mindwave.

²MIT: Instituto de Tecnologia de Massachusetts;

³Universidade YALE: A Universidade Yale é uma instituição de ensino superior privada norte-americana situada em New Haven;

⁴Universidade de STANFORD: é uma universidade de pesquisa privada situada em Palo Alto, Califórnia, Estados Unidos.

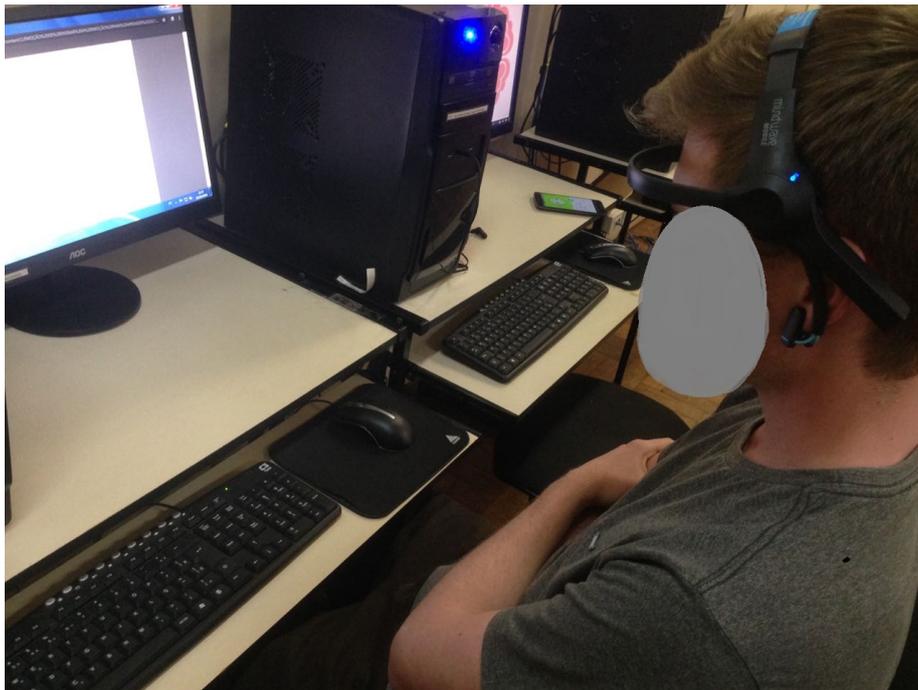


Figura 1. Estudo com o Neurosky Mindwave (Fonte: Do autor)

O headset da Neurosky é utilizado para extrair os níveis de atenção e meditação do usuário. Um dispositivo vestível que mede a atividade cerebral do EEG usado ao redor da testa. Os sinais coletados por eletrodos secos, são filtrados e interpretados pelo firmware dentro do dispositivo para fornecer uma linha de sinal contínuo. As cinco frequências cerebrais são Gama de 30 a 100 Hz, Beta de 12 á 30 Hz, Alpha de 8 á 12 Hz, Theta de 4 á 7 Hz e Delta de 1 á 4Hz. Na figura 2 é demonstrado o exemplo da onda cerebral e na Tabela 1 é mostrado os tipos de frequências.

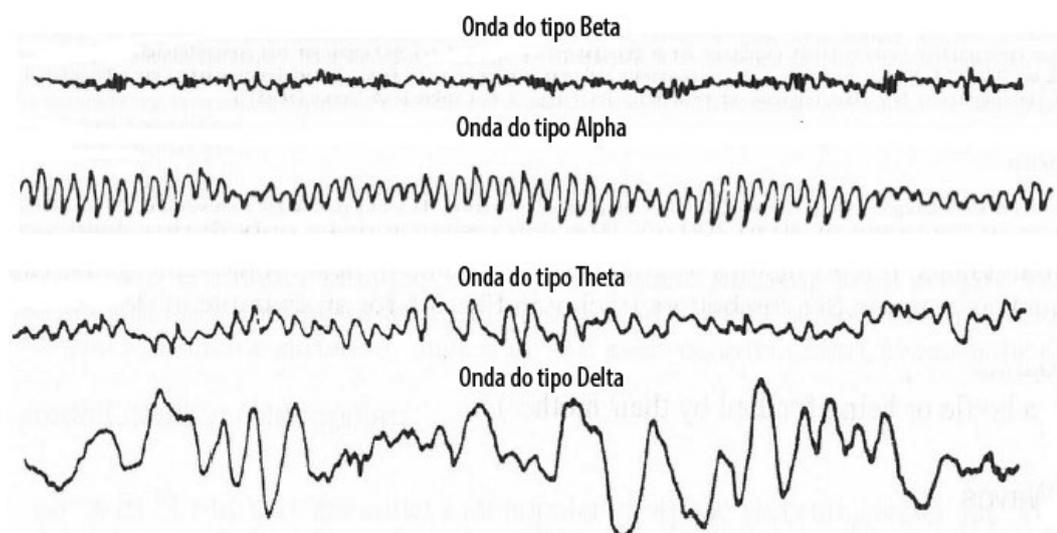


Figura 2. A forma de ondas cerebrais (Fonte: C. Tallon- Baudry 1999)

Tipos de Frequência	Alcance de Frequência	Estado Mental
Delta	0.1Hz á 3Hz	Sono Profundo
Theta	4Hz á 7Hz	Criativo
Alpha	8Hz á 12Hz	Imaginação / Sonhos
Low Beta	12Hz á 15 Hz	Relaxamento e Foco
Gama Média	16Hz á 20Hz	Consciente
High Beta	21Hz á 30Hz	Alerta/ agitação

Tabela 1. Tipos de frequências Fonte: Do autor

3.2 Sensor EEG Emotiv Insight

O sensor EEG da Emotiv, Insight possui cinco canais, AF3, AF4, T7, T8, Pz. As medidas ocorrem no couro cabeludo conforme a localização dos eletrodos citados. A conectividade é sem fio via bluetooth. O sensor EEG Emotiv tem suas medidas como o engajamento, que é um estímulo relevante, medindo o nível de imersão do usuário. A medida do stress elevado que resulta em uma dificuldade de completar uma tarefa. O interesse que é o grau de atração aos estímulos do ambiente ou atividade realizada. Medidas de excitação sendo uma consequência fisiológica a partir de uma ação de valor positivo, caracterizada pelo sistema nervoso simpático. As medidas de foco é uma medida de atenção fixa para uma determinada tarefa. O foco em alto nível leva a

atenção do usuário. As medidas de relaxamento tem a capacidade de se desligar ou recuperar após uma concentração intensa (Emotiv, 2019). Os eletroencefalogramas (EEG) adquirem os potenciômetros elétricos produzidos pelo cérebro (BRONZINO, 1999, p.253) interpretando os dados obtidos de diferentes partes do cérebro. Os eletrodos do Emotiv não captam sinais de amplitude muito pequena, ele apenas analisa sinais de maior amplitude, sendo assim os sinais só podem ser medidos considerando uma região com um aglomerado de neurônios. Juntos eles acumulam energia o suficiente para ser detectado pelo sensor (KIRSCHSTEIN, 2008). Na imagem 3 é mostrada o sensor EEG da Emotiv Insight.



Figura 3. Sensor EEG Emotiv Insight 5 canais (Fonte: Emotiv, 2019)

O algoritmo usado recebe dados do dispositivo em tempo real e classifica os com as frequências cerebrais. Os dispositivos de EEG são ótimas opções para as pesquisas em educação, pois é possível mapear as atividades elétricas dos alunos durante a execução de uma tarefa por exemplo. É possível realizar intervenções para que seja monitorado uma ação elétrica na intensidade do sinal cerebral. O fato de os sensores serem não invasivos é possível rastrear sinais elétricos através do crânio, o que torna esse método vestível e de fácil acesso à

pesquisa educacional. Na figura 4 é mostrada a posição dos eletrodos do sensor.

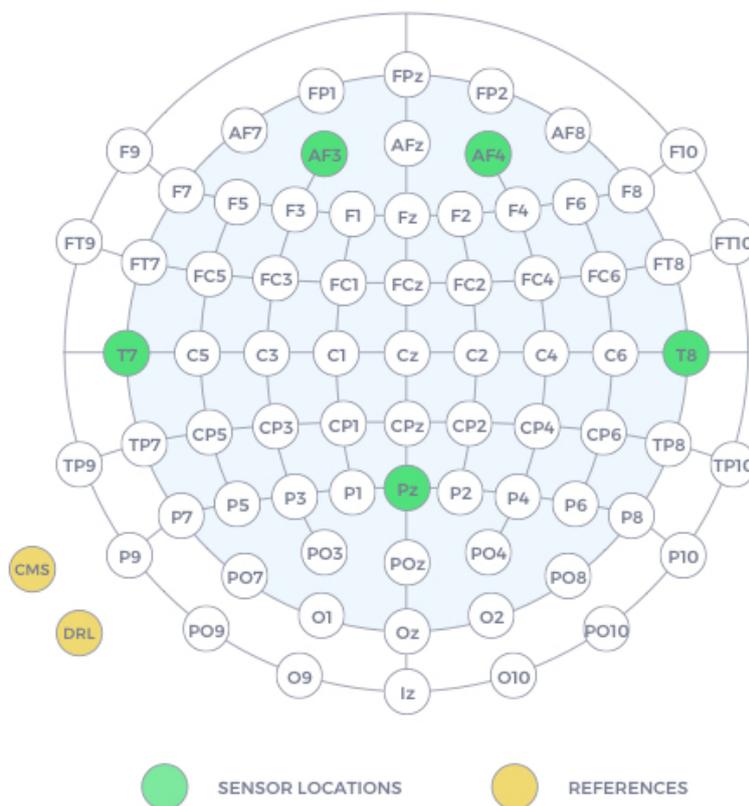


Figura 4. Posição dos eletrodos do emotiv insight (Fonte: Emotiv)

Os dispositivos podem rastrear apenas a atividade cerebral, ou seja, a intensidade da ação elétrica que ocorre no cérebro. A medida que a tecnologia evoluiu poderemos construir dispositivos que podem estar ocultos e acoplados em bonés, chapéus, óculos etc. Os sensores cerebrais podem ajudar os professores a ter um feedback direto sobre o desempenho dos alunos, ou uma orientação de como melhorar o tempo na atividade. O cérebro só percebe o mundo através de outras partes funcionais do corpo, olhos e ouvidos, então para entender

melhor as ondas cerebrais devemos rastrear melhor as funções biológicas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos empíricos mostram que os sensores EEG são ferramentas relevantes para o uso em pesquisas educacionais utilizadas com interfaces cérebro computador. Alguns artigos encontrados citam que a técnica ainda está em estágio inicial de desenvolvimento. Há, portanto, uma aparente lacuna na aquisição de dados em sinais elétricos do cérebro, por se tratar de um computador biológico humano e sempre em constante evolução.

Com o rápido desenvolvimento no mercado de dispositivos portáteis os sensores são impulsionados pelas melhorias nas funcionalidades e capacidade de processamento dos dispositivos móveis bem como a sua respectiva resolução. Na área de aplicativos, especificamente no monitoramento cerebral, existe uma ascendente evolução, nos oportunizando aprimorarmos aplicativos para realizar as medições neurais. Equipamentos antes somente disponíveis em hospitais com alto custo de aquisição. Apesar de termos a nossa disposição equipamentos com resolução médica para testes em ambientes não invasivos como hospitais, devemos reconhecer que mais pesquisas são necessárias para melhor compreensão, confiabilidade e a validade dos equipamentos utilizados com suas devidas limitações, pois o cérebro humano não é estático e os estudos de sua funcionalidade ainda encontram-se em fase inicial da compreensão humana.

O uso de dispositivos móveis pelos professores para obter feedback em tempo real corrobora para eficácia no ensino (BOS et al, 2019a). Ao mesmo tempo em que o aluno está assimilando conteúdo em uma situação de atenção ou não atenção, o professor pode verificar esse

estímulo em tempo real, alterando sua prática, enquanto a aula ainda está acontecendo. Finalmente, concluímos que o uso de sensores para o mapeamento da atividade cerebral são ferramentas importantes para ajudar professores durante o processo de ensino (Bos et al, 2019). Pesquisas adicionais são necessárias, com o uso do rastreamento ocular durante a visualização e leituras com os alunos. Propor narrativas visuais para detectar estímulos durante o processo em uma sala de aula tradicional e aulas com o uso de tecnologias vestíveis estimulando o uso de sensores para mapear a intensidade cerebral.

Agradecimentos: Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

5. REFERÊNCIAS

BOS, A.; ZARO, M.; PRESTES, L. P.; PIZZATO, M. C.; AZEVEDO, D. F. G.; AVILA, F. R.; BATISTA, M. (2019a). Student's attention: The use of Brain Waves Sensors in Interactive Videos. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(4), 155- 157.

BOS, A.; PRESTES, L.; PIZZATO M.; ZARO M. (2019b). Vídeos Educativos: Investigação da Atenção e o Mapeamento do Aprendizado Ativo. In: *Abordagens teóricas e reflexões sobre a educação presencial a distância e corporativa*. Maringá: Uniedusul Editora.

BOS, A. S., HERPICH, F., KUHN, I., GUARESE, R. L. M., TAROUCO, L. M. R., ZARO, M. A., ... WIVES, L. (2019). Educational Technology and Its Contributions in Students' Focus and Attention Regarding Augmented Reality Environments and the Use of Sensors. *Journal of Educational Computing Research*. vol.57, n.7 <https://doi.org/10.1177/0735633119854033>

BRONZINO, JOSEPH (1999). *Biomedical engineering handbook (Vol. 2). Bioelectric phenomena*.

C. TALLON-BAUDRY AND O. BERTRAND, Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation, *Trends in Cognitive Sciences*, vol.3, no.4, pp.151-162, 1999

COLLURA, TF História e evolução de instrumentos e técnicas eletroencefalográficas. *J. Clin. Neurofiol.* 10 , 476 - 504 (1993).

C.M. CHEN, S.H. HUANG Web-based reading annotation system with an attention-based self-regulated learning mechanism for promoting reading performance *British Journal of Educational Technology*, 45 (5) (2014), pp. 959-980

C.C. WEI, M.Y. Mainfluences of visual attention and reading time on children and adults Reading & Writing Quarterly, 33 (2) (2017), pp. 97-108

KIRSCHSTEIN T. Wie entsteht das EEG? das neurophysiologie-labor. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439484708000112>, 2008.

EMOTIV GITBOOK. Disponível em: [«https://emotiv.gitbook.io/emotivpro/data_streams/performance-metrics»](https://emotiv.gitbook.io/emotivpro/data_streams/performance-metrics). Emotiv Company. Acesso em 12 de setembro 2019.

LENT, ROBERTO. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociências. São Paulo: Atheneu, 2001.

MINDWAVE MOBILE. (2019). Página Oficial. Disponível em: <http://store.neurosky.com/products/mindwave-mobile>. Acesso: setembro de 2019.

BADCOCK, P. MOUSIKOU, Y. MAHAJAN, P.DE LISSA, J. THIE, G. MCARTHUR Validation of the Emotiv EPOC® EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs PeerJ (2013), pp. 1-17, [10.7717/peerj.38](https://doi.org/10.7717/peerj.38)

P.L. NUNEZ, R. SRINIVASAN A theoretical basis for standing and traveling brain waves measured with human EEG with implications for an integrated consciousness. Clinical Neurophysiology, 117 (11) (2006), pp. 2424-2435

R. KUBER, F.P. Wright Augmenting the instant messaging experience through the use of brain-computer interface and gestural technologies International Journal of Human-computer Interaction, 29 (3) (2013), pp. 178-191

RELVAS, MARTA PIRES. Neurociência na prática pedagógica. Rio de Janeiro: Wak, 2012.

RODRIGUEZ, STIVEN Y MILLAN, EDWIN Y ALVAREZ, MERQUIL (2017). "Diseño de una interfaz neuronal para personas con discapacidad motora". En: Redes de Ingeniería. s.e. s.l.

ROBISON, S. J., MCQUIGGAN, & J. LESTER, "Developing empirically based student personality profiles for affective feedback models," ITS 2010, pp. 285-295 2010.

WANG, S; PREECE, K; GWIZDKA, J; CHAOVALITWONGSE, W. Using Wireless EEG Signals to Assess Memory Workload in the n-Back Task. IEEE Transactions on Humam-Machine Systems Vol. 46, No. 3, June 2016.

WOOLF, B. W. BURLESON, I. ARROYO, T. DRAGON, D. COOPER, & R. PICARD, "Affect-aware tutors: Recognising and responding to student affect," International Journal of Learning Technology, vol. 4, no. 3/4, pp. 129-164, 2009