

Consciência Situacional e Mineração de Dados Educacionais: Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Ernani Martins¹, Luciana Assis², Cláudia Berti², Alessandro Vivas²

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

²Departamento de Computação
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Diamantina, MG – Brazil

{naninmartins, lupassis, claudiabberti, alessandro.vivas}@gmail.com

Abstract. *This article describes the use of Situational Awareness (CS) in support of Virtual Learning Environments. Educational Data Mining (EDM) researches the development of methods for data processing generated from educational environments, however AVA's tend to result in extremely dynamic datasets, thus requiring tools that adapt to the variations arising from each interaction with the user. The CS uses Mental Models to systematically assimilate states in certain situations, the conscious view about the environment allows the identification of each configuration of the data and what better action to take, being able to delimit situations in which the MDE methods best apply.*

Resumo. *Este artigo descreve o uso da Consciência Situacional (CS) no suporte à Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's). Mineração de Dados Educacionais (MDE) buscam o desenvolvimento de métodos para processamento de dados gerados a partir de ambientes educacionais, no entanto AVA's tendem a resultar em conjuntos de dados extremamente dinâmicos, requerendo assim ferramentas que se adaptem as variações decorrentes de cada interação com o usuário. A CS usa Modelos Mentais para assimilar sistematicamente estados em determinadas situações, a visão consciente sobre o ambiente permite a identificação de cada configuração dos dados e qual melhor ação a ser tomada podendo delimitar situações nos quais os métodos da MDE melhor se aplicam.*

1. Introdução

O recente aprimoramento da tecnologia tem fornecido grande flexibilidade aos educadores para disseminar o conhecimento nas mais inúmeras plataformas. [Ahmad and Shamsuddin 2010] afirmam que o uso destas tecnologias disponibilizam diversas abordagens para facilitar o ensino, maximizando os resultados de aprendizagem entre os discentes.

Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's) criam modelagens e diretrizes que possam inferir o estado do aprendizado de cada estudante, assim modalidades de ensino da Educação a Distância caracterizam-se por práticas pedagógicas personalizadas utilizando-se das mais diversas tecnologias da informação em vários graus educacionais.

A utilização das plataformas pelos discentes resulta em um conjunto diverso de dados em inúmeras situações de interação com o ambiente, este valor numeroso de dados pode dificultar o gerenciamento e análise sobre a relação dos agentes junto dos AVA's [Rabelo et al. 2017].

Alunos e professores relacionam-se por meio da disponibilização de materiais, discussão em fóruns sobre determinados assuntos e chats, todavia, estes meios por vezes não são o bastante para que os discentes consigam atingir o conhecimento em sua melhor forma [Falci et al. 2018].

[Endsley and Jones 2012] enfatizam que o grande volume de dados em sua maioria não permitem extrair um conhecimento sucinto e real da situação. A dinamicidade dos acontecimentos no ambiente deverá ser capturada e assimilada em um processo ininterrupto, integrando a percepção dos elementos no espaço, assim como a compreensão e projeção de eventos imediatamente no futuro [Silva et al. 2012].

O entendimento de aspectos existentes no ambiente é chamado de Consciência Situacional-CS (do inglês Situation Awareness), [Endsley and Jones 2012, p.13] compreendem a CS em “ estar ciente do que está acontecendo ao seu redor e entendendo o que estas informações significam agora e no futuro ”.

[Roy et al. 2007] afirmam que a CS é um componente natural da organização cognitiva humana, e os benefícios que resultam de um melhor entendimento da situação podem ser percebidos desde a pré-história. Uma Decisão assertiva torna-se difícil quando não existe uma boa consciência da situação [Endsley and Jones 2012].

[Fernandes et al. 2016] reforçam o uso de técnicas de Mineração de Dados Educacionais (MDE) como soluções promissoras para a compreensão das bases de dados dos AVA's. A MDE emprega diversas técnicas e procedimentos sobre uma base de dados educacional desejando a descoberta de conhecimento relevante.

A aplicação de modelos computacionais que descrevam o ambiente educacional suportado por CS podem garantir a maior assertividade nas decisões tomadas no ambiente. Técnicas e tecnologias baseadas em MDE junto da CS podem facilitar o processo de Tomada de Decisão e entendimento do ambiente, possibilitando assim a construção de sistemas com conteúdo adaptativo ao processo de aprendizagem do aluno.

A construção assim de um modelo computacional que suporta CS e MDE pode contribuir favoravelmente no processo de tomada de decisão pelos profissionais em sala de aula, podendo assim potencializar o processo de aprendizagem em AVA's pelos discentes.

2. Fundamentação Teórica

Este capítulo provê uma base teórica referente a formalização dos conceitos de Consciência Situacional e Mineração de Dados voltado a educação, em razão de facilitar o processo de tomada de decisão em ambientes educacionais, assim como uma apresentação do estado da arte referente aos trabalhos que norteiam este artigo.

2.1. Consciência Situacional

[Endsley 1988, p. 97] define CS como: “ a percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão dos seus significados, e a projeção dos seus estados em um futuro próximo ”.

A falta de CS leva as pessoas a um desentendimento da situação em que se encontram, sendo que a melhor maneira de auxiliar a avaliação humana é suprindo o usuário com altos níveis de Consciência Situacional [Endsley and Jones 2012]. Todas as tarefas cotidianas requerem níveis específicos de consciência, ao cozinhar por exemplo, a pessoa deve entender todos os parâmetros do ambiente, como temperatura da panela, quantidade de água esquentando, previsão de fervura da água e etc.

Existem algumas variações nos modelos de definição da consciência da situação, contudo a definição melhor aceita na literatura para modelagem computacional foi proposta por [Endsley 1995] sendo separados em 3 níveis: *percepção*, *compreensão* e *projeção*.

- **Percepção dos elementos do ambiente:**

Neste estado é necessário perceber os sinais do ambiente, variáveis relevantes, elementos e atributos do ambiente, é o primeiro passo para obtenção da Consciência Situacional. Sem uma boa percepção, informações relevantes as etapas de compreensão e projeção ficam incompletas, levando a interpretações ruidosas e baixa consciência sobre os estados do ambiente.

- **Compreensão da situação atual:**

O segundo passo na obtenção da CS é conseguir realizar o entendimento mais correto possível sobre os dados colhidos, compreendendo as relações e dinamismos percebidas em sinais que serão relevantes para alcançar os objetivos. Baseado em conhecimentos dos elementos do nível 1, o tomador de decisão reconhece padrões e formas em uma figura holística do ambiente, compreendendo a significância dos objetos e eventos.

- **Projeção do estado futuro:**

Nesta etapa deve-se ser capaz de prever um estado futuro, ou seja, a habilidade de antever eventos onde tomadores de decisão necessitam de um alto nível de SA. O Nível 3 somente é obtido a partir de uma boa compreensão (Nível 2), assim os dados compreendidos fornecem a ciência necessária para antecipar fatos que possam vir a ocorrer.

2.2. Modelos Mentais

Modelos Mentais foram definidos por [Rouse, W. B., and Morris 1985, p.60] apud [Endsley 1995] como: “ mecanismos pelos quais humanos são capazes de gerar descrições e formas de sistemas propostos, explicações de funcionalidades e estados observados do sistema, e previsões de estados futuros ”.

Para [Endsley and Jones 2012] o indivíduo possui dois tipos de memórias: *de curto prazo ou de trabalho e de longo prazo*. Memórias de longo-prazo estruturadas podem ser utilizadas para contornar as limitações em memórias de trabalho, gerenciando o conhecimento em modelos mentais, esquemas e scripts, desempenhando uma importante função na CS [Endsley 1995].

Um *esquema* é um estado provável em que podemos acessar a partir de um modelo mental, a mente define padrões de acontecimentos anteriores e os reconhecessem conforme as entradas do ambiente. Os esquemas podem funcionar como atalhos para que não necessitemos acessar o modelo mental a todo momento, (como se tivéssemos uma sensação de *dejavú*) [Endsley and Jones 2012].

Um *script* são sequências de ações sendo associadas a um esquema, ou seja, são passos do que se deve fazer a partir da seleção de uma ação, os scripts também são desenvolvidos a partir da experiência, ou são normatizados pelo domínio. Um doutor ao selecionar um esquema (determinando um estado do paciente), trabalhará com passos bem definidos executando uma série de ações pré-programadas dada a resposta clínica do paciente à cada procedimento [Endsley and Jones 2012].

As informações armazenadas na *memória de trabalho* gravam o conhecimento em uma base temporária na mente, entretanto somente uma quantia restrita de informação consegue ser retida e manipulada, sendo que uma pessoa deverá relacionar-se ativamente com estas informações para não esquecê-las. A informação conciliada com conhecimento prévio em uma memória de trabalho cria uma nova imagem mental ou a atualiza conforme mudanças na situação.

[Moreira 1996] acredita que não existe um único modelo mental para determinadas situações ou estados em uma mesma abordagem dos fatos, ainda que um modelo mental demonstre-se mais adequado para representação da situação. Um mecânico pode seguir trocando entre vários modelos mentais e esquemas conforme segue na identificação das entradas (possíveis problemas) do seu exame no carro.

2.3. Mineração de Dados Educacionais

A Mineração de Dados foi desenvolvida com o intuito de permitir descoberta de conhecimento sobre uma base de dados. [Goldschmidt et al. 2005] afirmam que este conjunto de técnicas oriundas da Estatística e Inteligência Artificial visam obter conhecimento novo, útil, relevante e não-trivial os quais possam estar escondidos em tais bases.

[Fernandes et al. 2016] reforçam que o uso de técnicas de Mineração de dados ao contexto educacional ou MDE (Mineração de Dados Educacionais) são soluções promissoras para a compreensão de informações nas base de dados em AVA's.

[Romero and Ventura 2013] concordam em dizer que MDE pode ser definida como a aplicação de técnicas de MD para o específico tipo de conjunto de dados originados em ambientes educacionais, combinando ciência da computação, estatística e educação .

[García et al. 2011] e [dos Santos 2016] elucidam o processo de MDE em uma conversão de dados brutos de Sistemas Educacionais em informação, que podem ser usadas por desenvolvedores de software, professores, pesquisadores educacionais, em informação útil. [García et al. 2011] ressaltam que o processo de mineração de dados educacionais é baseado nos mesmos passos de um processo de MD.

3. Estado da Arte

[Dorça 2012] desenvolve uma abordagem estocástica visando a detecção dos Estilos de Aprendizagem do aluno, o desenvolvimento do trabalho resultou em um Módulo do Estudante, um Módulo Pedagógico e o Componente de Modelagem do Estudante. O autor aplica a Cadeia de Markov e Algoritmo de Aprendizagem por Reforço como técnicas dentro dos módulos para o processo de detecção do estilo.

[Salazar et al. 2017] construíram um novo algoritmo empregando o uso de redes Bayesianas para detecção do estilo de aprendizagem, [Falci et al. 2018] propõem uma

customização desta abordagem utilizando lógica fuzzy e categorização de reforços, já [Ribeiro et al. 2017] aplicam o uso de Média Móvel Exponencialmente Ponderada para detecção dos estilos.

[Sena et al. 2016] usam cadeias ocultas de Markov com o algoritmo Viterbi procurando potencializar o processo de seleção dos Estilos de Aprendizagem dos alunos, [Silva et al. 2017] utilizam a técnica de Aprendizagem de Máquina online *Dynamic Scripting* no lugar do algoritmo de Aprendizagem por Reforço usado por [Dorça 2012].

[Falci et al. 2016] propõem um algoritmo novo para que o sistema convirja para o estilo de aprendizagem mais rápido do que a técnica de Aprendizagem por Reforço a partir de uma análise dos históricos da Categorização do Estilo de Aprendizagem .

[Ahmad and Shamsuddin 2010] fazem uma análise comparativa das Técnicas de Mineração para Detecção Automática dos Estilos de Aprendizagem do Estudante, os autores utilizam nove algoritmos diferentes baseados em três técnicas de mineração: regras de associação, redes Bayesianas e árvores de decisão, presentes dentro da ferramenta Weka, concluíram por fim que algoritmos baseados em árvores de decisão apresentaram substancial porcentagem de acurácia comparados a redes Bayesianas e regras de associação.

[Fernandes 2017] utilizou-se do Algoritmo de Classificação Associativa em MDE na previsão do desempenho de estudantes no combate a evasão da EAD. O estudo dividiu-se em 4 experimentos: algoritmo CBA usando o algoritmo Apriori, algoritmo CBA com Predictive Apriori, Balanceamento das Classes de estudo antes da aplicação dos algoritmos e Cortes Temporais, objetivando a divisão do conjunto de dados em períodos temporais de forma que os professores obtivessem resultados progressivos dos estudantes.

[Dias et al. 2008] a partir da avaliação dos dados do ambiente LabSQL desenvolveram tarefas de classificação aplicando Redes Bayesianas e Árvores de decisão, buscando entre os dados relacionamentos novos não previstos. As árvores de decisão deixaram a mostra padrões referentes ao processo de aprendizado relacionado ao comportamento dos alunos.

[Mitsch et al. 2013] realizaram uma pesquisa de técnicas de MD concentrada em clusterização para o uso em Consciência Situacional, o autor ressalta a especificidade dos requisitos necessários para a CS, dada a natureza destes sistemas em lidar com uma faixa larga de heterogeneidade em objetos inter-relacionados oriundos de várias fontes, propondo assim um critério de avaliação entre CS e MD para seleção de técnicas de clusterização espaço-temporais.

[Yin et al. 2012] modelaram o uso da Consciência Situacional para avaliar Situações de Emergência através de sensores oriundos de Mídias Sociais, usando processamento de linguagem natural e técnicas de MD para extrair informações no Twitter geradas a partir de desastres e crises.

[Krishnaswamy et al. 2005] desenvolvem uma arquitetura que busca a CS em rodovias, para isto, propõe-se o uso de técnicas de mineração de dados onipresentes embarcadas em dispositivos móveis transmitidas em redes wireless dispostas nas rodovias. A arquitetura promete reduzir erros humanos graças ao monitoramento das estradas e dos dispositivos móveis dentro dos carros executando o algoritmo LWC de classificação de eventos.

4. Abordagem Proposta

O presente trabalho traz um Modelo de apoio ao Ensino em AVA's suportado por CS (figura 1), ressaltando características expressivas no corpo estrutural do conhecimento que deseja ensinar no ambiente educacional, seu desenvolvimento promove conceitos relevantes para compreender a situação do ambiente, seus relacionamentos e sua estrutura representativa, transcrevendo assim o ambiente escolar para o fluxo do processamento computacional.

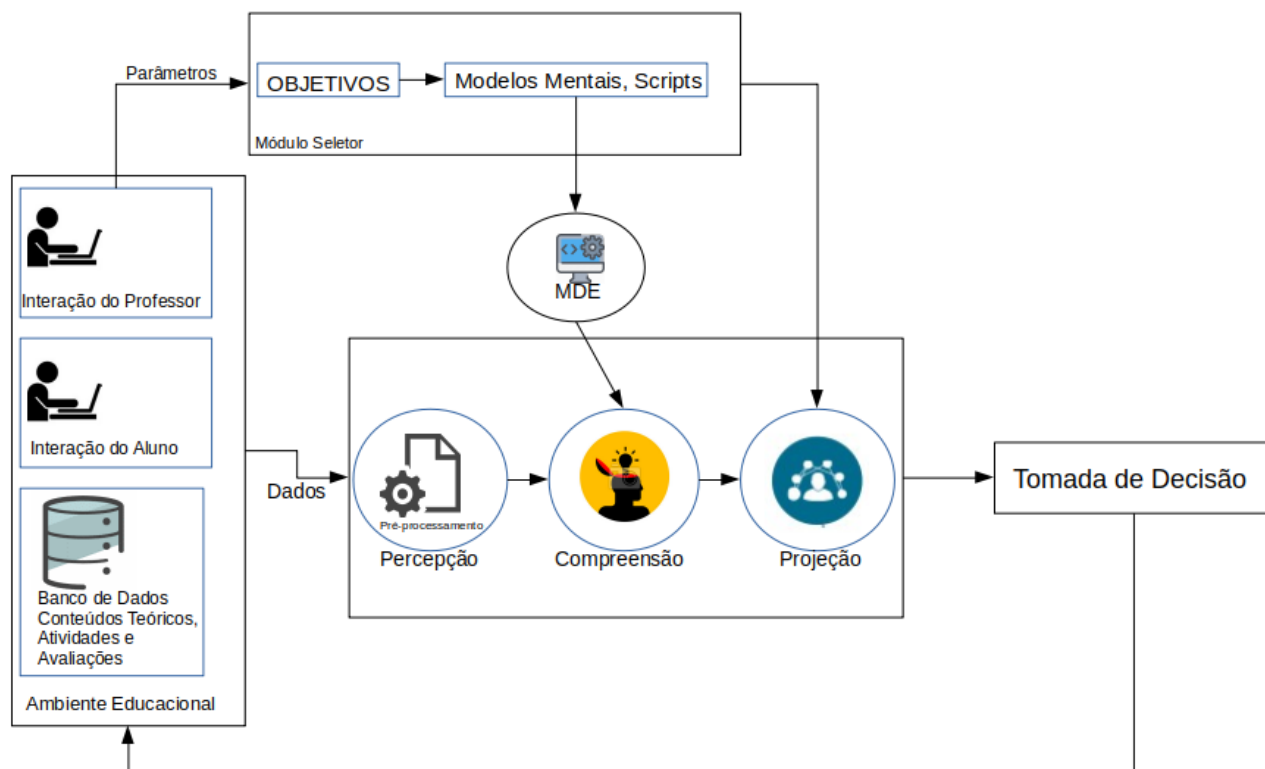


Figura 1. Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor

O **Ambiente Educacional** representa todas as relações que circundam o professores e alunos durante o processo de ensino e aprendizado, o mapeamento de relações e ações que abrangem esta esfera é incerto e complexo, ainda assim, é possível definir os dados primordiais e ações sobre os mesmos que possam alimentar o modelo para obtenção da Consciência.

[Barbosa 2004] reitera que módulos educacionais são constituídos essencialmente por conteúdos teóricos e práticos, entregues aos aprendizes por recursos computacionais processados, tais módulos podem ser declarados com uma combinação de “ blocos de conteúdos ”que podem ser utilizados por mais de um autor, com objetivos e abordagens diferentes.

Entende-se por conteúdo teórico como informações na web, transparências, anotações de aula, áudio e vídeo, etc. Por outro lado conteúdo prático denota as atividades, avaliações e resultados guiados no processo (documentos, códigos-fonte, progra-

mas executáveis, discussões, experimentos). Estes conteúdos somado as informações de interação do usuário com o sistema devem alimentar o Banco de Dados.

O **Módulo Seletor** deverá ser capaz de avaliar as características dos dados a serem processados, objetivo a ser atingido e a condição encontrada no estado vigente. Os esquemas e scripts deste modelo desempenham papel crucial relacionando todas as características da situação presente a alguma estrutura vivenciada e/ou definida anteriormente.

Em uma situação empírica ótima os modelos mentais deveriam ser capazes de sugerir quais possíveis melhores métodos incorporados a MDE adequam-se para obtenção do resultado esperado.

O **Pré-Processamento e Percepção** consiste na obtenção dos sinais do ambiente, o resultado decorrente da interação Aluno X Professor X Conteúdos Teóricos/Práticos consiste na principal fonte de entrada de dados.

Levando em conta a ampla gama de resultados oriundos das interações dos agentes faz-se necessário uma pré-filtragem e estruturação destes dados em um formato mais simples de modo que o tempo e esforço aplicado nas etapas posteriores seja concentrado para na descoberta de conhecimento e previsão de estados futuros.

A **Compreensão** pode ser considerada um processo cognitivo, analisando-se as variáveis ambientais é possível assimilar as relações existentes no universo, este processo só se torna possível graças a atuação de métodos e técnicas utilizados para a normatização e ou identificação da situação.

Esta etapa utiliza a Mineração de Dados Educacionais como agente descobridor do conhecimento, os resultados e parâmetros de quais técnicas podem ser melhor mapeadas em específicos conjuntos de dados são delegadas pelo módulo seletor. A MDE explora os dados disponíveis à procura de padrões consistentes, relacionamentos, associações explicitando tais informações ocultas no BD.

A **Projeção** ensaia os possíveis caminhos e consequências advindas de cada decisão, o ato de projetar examina quais prováveis alterações arremeterão no Ambiente Educacional e como isso impactará o estado de todo sistema e de cada agente interno. Novamente os modelos mentais oriundos do módulo seletor doam esquemas e scripts para a imaginação de possíveis estados futuros.

O resultado final do fluxo do processamento deverá ser capaz de apresentar uma possível escolha diante dos possíveis estados futuros, toda alternativa impactará na Tomada de Decisão e em uma nova configuração do Ambiente Educacional, criando assim novos parâmetros e situações em uma futura iteração.

5. Discussões

O Modelo Mental procura representar o máximo de eventos que melhor atendam as situações comuns sobre um conjunto de dados. Para cada tarefa a ser executada em um AVA deve existir situações previamente estruturadas que se assemelham aos padrões da iteração, do contrário esta nova situação deverá ser avaliada e possivelmente adicionada ao modelo.

Aplicando diretamente sobre as etapas de Compreensão e Projeção em CS o módulo seletor exerce diferentes funções em cada etapa. Em Compreensão os modelos

mentais comparam cada iteração corrente com esquemas e scripts que melhor aplicam-se naquele conjunto de dados a partir do objetivo selecionado pelo docente. Ou seja, os modelos mentais devem ser capazes de sugerir qual técnica contida na MDE provavelmente atenderá melhor aquele conjunto de dados.

- *Para a situação “Y” geralmente o método “X” tem apresentado melhores resultados!*
- *Se as classes de amostragem estão desbalanceadas, deve-se realizar o balanceamento primeiro!*

Por sua vez os modelos mentais atuam na etapa de Projeção descrevendo o cenário, evidenciando os estados observáveis e atingíveis fundamentados pelos conhecimentos evidenciados no estágio anterior, ou seja, antevem cenários atingidos pelos alunos diante das relações criadas entre os dados do sistema.

- *Se existe o relacionamento “Z” e a variável “Y” é maior do que “X”, geralmente atinjo o estado “K”!*
- *Se um aluno possui média de 70% no período anterior e sua interação com o sistema diminui, é possível a reprovação do mesmo no próximo período!*

O Modelo Mental é volátil e pode ser alterado futuramente conforme a mudança das condições do ambiente onde o software funcionará, os objetivos são extremamente dinâmicos e ilustram as metas do ambiente no qual foram inseridos.

Sem uma implementação de modelos mentais este software assemelharia-se profundamente com sistemas baseados totalmente em MDE, a capacidade de estruturar uma situação observável em esquemas e scripts permite a expansão da aplicação do modelo para a discernimento dos acontecimentos.

6. Considerações Finais

Este trabalho consiste-se no desenvolvimento de um modelo de suporte a aprendizagem em AVA's, sua construção foi fortemente fundamentada nas áreas de pesquisa Consciência Situacional e Mineração de Dados Educacionais.

O uso da CS viabiliza um entendimento mais sucinto e claro das ações em execução no ambiente, assim no âmbito educacional o seu uso traz uma perspectiva mais ampla sobre as inúmeras respostas coletadas naquela esfera. Este processo viabiliza a maior assertividade nas ações tomadas por discentes uma vez que estes estejam mais conscientes sobre o estado deparado no ambiente.

O modelo mental procura expandir o uso das técnicas da mineração de dados, pois propõe à aplicação o método que melhor se adapta ao estado do ambiente. A MDE é proposta como um motor processador de dados em conhecimento, por sua vez a CS foca-se nas ações atingíveis a partir de cada variável da execução, conhecimento obtido e objetivo pré-determinado.

A principal contribuição deste texto é em considerar o uso da CS particularmente na esfera educacional, visto a escassez de pesquisas que aprofundam-se neste tema. A abordagem consciente da situação propõe uma gama de novas perspectivas e discussões na construção de um software voltado à educação, propondo automatizações no processamento dos dados adquiridos e na significância destes dados para o ambiente.

Referências

- Ahmad, N. B. H. and Shamsuddin, S. M. (2010). A comparative analysis of mining techniques for automatic detection of student's learning style. In *2010 10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, number November, pages 877–882.
- Barbosa, E. F. (2004). Uma Contribuição ao Processo de Desenvolvimento e Modelagem de Módulos Educacionais. (January).
- Dias, M. M., Filho, L. A. d. S., Lino, A. D. P., Favero, E. L., and Ramos, E. M. L. S. (2008). Aplicação de Técnicas de Mineração de Dados no Processo de Aprendizagem na Educação a Distância. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, 1(1):105–114.
- Dorça, F. A. (2012). *Uma Abordagem Estocástica Baseada em Aprendizagem por Reforço para Modelagem Automática e Dinâmica de Estilos de Aprendizagem de Estudantes em Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação a Distância*. PhD thesis, Universidade Federal de Uberlândia.
- dos Santos, R. M. M. (2016). Técnicas de Aprendizagem de Máquina Utilizadas na Previsão de Desempenho Acadêmico.
- Endsley, M. R. (1988). PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS SOCIETY-32nd ANNUAL MEETING 1988. In *PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS SOCIETY*, pages 97–101, Hawthorne, CA.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1):32–64.
- Endsley, M. R. and Jones, D. G. (2012). *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*. CRC Press, second edition.
- Falci, S. H., Andrade, A. V., Assis, L. P. D., Pitangui, C., de Carvalho, L. L., and Dorça, F. (2018). Detecção de Estilos de Aprendizagem Utilizando Lógica Fuzzy e Categorização de Reforços. Number June.
- Falci, S. H., Vivas, A., Assis, L., and Pitangui, C. (2016). Uma Nova Abordagem para Aplicação de Reforço em Sistemas Automáticos e Adaptativos de Detecção de Estilos de Aprendizagem. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, 1(6).
- Fernandes, W. L. (2017). APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE CLASSIFICAÇÃO ASSOCIATIVA (CBA) EM BASES EDUCACIONAIS PARA PREDIÇÃO DE DESEMPENHO.
- Fernandes, W. L., Pitangui, C. G., Vivas, A., and Assis, L. (2016). Levantamento e Análise de Obras Recentes Baseada em Mineração de Relações e Clusterização. Number October, page 970.
- García, E., Romero, C., Ventura, S., and De Castro, C. (2011). A collaborative educational association rule mining tool. *Internet and Higher Education*, 14(2):77–88.
- Goldschmidt, R., Passos, E., and Bezerra, E. (2005). *Data Mining: Um Guia Prático - Conceitos, Técnicas, Ferramentas, Orientações e Aplicações*.

- Krishnaswamy, S., Loke, S., Rakotonirainy, A., Horovitz, O., and Gaber, M. M. (2005). Towards situation-awareness and ubiquitous data mining for road safety: Rationale and architecture for a compelling application. *Researchportal.Port.Ac.Uk*.
- Mitsch, S., Müller, A., Retschitzegger, W., Salfinger, A., and Schwinger, W. (2013). A survey on clustering techniques for situation awareness. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 7808 LNCS, pages 815–826.
- Moreira, M. A. (1996). MODELOS MENTAIS. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3):193–232.
- Rabelo, H., Burlamaqui, A., Valentim, R., Rabelo, D. S. d. S., and Medeiros, S. (2017). Utilização de técnicas de mineração de dados educacionais para predição de desempenho de alunos de EaD em ambientes virtuais de aprendizagem. Number Cbie, page 1527.
- Ribeiro, P., Assis, L., Vivas, A., and Pitangui, C. (2017). Detecção de Estilos de Aprendizagem utilizando Média Móvel Exponencialmente Ponderada. (November):1247.
- Romero, C. and Ventura, S. (2013). Data mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(1):12–27.
- Rouse, W. B., and Morris, N. M. (1985). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models (OTIC AD-AI59080). *Georgia Institute of Technology, Center for Man-Machine Systems Research*.
- Roy, J., Breton, R., and Rousseau, R. (2007). *Concepts, Models, and Tools for Information Fusion*. Artech House , INC.
- Salazar, L., Assis, L., Vivas, A., Pitangui, C., and Falci, S. (2017). Detecção de Estilos de Aprendizagem em Ambientes Virtuais de Aprendizagem Utilizando Redes Bayesianas. (November):1317.
- Sena, E., Vivas, A., Assis, L., and Pitangui, C. (2016). Proposta de uma Abordagem Computacional para Detecção Automática de Estilos de Aprendizagem Utilizando Modelos Ocultos de Markov e FSLSM. (November):1126.
- Silva, A. W. L., Lacerda, M. R. M., Santos, N. D., Fialho, F. A. P., and Netto, M. (2012). Consciência Da Situação Em Equipes Transdisciplinares. *Ciências e Cognição / Science and Cognition*, 17(2):115–134.
- Silva, J. C., Pitangui, C., Assis, L., and Vivas, A. (2017). Detecção Automática e Dinâmica de Estilos de Aprendizagem em Sistemas Adaptativos e Inteligentes utilizando Dynamic Scripting. (October):1327.
- Yin, J., Lampert, A., Cameron, M., Robinson, B., and Power, R. (2012). Using social media to enhance emergency situation awareness. *IEEE Computer Society*, 27:52–59.