

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**MODELO DE APOIO AO ENSINO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM SUSTENTADO POR CONSCIÊNCIA SITUACIONAL**

Ernani Martins

Diamantina

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS

**MODELO DE APOIO AO ENSINO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM SUSTENTADO POR CONSCIÊNCIA SITUACIONAL**

Ernani Martins

Orientador(a):

Cláudia Beatriz Berti

Co-orientador(a):

Luciana Pereira de Assis

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Sistemas de Informação, como
parte dos requisitos exigidos para a conclusão
do curso.

Diamantina

2018

MODELO DE APOIO AO ENSINO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM SUSTENTADO POR CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Ernani Martins

Orientador(a):

Cláudia Beatriz Berti

Co-orientador(a):

Luciana Pereira de Assis

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Sistemas de Informação, como
parte dos requisitos exigidos para a conclusão
do curso.

APROVADO em ____ / ____ / ____.

Prof. Dr. Alessandro Vivas Andrade – UFVJM

Prof. Dr. Luciana Pereira de Assis – UFVJM

Prof. Dr. Cláudia Beatriz Berti – UFVJM

Ao meu filho Ernani Matheus, o dom da
sua vida me faz persistir.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais Ernani e Izabel por todo apoio e orientação nestes anos de Diamantina, e por me suportarem nos meus momentos “ cabeça dura ”.

À Professora Cláudia Berti pela carinhosa paciência e atenção durante a orientação deste trabalho, e a Professora Luciana Pereira de Assis pelas preciosas sugestões.

À UFVJM, ao Departamento de Computação, todos professores, técnicos, funcionários e colegas que me acompanharam neste anos de graduação.

Aos meus Padrinhos e Madrinhas que são sem sombra de dúvidas meus segundos pais, em especial à Rômulo pelas inúmeras conversas sobre como proceder neste trabalho.

À Ingrid pelo apoio na correção deste texto.

À todos os amigos de Diamantina, estudamos, sofremos, rimos, bebemos.

À Keila Cristina Vieira pelo grandioso apoio dado nos meus primeiros dias como calouro em Diamantina.

Em especial agradecimento ao Sr. Tommaso Bellone, pelas inúmeras caronas, horas de estudo e conversas nestes anos de Diamantina, sou claramente uma pessoa melhor após ter lhe conhecido.

À Deus pelo dom da vida e a Ns^a Sr^aa Aparecida e São Bento que seguem zelando pela minha caminhada.

“Nada se obtém sem esforço; tudo se
pode conseguir com ele.”.

Ralph Waldo Emerson

RESUMO

Este trabalho consiste na construção de um modelo de apoio ao ensino com o auxílio da Consciência Situacional (Situation Awareness - SAW), a SAW é amplamente utilizada na correta compreensão do ambiente e da situação, sendo considerada principal precursora do processo de Tomada de Decisão, portanto, considerando seu poder de compreensão do universo, a SAW tem o potencial de ser aplicada em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's). Aborda-se também a aplicabilidade das técnicas de Mineração de Dados Educacionais (MDE), que focam o desenvolvimento de métodos para tipos únicos de dados, sendo estes gerados a partir de ambientes educacionais. Os AVA's, por serem extremamente dinâmicos, requerem ferramentas que se adaptem as variações decorrentes da interação com o usuário, a MDE age como um motor que processa as informações, no entanto, a aplicabilidade muitas vezes restringe-se à situação para qual a técnica foi desenvolvida, a correta compreensão das situações que são desenvolvidas em uma interação do usuário com o AVA pode criar sistemas mais eficientes que atendam com maior eficácia o processo de aprendizagem educacional. A visão consciente sobre o ambiente permite a identificação de cada configuração dos dados e qual melhor ação a ser tomada. Este modelo deve ser capaz de compreender as informações contextuais disponíveis, trabalhando continuamente para criar e atualizar as situações nos quais os métodos da MDE melhor se aplicam e, a partir do retorno da execução destes métodos, quais prováveis melhores ações devem ser disparadas.

Palavras-chave: Consciência Situacional, Mineração de Dados Educacionais, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Tomada de Decisão.

ABSTRACT

This project consists of the construction of a Situational Awareness (SAW) assisted teaching supporting model. The SAW is widely used for the correct understanding of the environment and situations, being considered one of the main precursors of the Decision Making process, therefore, considering its capabilities for understanding the universe in which it is used, SAW has the potential to be applied in Virtual Learning Environments (AVA). Also, the applicability of Educational Data Mining (EDM) techniques is also approached in this context, specifically in its application for developing methods for specific data types, these being generated from educational environments. Because of their inherent extreme dynamism, the AVAs require tools that can adapt themselves to the variations that emerge from the user's interaction with the environment. The EDM acts as an information processing motor, although the applicability is often restricted to the situation in which the technique was developed. The correct understanding of the situations surface during the interaction of the user with the AVA can create more efficient systems that would satisfy the educational learning process with greater efficacy. Viewing the environment in a conscious manner allows for the identification of each data configuration, and which possible action would be the best. This model must be capable of understanding the available contextual information, continually working to create and update the situations in which the EDM methods would be best applied and, from the feedback given by the execution of these methods, which, probabilistically speaking, best actions should be taken.

Keywords: Situation Awareness, Educational Data Mining, Virtual Learning Environment, Making Decision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Modelo de Consciência de Situação. Fonte: (ENDSLEY, 1995 apud BERTI, 2017)	4
Figura 2.2	Modelo de Consciência de Situação em tomada de decisão dinâmica. Fonte: (ENDSLEY, 1995 apud BERTI, 2017)	8
Figura 2.3	Principais áreas relacionadas com a MDE. Fonte: traduzido e adaptado de (ROMERO; VENTURA, 2013)	9
Figura 2.4	Etapas da Mineração de Dados Educacionais. Fonte: (GARCÍA et al., 2011 apud SANTOS, 2016)	11
Figura 3.1	Framework para Consciência Situacional. Fonte: traduzido e adaptado de (SALERNO; HINMAN; BOULWARE, 2004)	19
Figura 4.1	Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional- Perspectiva Conceitual. Fonte: elaborado pelo autor	26
Figura 4.2	Aplicação de esquemas/scripts em Compreensão. Fonte: elaborado pelo autor	28
Figura 4.3	Aplicação de esquemas/scripts em Projeção. Fonte: elaborado pelo autor	29
Figura 5.1	Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional- Perspectiva Computacional. Fonte: elaborado pelo autor	31
Figura 5.2	Árvore de Decisão para seleção de método MDE. Fonte: elaborado pelo autor	33
Figura 5.3	Exemplo do formato de regra SE-ENTÃO. Fonte: traduzido e adaptado de (ROMERO; VENTURA; BRA, 2004)	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Parte 1 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor .	21
Tabela 3.2	Parte 2 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor .	22
Tabela 3.3	Parte 3 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor .	23

LISTA DE SIGLAS

AVA's - Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

CS - Consciência Situacional.

EaD - Educação à Distância.

IA - Inteligência Artificial.

MD - Mineração de Dados.

MDE - Mineração de Dados Educacionais.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.	1
1.1 Motivação e Objetivo	2
2 - FUNDAMENTOS CONCEITUAIS.	3
2.1 Consciência Situacional	3
2.1.1 <i>Percepção</i> dos elementos do ambiente	4
2.1.2 <i>Compreensão</i> da situação atual	4
2.1.3 <i>Projeção</i> do estado futuro	5
2.1.4 Modelos Mentais	5
2.2 Mineração de Dados Educacionais	8
2.3 Consciência Situacional e Data Mining	11
2.4 Considerações Finais	13
3 - REVISÃO DE LITERATURA.	15
3.1 Estado da Arte	15
3.2 Considerações Finais	23
4 - MODELO CONCEITUAL	25
4.1 Ambiente Educacional	25
4.2 Módulo Seletor	26
4.2.1 Objetivos	27
4.2.2 Modelos Mentais	27
4.3 Pré-Processamento e Percepção	28
4.4 Compreensão	29
4.5 Projeção	30
4.6 Tomada de Decisão	30
5 - MODELO COMPUTACIONAL	31
5.1 Seletor	32
5.2 Técnicas MDE	34
5.3 Regras Decisórias	34
5.4 Filtro	35
5.5 Sentenças	36
5.6 Mineração	36
5.7 Decisão	36

6 - CONCLUSÃO	37
6.1 Dificuldades da Pesquisa	37
6.2 Trabalhos Futuros	38
REFERÊNCIAS	39

1 - INTRODUÇÃO.

No último século o crescimento das informações deu-se consideravelmente pelo avanço tecnológico, contudo, Endsley e 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 mundo 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 processo de Tomada de Decisão está envolvida em todos aspectos de nossas vidas, com notória importância em áreas de atividades militar e segurança pública (ROY; BRETON; ROUSSEAU, 2007).

Para Berti (2017) eventos como o gerenciamento de catástrofes, operações de centros de comando e controle, atendimentos médicos e de chamadas 190 emergenciais exemplificam episódios críticos que dependem do correto entendimento situacional. Uma situação crítica define-se por situações onde existem risco em torno da vida ou patrimônio inerentes a ambientes dinâmicos, necessitando de intervenções baseadas na aprendizagem e manutenção da compreensão do evento durante seu tempo de vida (ROY; BRETON; ROUSSEAU, 2007).

O entendimento de aspectos existentes no ambiente é chamado de Consciência Situacional-CS (do inglês Situation Awareness), Endsley e Jones (2012) 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, Breton e Rousseau (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.



O processo de Tomada de Decisão torna-se difícil quando não existe uma boa consciência da situação (ENDSLEY; JONES, 2012). Projetar ambientes computacionais que recriem e/ou processem relações e variações do ambiente entregando ao usuário um nível de entendimento confiável do estado recorrente é desejável.

Dentro do aspecto escolar, propõem-se novas plataformas de apoio de ensino,

sendo montadas para atender necessidades e particularidades de aprendizagem à cada aluno.

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.

Com a utilização das plataformas pelos discentes há a geração de diversos dados em inúmeras situações de interação com o ambiente, este valor numeroso de dados pode dificultar o gerenciamento e análise sobre a interação dos agentes junto dos AVA's (RABELO et al., 2017). A grande quantidade de dados, dinamicidade e inúmeras situações acometidas durante o uso de AVA's podem confundir o usuário acarretando em baixos níveis de entendimento do ambiente.

1.1 Motivação e Objetivo

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 ~~a melhor performance~~ do ensino (FALCI et al., 2018).

Técnicas e tecnologias baseadas em Mineração de Dados (MD), CS e Inteligência Artificial (IA) podem facilitar o processo de Tomada de Decisão e entendimento do ambiente, possibilitando assim a construção de sistemas de conteúdo adaptativo ao processo de aprendizagem do aluno.

O uso de modelos computacionais baseados em CS aplicados a AVA's não é recorrente na área, sendo assim objetiva-se ao final desta pesquisa à construção de um modelo de ensino adaptativo baseado em CS para apoio do professor no ambiente de aprendizagem e ensino a distância.



2 - FUNDAMENTOS CONCEITUAIS.

Este capítulo provê uma base teórica referente aos métodos que estão no escopo deste trabalho, tratando a formalização dos conceitos de Consciência Situacional com maior enfoque na modelagem apresentada por Endsley (1995) e uma explicação sobre o campo de pesquisa em Mineração de Dados voltado a educação, em razão de facilitar o processo de tomada de decisão em ambientes educacionais.

2.1 Consciência Situacional

Define-se 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 ”(ENDSLEY, 1988).



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; 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.

“ Um atleta necessita avaliar seu adversário e as condições do jogo para decidir as ações da partida, para uma ultrapassagem segura o motorista verifica todos os sinais no ambiente dinâmico da estrada (velocidade do seu carro, do carro à frente, tipo de faixa do asfalto, condições da estrada), um policial necessita analisar objetivamente o cenário, condições da vítima, do bandido, avaliar o resultado da ação e só então a executa. ”(BERTI, 2017, p. 32)

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* (figura 2.1).

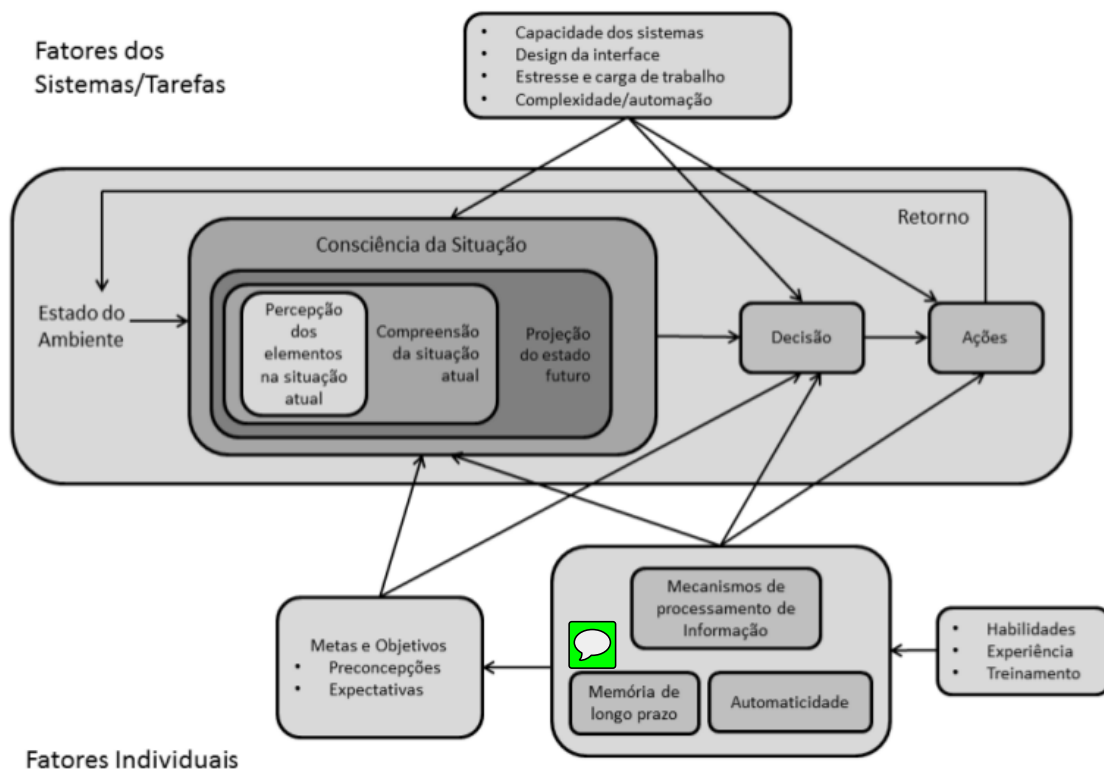


Figura 2.1: Modelo de Consciência de Situação. Fonte: (ENDSLEY, 1995 apud BERTI, 2017)

2.1.1 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. A percepção destas informações são captadas por sensores ou pela combinação deles (ex: olfato e paladar em humanos, lasers e radares em máquinas).

2.1.2 Compreensão da situação atual



O segundo passo na obtenção da SA 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.



“ Considere uma motorista aproximando de um cruzamento de uma rua. A motorista vê a luz amarela, então ela entende que precisa proceder com cautela, baseado na distância do cruzamento. A percepção dela da taxa de desaceleração do carro a sua frente permite determinar se o carro está parando ou seguindo através da intersecção e isto impacta na distância com aquele carro. ”(ENDSLEY; JONES, 2012, p. 17)

2.1.3 *Projeção do estado futuro*

Após a compreensão dos fatos, 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). Endsley e Jones (2012) exemplificam que: “ com Nível 3 de CS, uma motorista sabe que se prosseguir para dentro do cruzamento da rua, ela provavelmente será atingida. ”

2.1.4 Modelos Mentais

Para Endsley e Jones (2012) o indivíduo possui dois tipos de memórias: *de curto prazo ou de trabalho e de longo prazo*. Quando armazenamos informações ~~sobre a~~ *memória de trabalho*, devemos armazenar este 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.**

Imagem mental são formas de representar em pensamento o mundo externo, a mente humana capta o mundo exterior a partir de representações mentais. Estas visões podem ser categorizadas entre representações *analógicas e proposicionais*, a imagem visual é um exemplo de representação analógica (MOREIRA, 1996).

Por outro lado as representações proposicionais são abstratas, organizadas em regras rígidas compreendendo o conteúdo ideacional da mente. Estas representações proposicionais mapeiam-se em uma linguagem da mente (“ mentais ”), de forma que representações proposicionais não são pensamentos expressos em frases, mas sim entidades individuais e abstratas formuladas em linguagem própria da mente, alguns psicólogos cognitivos afirmam que a imagem mental pode ser reduzida a representações proposicio-

nais (MOREIRA, 1996).

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).

Modelos Mentais foram definidos por Rouse, W. B., and Morris (1985 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 ”.

Endsley (1995) e Endsley e Jones (2012) entendem que um Modelo Mental são estruturas complexas para entender o comportamento de sistemas específicos, ou seja, uma assimilação sistemática do funcionamento de algo.

Um modelo mental ajuda pessoas a perceberem quais informações são mais importantes, (BERTI, 2017) ilustra que um pedestre sabe que é mais importante olhar para os dois lados da via antes de atravessá-la do que olhar para o céu. Esta inferência se dá pois no devido momento de atravessar a rua existe um acesso dos modelos mentais conjuntos com experiências e entradas do ambiente, afirmando ao pedestre que olhar para os dois lados é uma informação crucial a ser entendida. A existência de um bom modelo mental é fator crucial para garantir altos níveis de SA₂ e 3.

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 (ENDSLEY; JONES, 2012).

Os esquemas podem funcionar como atalhos para que não necessitemos acessar o modelo mental a todo momento, (como se tivéssemos uma sensação de *dejavú*). Estes esquemas são formados a partir de casos vividos, contudo, uma vantagem dos esquemas são que não necessitam representar exatamente outras situações parecidas pois as pessoas tem a capacidade de relacionar características de uma situação com um esquema. Um médico relaciona um esquema a partir da observação dos sintomas de um paciente podendo assim deduzir um estado do esquema e uma doença (ENDSLEY; 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. Novamente um doutor ao selecionar um esquema (determinando um estado do paciente), prosseguirá o tratamento dando continuidade a uma série de ações pré-programadas para determinada situação (ENDSLEY; JONES, 2012).

“ Um mecânico de automóveis escuta um carro e faz várias observações ou testes quando o carro é levado para um serviço. Ele usa seu modelo mental de como o carro (...) deveria soar, sentir e comportar para interpretar o que ele escuta e vê, e assim direcionar o que deveria examinar. Quando ele escuta algo de errado (...), o esquema (ligado ao modelo mental) que melhor corresponde a sugestão é ativado.”(ENDSLEY; JONES, 2012, p. 23)

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.

É possível visualizar a correspondência entre modelos mentais e o modelo da situação atual (figura 2.2), assim aplicamos durante toda a execução do processo de tomada de decisão uma correspondência de padrões alternando entre modelos mentais, esquemas e roteiros de trabalhos.

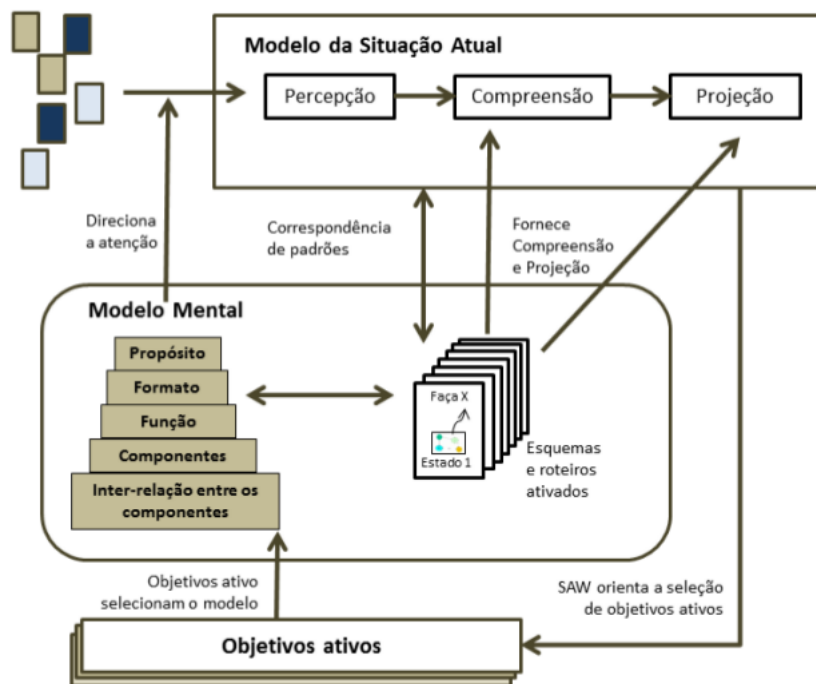


Figura 2.2: Modelo de Consciência de Situação em tomada de decisão dinâmica. Fonte: (ENDSLEY, 1995 apud BERTI, 2017)

2.2 Mineração de Dados Educacionais

A Mineração de Dados foi desenvolvida com o intuito de permitir descoberta de conhecimento sobre uma base de dados, Goldschmidt, Passos e Bezerra (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.

“ (...) ao minerar os dados de um estoque de supermercado poderia-se descobrir que todas as sextas-feiras uma marca específica de cerveja se esgota nas prateleiras e, portanto, um gerente que obtém esta 'nova informação' poderia planejar o estoque do supermercado para aumentar a quantidade de cervejas desta marca as sextas-feiras. Analogamente, é possível minerar dados de alunos para verificar a relação entre uma abordagem pedagógica e o aprendizado do aluno. Através desta informação o professor poderia compreender se sua abordagem realmente está ajudando o aluno e desenvolver novos métodos de ensino mais eficazes.” (BAKER; ISOTANI; CARVALHO, 2011, p.2)

Romero e 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 de ambientes educacionais, combinando ciência da computação, estatística e educação (figura 2.3).

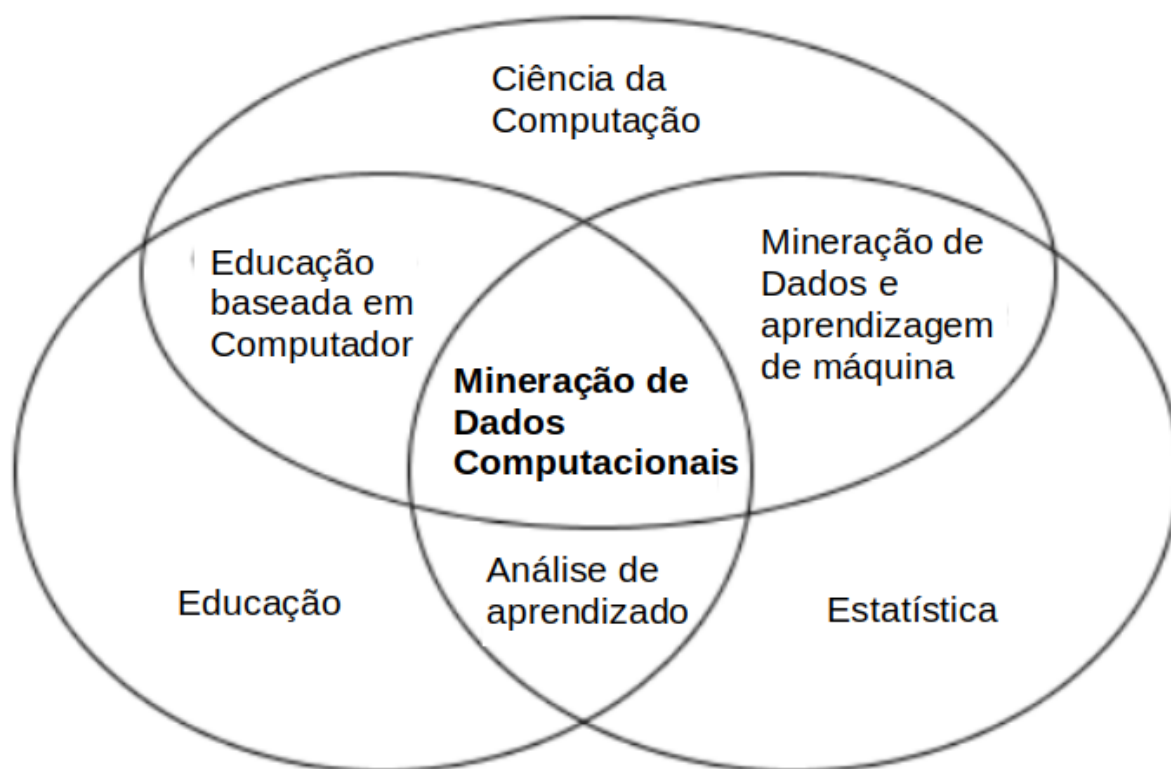


Figura 2.3: Principais áreas relacionadas com a MDE. Fonte: traduzido e adaptado de (ROMERO; VENTURA, 2013)

Baker, Isotani e Carvalho (2011) citam várias linhas de pesquisa na área de MDE, tais pesquisas em sua maioria provenientes da área de mineração de dados, podendo destacar a taxonomia das principais subáreas de pesquisa em MDE:

1. Predição

- Classificação
- Regressão
- Estimação de Densidade

2. Agrupamento

3. Mineração de Relações

- Mineração de Regras de Associação
- Mineração de Correlações
- Mineração de Padrões Sequenciais
- Mineração de Causas

4. Destilação de dados

5. Descobrimento com modelos

Na área de **Predição**, objetivamos o desenvolvimento de modelos que possam inferir características específicas dos dados observados. Em **Mineração de Relações** o intuito é descobrir relações possíveis entre variáveis na Base de Dados (BAKER; ISOTANI; CARVALHO, 2011).

Para agruparmos dados e classificarmos em diferentes grupos e/ou categorias utilizamos técnicas da área de **Agrupamento**. **Destilação** propõe facilitar a compreensão de dados complexos expondo suas características mais pertinentes já em **Descoberta de Modelos**, gera-se um modelo que posteriormente é utilizado como componente ou ponto de partida em outra análise com técnicas de Predição ou Mineração de Relações (BAKER; ISOTANI; CARVALHO, 2011).

García et al. (2011) e 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) ainda afirmam que o processo de mineração de dados educacionais é baseado nos mesmos passos de um processo de MD como exposto por Romero, Ventura e Bra (2004) nas seguintes etapas (figura 2.4):

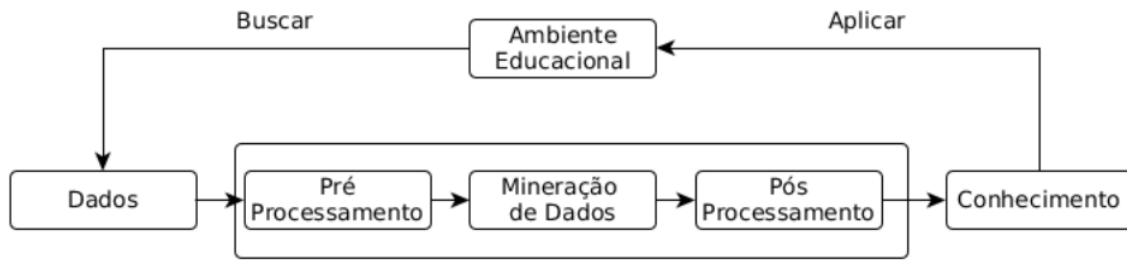


Figura 2.4: Etapas da Mineração de Dados Educacionais. Fonte: (GARCÍA et al., 2011 apud SANTOS, 2016)

- **Pré-processamento:** Os dados obtidos a partir de ambientes educacionais devem ser pré-processados, transformando-os em formatos apropriados para a mineração.
- **Mineração de Dados:** Passo central do procedimento onde as técnicas de MD são aplicadas (ex: regressão, classificação, associação etc..).
- **Pós-processamento:** Os resultados ou modelos obtidos são interpretados e usados no processo de tomada de decisão sobre o ambiente educacional.

Neste trabalho abordaremos o uso da mineração de dados educacionais em formato genérico, procura-se abordar o seu uso dentro do escopo de um AVA modelado com a existência de Consciência Situacional.

2.3 Consciência Situacional e Data Mining

Um software com CS deve relacionar todas informações contextuais disponíveis ~~afim~~ de obter o máximo de entendimento sobre o ambiente, assim estas informações devem ser organizadas em modelos mentais em determinadas situações prototípicas, ou seja, cada relação entre os atores da situação devem ser vistas a partir de um modelo da situação (BERTI, 2017).

A mineração de dados refere-se a descoberta de conhecimento e análise sobre as bases de informações e sobre os modelos que são definidos no software, Krishnaswamy et al. (2005) relacionam uma situação com o estado do relacionamento de uma entidade. Em seu trabalho buscando a CS ~~afim~~ de obter seguranças em rodovias, eles definiram os papéis da consciência do ambiente em meios de modelar as informações contextuais sobre

o motorista, veículo e ambiente no qual o carro está situado, e posteriormente utilizar as técnicas de mineração para uma análise sobre modelos pré-definidos.

Mitsch et al. (2013) expõem que em sistemas com CS, definir situações críticas requer uma quantidade significativa de tempo e esforço. Este esforço de disponibilizar conhecimento explícito poderia ser facilitado e complementado através de MD, descobrindo relações ”interessantes” ou incomuns em domínios nos quais os especialistas podem não estar explicitamente conscientes (conhecimento intrínseco). Em tempo de execução de um sistema com CS, novas e contínuas mudanças e relações incomuns podem surgir, as quais não foram nitidamente observadas ou definidas. O autor ainda ressalta a grande diversidade dos dados de entrada, monitorando vários objetos inter-relacionados em espaço e tempo heterogêneos que devem ser tratados na avaliação de uma situação crítica.

“ Outro requisito específico da CS é que objetos que constituem uma certa situação crítica frequentemente exibem uma mistura de Propriedades espaço-temporais. Isto pode ser exemplificado por uma situação envolvendo três objetos, (i) um ônibus, enviando pontos de localização em instantes de tempo via GPS para o centro de controle (ou seja, uma trajetória), (ii) um engarrafamento, compreendendo um intervalo espacial e temporal, ambos evoluindo ao longo do tempo (ou seja, crescendo, encolhendo, movendo-se) e (iii) uma área de neblina sendo estendida espacialmente sobre uma certa região e caracterizada por um espaço de tempo (...) . ”(MITSCH et al., 2013, p.4)

Berti (2017) considera o modelo de Endsley intuitivo e claro, permitindo aos estudiosos mensurar em um caminho simples as composições e os requisitos da consciência em cada um dos três níveis.

McGuinness e Foy (2000 apud SALERNO; HINMAN; BOULWARE, 2004) estenderam o modelo de Endsley adicionando um quarto nível nomeado Resolução, este nível viabilizaria consciência do melhor caminho a seguir para obter a definição desejada da situação, assim durante o fluxo do modelo aplicaria-se os seguintes questionamentos por etapa:

- Percepção: “ Quais são os fatos atuais? ”
- Compreensão: “ O que está atualmente acontecendo? ”
- Projeção: “ O que geralmente acontece se...? ”
- Resolução: “ O que exatamente eu deveria fazer? ”

Tais indagações norteiam à compreensão da situação alicerçado em conhecimentos de situações similares ocorridas no passado e no presente, se um conhecimento prévio não existe, é preciso aprende-lo ou descobri-lo, papel este na maioria das vezes destinado principalmente a técnicas de Mineração de Dados aliadas a outras ferramentas de Descoberta do Conhecimento (SALERNO; HINMAN; BOULWARE, 2004).

2.4 Considerações Finais

Em AVA's podemos ter inúmeras ações e situações de interação de um aluno com uma máquina, em casos que podem levar a diversas interpretações, assim como inúmeros tipos de informações de entrada no ambiente (texto, áudio, frequência de acesso etc), conhecer e identificar estas interpretações é desafiador, pois cada reconhecimento de uma situação pode acarretar inúmeras respostas diferentes.

Um sistema com CS deve trabalhar continuamente para criar e atualizar modelos de situações nos quais podemos trabalhar tanto com técnicas de mineração como regras de inferência, lógica etc. Cada tipo de entrada no sistema pode demonstrar uma resposta mais efetiva para determinadas técnicas e modelos, um sistema pode ter uma resposta melhor para determinado mapa mental dada uma situação.

É recorrente na literatura comparativos sobre performances de algoritmos em AVA e e-Learning, entretanto, não é recorrente na área estudos que proponham arquiteturas visando atingir um nível de consciência situacional em situações nas quais tais técnicas e procedimentos apresentam uma melhor performance.

3 - REVISÃO DE LITERATURA.

Os AVA's estão se popularizando, assim como os estudos em busca de técnicas e aperfeiçoamento destes ambientes, no domínio de MDE podemos destacar diversos estudos nas mais inúmeras abordagens, nota-se a falta de aprofundamento no tema sob uma perspectiva de CS. Para o desenvolvimento do modelo resume-se neste capítulo alguns dos trabalhos que inspiraram esta pesquisa.

3.1 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, usou-se Cadeia de Markov e Algoritmo de Aprendizagem por Reforço como técnicas dentro dos módulos para o processo de detecção do estilo, seguindo seu modelo.

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 Virtebi 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 ??).

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 e 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.

Procurando prever o desempenho acadêmico do estudante, Santos (2016) realizou um estudo a partir do método de Seleção de Atributos baseados nas técnicas Wrapper e Classificador em Cascata em um banco de dados de uma AVA Moodle, a técnica de seleção de atributos pelo método cápsula alcançou a marca de 90,2% de acurácia.

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. Em sua conclusão Fernandes (2017) destaca os bons resultados do CBA para a previsão de desempenho do estudante, junto de uma clareza nas regras geradas e simplicidade de interpretação.

García et al. (2011) descrevem uma ferramenta de mineração de dados colaborativa educacional baseada em regras de associação, nas quais as informações descobertas poderiam ser avaliadas e compartilhadas por professores com diferentes expertises.

Sua ferramenta foi modelada em dois sub-sistemas: uma aplicação do cliente e um servidor. A aplicação do cliente é uma especialização de ambientes educacionais desenvolvida em uma interface com filtros e regras de restrição nos quais aplicam-se algoritmos de MD.

O servidor desempenha o gerenciamento da base de dados ou repositório do conhecimento, onde especialistas em educação podem editar tais dados, assim como introduzir novas regras ao repositório. Os professores podem validar os modelos para e-learning através da ferramenta a partir de interações reais entre os estudantes e o curso em e-learning.

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.

Redes Bayesianas permitiram a contabilização de relações de dependência entre as ações envolvidas durante o processo de aprendizagem. Destaca-se a influência da participação do usuário no sistema, sendo que aqueles que se inscreveram tardiamente demonstraram deficiências na utilização do LabSQL e conseqüentemente obtiveram um menor desempenho na resolução das atividades.

Romero, Ventura e Bra (2004) descreveram o uso de algoritmos evolucionários para detecção de regras de predição em base de dados aplicados em uma Gramática Baseada em Programação Genética, hospedados em um Sistema Adaptativo para Educação baseada na Web desenvolvido pelo autor. Conclui-se ao final que os algoritmos baseados na abordagem de Pareto foram superiores aos outros propostos na pesquisa os quais usam somente uma única medida de avaliação.

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.

Silva et al. (2012) verificam o uso da CS em equipes transdisciplinares mostrando que o nível de consciência torna-se maior no conjunto do que a mera soma das CS's individuais de seus integrantes aplicando a interdisciplinaridade de seus conhecimentos (o todo é maior que a soma das partes).

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.

Naderpour, Lu e Zhang (2014) modelam um sistema com CS após uma explosão

de uma usina química por fatores de falta de níveis de consciência, criando assim uma rede situacional do ambiente a partir das inúmeras situações que podem ocorrer.

A metodologia foi proposta para desenvolver e analisar uma rede situacional que visa auxiliar a CS em tomada de decisões de operadores nas salas de controles da usina, também levou em conta específicas habilidades de Redes Bayesianas e lógica fuzzy em sistemas que simulam o pensamento humano.

Berti (2017) aplica o conceito de CS em sistemas de atendimento a Chamadas 190 da Polícia Militar, onde a dinamicidade e complexidade do ambiente requer altos níveis de consciência.

A partir de modelos Conceitual e Preditivo propostos, a autora aplicou as técnicas de classificação de texto Bag of Words (calcula a frequência de cada palavra para determinada frase) e Naïve Bayes (calcula a probabilidade de uma frase relatada nas chamadas 190 pertencer a uma determinada situação emergencial).

Dentre as proposições levantadas por Berti (2017), é notório ressaltar que o uso do seu Modelo Preditivo de Situações na implementação de módulos CS em sistemas de apoio à decisão, e aplicações de técnicas de IA podem auxiliar no processo de CS em sistemas de apoio a tomada de decisão em situações emergenciais.

Salerno, Hinman e Boulware (2004) apresentam um framework genérico (figura 3.1) para adquirir Consciência Situacional, a sua construção é basicamente descrita a partir do modelo de Endsley (1995) e o modelo de Fusão de Dados JDL, buscando definir quais são os padrões e dados/informações de interesses que o agente necessita desenvolver para entender o que está acontecendo.

O Componente de Coleção de Dados recebe e gerencia as entradas de dados, o Modelo de Interesse determina o tipo, localização e frequência no qual devem ser coletados/atualizados estes dados. O estado de Percepção é mixado com os níveis de Avaliação dos Dados e Avaliação dos Objetos do modelo JDL criando uma conexão em tempo real entre dados e objetos observáveis. A Compreensão contém bases de dados com Modelos de Análises definidos a partir de um conhecimento prévio, que visam encontrar qualquer referência do Modelo de Interesse dentro dos dados analisados.

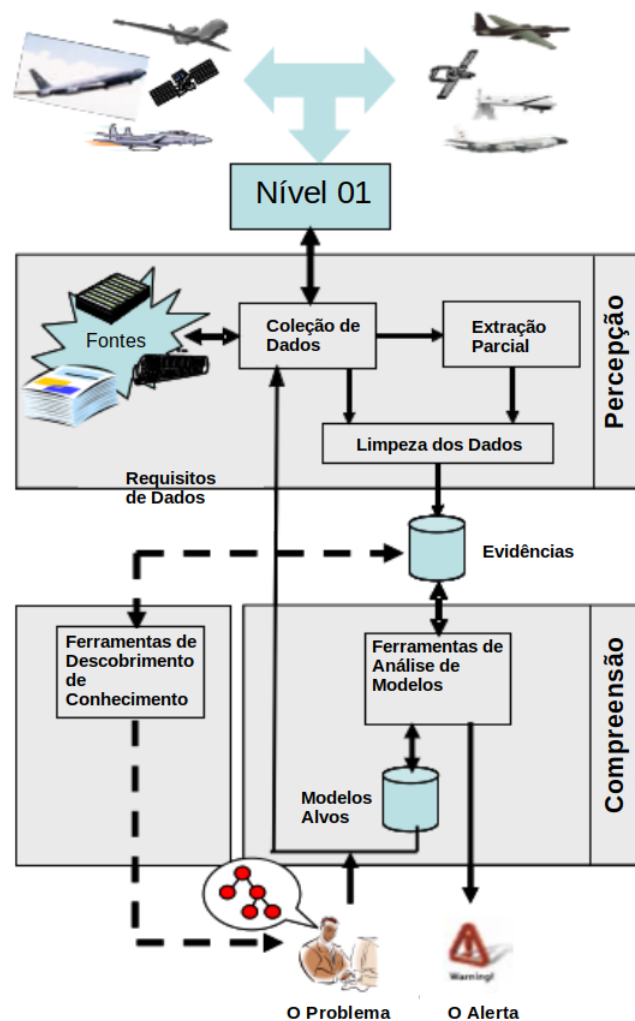


Figura 3.1: Framework para Consciência Situacional. Fonte: traduzido e adaptado de (SALERNO; HINMAN; BOULWARE, 2004)

Matthews et al. (2001) apresentam uma análise em Sistemas de Transportes Inteligentes, criando um modelo de CS aplicado ao processo de direção. A construção teórica criada pelos autores baseia-se no modelo proposto por Endsley (1995), relacionando as etapas e objetivos durante o processo de direção com a CS, os autores ainda definem características de sistemas com CS em rodovias que podem sobrecarregar um usuário com

muita informação, acarretando em baixos níveis de consciência do ambiente.

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.

Tabela 3.1: Parte 1 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor

<u>Trabalho</u>	<u>Domínio</u>	<u>Método</u>	<u>Objetivo</u>
Dorça (2012)	MDE	Redes Bayesianas e Algoritmo por Reforço	Detecção do Estilo de Aprendizagem
Salazar et al. (2017)	MDE	Redes Bayesianas	Detecção do Estilo de Aprendizagem
Falci et al. (2018)	MDE	Lógica Fuzzy e Categorização de Reforços	Detecção do Estilo de Aprendizagem
Ribeiro et al. (2017)	MDE	Média Móvel Exponencial Ponderada	Detecção do Estilo de Aprendizagem
Sena et al. (2016)	MDE	Cadeias Ocultas de Markov	Detecção do Estilo de Aprendizagem
Silva et al. (2017)	MDE	Dinamic Scripting	Aprendizagem por Reforço
Falci et al. (2016)	MDE	Categorização dos Reforços	Aprendizagem por Reforço
Ahmad e Shamsuddin (2010)	MDE	Regras de Associação, Redes Bayesianas e Árvores de Decisão	Análise entre algoritmos para Detecção do Estilo de Aprendizagem.
Santos (2016)	MDE	Seleção de Atributos, Wrapper e Classificador em Cascata	Prever o desempenho acadêmico do estudante.
Fernandes (2017)	MDE	Algoritmo de Classificação Associativa - CBA	Prever o desempenho acadêmico do estudante.
García et al. (2011)	MDE	Regras de Associação	Filtragem e Compartilhamento de Informações relevantes para os professores.

Tabela 3.2: Parte 2 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor

<u>Trabalho</u>	<u>Domínio</u>	<u>Método</u>	<u>Objetivo</u>
Dias et al. (2008)	MDE	Redes Bayesianas e Árvores de Decisão	Determinar relações e padrões no processo de Aprendizagem.
Romero, Ventura e Bra (2004)	MDE	Algoritmos Evolucionários	Prever o desempenho acadêmico do estudante.
Mitsch et al. (2013)	DM e CS	Pesquisa exploratória	Estudar Técnicas de DM que melhor se encaixem a Sistemas com CS.
Silva et al. (2012)	CS	Pesquisa exploratória	Verificar o uso da CS em equipes transdisciplinares.
Yin et al. (2012)	CS	PLN e DM	Modelar a CS para avaliar Situações Emergenciais detectadas em Mídias Sociais.
Naderpour, Lu e Zhang (2014)	CS	Redes Bayesianas e Lógica Fuzzy	Sistema com CS para garantir consciência após explosão em usina química.
Berti (2017)	CS	Bag of Words, Naïve Bayes	Modelo Preditivo de Situações em atendimento a Chamadas 190.
Matthews et al. (2001)	CS		Integração de Sistemas de Transportes Inteligentes com CS.

Tabela 3.3: Parte 3 - Estado da Arte - Técnicas e métodos aplicáveis em Mineração de Dados e Consciência Situacional. Fonte: elaborado pelo autor

<u>Trabalho</u>	<u>Domínio</u>	<u>Método</u>	<u>Objetivo</u>
Krishnaswamy et al. (2005)	CS	Mineração de Dados Onipresentes	Modelo de Arquitetura que busca CS em rodovias.
Salerno, Hinman e Boulware (2004)	CS	CS e Fusão de Dados, modelo JDL	Construção de Framework genérico que integra Fusão de Dados e CS.

3.2 Considerações Finais

Este capítulo apresentou métodos e pesquisas estudadas para construção de aplicações voltadas a e-learning e em aplicações com consciência situacional. É notório o uso de classificadores e redes bayesianas em mineração de dados na maioria das pesquisas, entretanto o método computacional de descoberta de conhecimento varia-se conforme os requisitos do domínio da aplicação e pela natureza das informações que alimentarão o modelo na formalização da situação.

Perante o exposto, os capítulos seguintes apresentam o modelo de apoio ao ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional.

Os capítulos 4 e 5 apresentam o Modelo de Apoio ao Ensino orientado a Consciência Situacional. O protótipo visa descrever como um sistema pode ser construído visando a consciência do ambiente em AVA's, auxiliando assim o docente na correta interpretação do conhecimento do aluno. Pretende-se especificar como um sistema consciente pode ser modelado em AVA's conforme suas entradas de dados e situações que devem ser abrangidas dentro de um ambiente educacional.

Modelos Mentais e Situações Prototípicas oriundos de conhecimentos prévios norteiam o operador na tomada de ações necessárias sobre a situação em curso, Mineração de Dados Educacionais atuam como um motor auxiliador na síntese de dados gerando informações que serão relacionadas aos modelos e situações pré-definidas identificando uma situação e re-alimentando a base de conhecimentos prévios.

4 - MODELO CONCEITUAL

O Modelo Conceitual traz uma descrição em alto-nível sobre o escopo do que deseja ensinar no ambiente educacional, ressaltando aspectos equivalentes ao corpo estrutural do conhecimento, seu desenvolvimento promove conceitos relevantes para compreender a situação do ambiente, seus relacionamentos e sua estrutura representativa.

Módulos genéricos propostos podem ser aplicados diretamente na construção de representações sobre conteúdo educacional, módulos educacionais categorizam-se basicamente por conter conteúdos teóricos e práticos, 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 (BARBOSA, 2004).

A modelagem proposta neste trabalho transcreve o ambiente escolar para o fluxo do processamento computacional. A figura 4.1 representa o fluxo nos quais os dados capturados no ambiente seguem e os módulos que um sistema consciente necessita orientando a implementação de ferramentas que processem e auxiliem os usuários na interação com o sistema.

4.1 Ambiente Educacional

O universo educacional representa todas as relações que circundam o professores e alunos quando estes vivenciam 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.

Conforme reiterado por Barbosa (2004) módulos educacionais são compostos essencialmente por conteúdos teóricos e práticos, assim sendo, ocorre a alimentação do sistema por um Banco de Dados preenchidos com o material durante a interação com o modelo.

Entende-se por conteúdo teórico como informações e referências na web, transparências, anotações de aula, áudio e vídeo associados, etc. Por outro lado conteúdo prático denota as atividades e avaliações guiadas no processo, assim como o resultado das

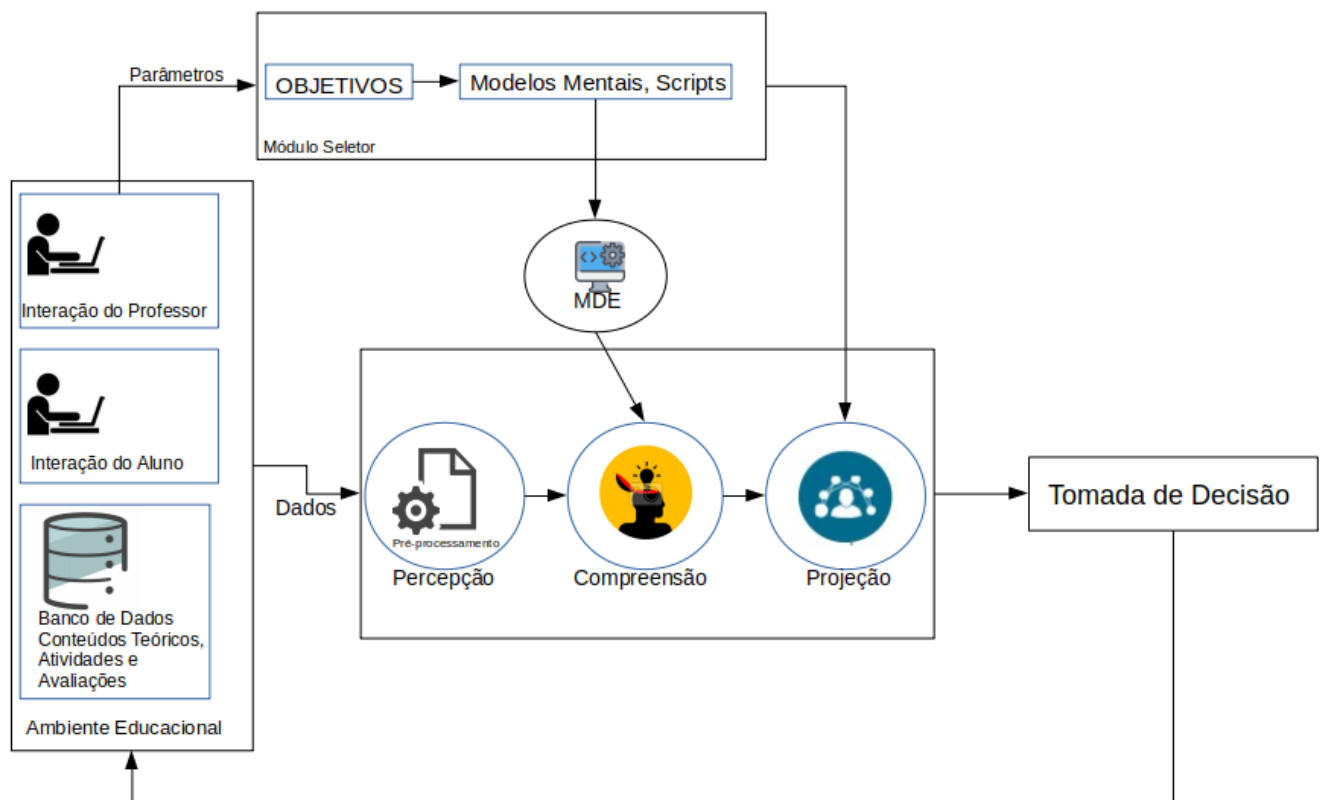


Figura 4.1: Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional- Perspectiva Conceitual. Fonte: elaborado pelo autor

mesmas (documentos, códigos-fonte, programas executáveis, discussões, experimentos). Estes conteúdos são ligados aos agentes a partir da interface computacional, interagindo diretamente com Aluno e Professor.

Apesar da modelagem genérica o Banco de Dados deve adaptar-se as necessidades particulares dos agentes, em outras palavras, suponha que exista um AVA especialista no ensino de Física, diante do exposto o BD deve tratar diferentemente seu conteúdo para um estudante de ensino médio em relação a um pesquisador de pós-graduação.

4.2 Módulo Seletor

Conforme Salerno, Hinman e Boulware (2004) o processo de construir um framework para CS inicializa com a análise e definição do problema em interesse, que inicia adaptando a base do modelo para seus propósitos fundamentais. A experiência e o conhecimento é obtido através de resultados e experiências prévias, transformando-os em

modelos e mapas mentais quais documentam estes conhecimentos.

Os agentes do ambiente traçam os objetivos esperados durante a execução do modelo, e para cada parâmetro destes objetivos associam-se Modelos Mentais e Esquemas definindo padrões que aconselham quais dados/informações o sistema necessita coletar para desenvolver um entendimento do que está acontecendo. “ Os esquemas agem como atalhos, fornecendo a compreensão e projeção da situação em um simples passo, especialmente quando as situações envolvem grandes volumes de dados ”(BERTI, 2017).

Os Modelos Mentais geram padrões sobre como os dados devem ser tratados, agindo diretamente sobre a atuação do módulo de MDE. 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.

4.2.1 Objetivos

Os objetivos são extremamente dinâmicos e ilustram as metas do ambiente no qual foram inseridos, neste trabalho, ilustram os principais propósitos aplicados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem relatados pelos autores aqui referenciados. Os trabalhos assim atribuem-se a: *Detecção do Estilo de Aprendizagem e Prevenção do Desempenho acadêmico do Discente*. Estes estudos compreendem vasto conhecimento em técnicas, resultados e descrição de aplicações, gerando um vasto conhecimento prévio de ações e reações sobre os AVA's.

4.2.2 Modelos Mentais

Os Modelos Mentais compreendem as formas que representam o pensamento dos professores conforme o objetivo definido para a execução do modelo, estes modelos devem procurar representar o máximo de eventos que melhor vestem as situações comuns à aquelas iterações, assim para cada tipo de interação do ambiente com o modelo devem existir situações previamente moldadas que melhor se encaixarão naqueles padrões.

Este módulo aplica-se diretamente sobre as etapas de Compreensão e Projeção. Em Compreensão os modelos mentais atuam comparando a iteração corrente com es-

quem as e scripts que melhor aplicam-se naquele conjunto de dados a partir do objetivo selecionado pelo docente, definindo quais métodos e técnicas dentro do módulo MDE melhor se aplicam à situação (figura 4.2).

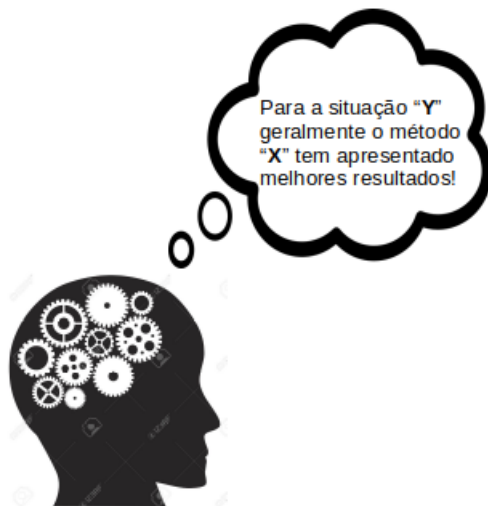


Figura 4.2: Aplicação de esquemas/scripts em Compreensão. Fonte: elaborado pelo autor

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 (figura 4.3). Representam o conjunto de dados para construção da base mental deste modelo: *Discussões e resultados sobre métodos e técnicas em MDE nos trabalhos aqui referenciados e Experiência do Docente no Ensino Acadêmico*.

4.3 Pré-Processamento e Percepção

A percepção consiste em notar os sinais do ambiente, como primeiro passo na aquisição de Consciência Situacional, desempenha papel primordial na obtenção dos dados. O resultado decorrente da interação Aluno X Professor X Conteúdos Teóricos/Práticos consiste na principal fonte de entrada de dados que alimentam o modelo consciente da situação.

Levando em conta a ampla gama de resultados oriundos das interações dos agentes

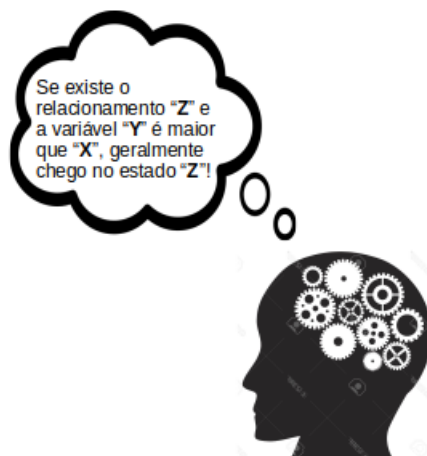


Figura 4.3: Aplicação de esquemas/scripts em Projeção. Fonte: elaborado pelo autor

faz-se necessário consolidar e transformar estes dados em um formato mais simples de modo que o tempo aplicado nas etapas posteriores seja consumido primordialmente de acordo com a definição de suas funções do que a adequação destes dados as ferramentas e procedimentos pospositivos.

A fase de Pré-Processamento age sobre dados crus realizando ações como limpeza de prováveis dados sujos e estruturação destes conteúdos como entradas da etapa de Compreensão. Este procedimento pode ser feito com a ajuda de várias técnicas computacionais assim todos os dados independente da fonte representada serão manipulados.

4.4 Compreensão

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. Inúmeras abordagens podem ser encarregadas desta função.

Como mencionado no capítulo 3 Berti (2017) utiliza redes Bayesianas, Salerno, Hinman e Boulware (2004) um modelo de Fusão de Dados JDL, Mitsch et al. (2013) evidenciam técnicas de clusterização.

Este modelo estabelece as estratégias utilizadas em Mineração de Dados Educacionais como agente descobridor do conhecimento, suas inúmeras técnicas providenciam

um abrangente campo de atuação já referenciado à inúmeras aplicações em educação, bem como resultados e parâmetros de quais técnicas podem ser melhor mapeadas em específicos conjuntos de dados, facilitando a correspondência do melhor método a cada situação. MDE explora os dados disponíveis à procura de padrões consistentes, relacionamentos, associações explicitando tais informações ocultas no BD.

Modelos mentais serão de grande importância na definição das relações, empregues tanto nos dados a serem processados assim como nas técnicas e métodos utilizados pela MDE, assim as situações prototípicas e mapas mentais agem sobre os meios que tais dados podem ser processados dado cada condição.

4.5 Projeção

Quando projeta-se situações futuras deseja-se ensaiar 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 serão o propulsor doando esquemas para a imaginação de possíveis estados.

A projeção diferentemente da Compreensão não trabalha diretamente com métodos de MDE sendo que o objetivo é que os dados cheguem a este passo tratados explicitando conhecimentos relevantes.

4.6 Tomada de Decisão

Resultado final do processo, esta última etapa da Perspectiva Conceitual apresenta a alternativa determinada pelo o usuário diante das opções suportadas pelo sistema, toda decisão impactará em uma nova configuração do Ambiente Educacional, criando assim novos parâmetros e situações em uma futura iteração.

5 - MODELO COMPUTACIONAL

O Modelo Computacional representa aspectos lógicos, discretos e matemáticos afim de serem interpretados por um computador, esta representação propõe a estruturação dos métodos e dados adequando-se a arquitetura do processamento em máquina, incumbem-se assim a vinculação dos objetos anteriormente modelados, instituindo uma sequência organizacional entre eles.

O modelo a seguir, ilustrado pela figura 5.1 constitui-se de três blocos principais, sendo, Ambiente Educacional, Modelo Mental e Consciência Situacional, derivando-se em 7 módulos de funcionamento do sistema. O Ambiente Educacional como descrito anteriormente neste trabalho, abriga o universo educacional, contendo docente e discente como agentes/usuários que interagem com o sistema, e um Banco de Dados que abrange os conteúdos teóricos, atividades propostas, avaliações e assim por diante.

O módulo Modelo Mental constitui-se por três sub-módulos: Seletor, Técnicas MDE e Regras Decisórias. Por sua vez o módulo de Consciência Situacional contém os sub-módulos: Filtro, Sentenças, Mineração e Decisão. Será descrito a seguir especificadamente a ação dos sub-módulos em Modelo Mental e Consciência Situacional influenciando o fluxo de funcionamento do modelo ante a transformação do Ambiente Educacional.

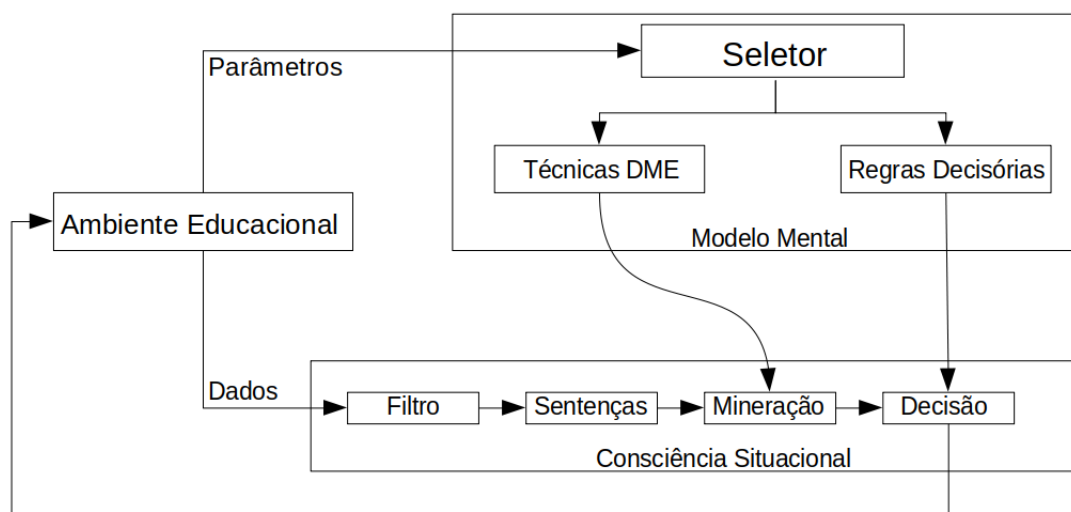


Figura 5.1: Modelo de Apoio ao Ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem sustentado por Consciência Situacional- Perspectiva Computacional. Fonte: elaborado pelo autor

5.1 Seletor

O módulo Seletor atua recebendo os parâmetros de execução do sistema, adequando-os ao funcionamento do modelo a partir das necessidades advindas do Professor. As escolhas dos objetivos aqui definidos originaram-se a partir das aplicações e motivações dos mesmos pelos autores neste trabalho citados, compreendendo-se: *Detecção do Estilo de Aprendizagem Previsão do Desempenho Acadêmico do Estudante* .

O professor tem a liberdade de escolha do tipo de execução do sistema conforme a necessidade encontrada em sala de aula, de forma que o sistema providencie as condições necessárias para auxílio do docente no ambiente.

O módulo a partir do recebimento dos parâmetros define qual o melhor tipo de comportamento do sistema para o tratamento da entrada dos dados, atua selecionando quais os melhores métodos de MDE que devem ser utilizados sobre o conjunto de dados, permitindo a Compreensão dos mesmos, e extraindo regras de decisão que ajudarão o sistema na etapa de Projeção de situações conforme o resultado extraído da etapa pós-mineração.

O processo de seleção de técnicas e regras pode ser definido computacionalmente por vários métodos, segue exemplo de estruturação por Árvores de Decisão, definindo métodos em MDE para serem aplicados a etapa de Compreensão 5.3.

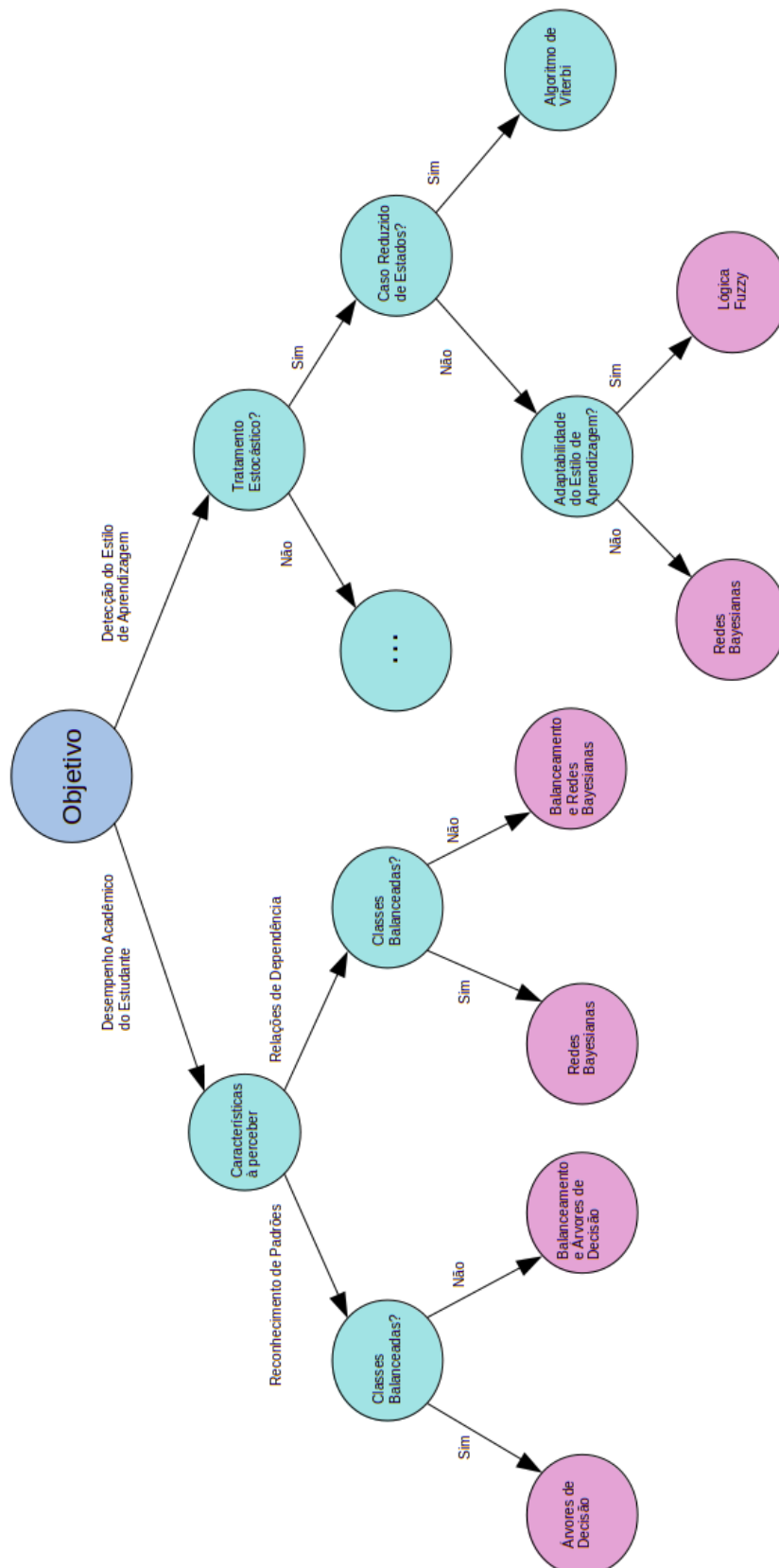


Figura 5.2: Árvore de Decisão para seleção de método MDE. Fonte: elaborado pelo autor

A seleção e delimitação do conjunto de regras pode ser feito por várias técnicas, cita-se o modelo de García et al. (2011) para validação, seleção e criação de regras designados a educação. O repositório de regras é alimentado pelos docentes a partir de ações decisórias costumeiras, procedimentos e protocolos seguidos em sala de aula, rotineiramente avaliando, editando e introduzindo novas regras.

5.2 Técnicas MDE

Este módulo receberá como entrada todas as técnicas e procedimentos necessários para a mineração dos dados, compreende a implementação dos algoritmos que serão utilizados em Compreensão. O módulo prevê mais de um tipo de algoritmo presente, afim de fornecer diferentes estruturas nas saídas dos dados possibilitando a determinação de diferentes regras decisórias.

5.3 Regras Decisórias

A regras decisórias são um conjunto de associações e inferências aplicadas após a computação e processamento dos dados minerados, este conjunto permite a orientação do sistema quanto aos possíveis estados futuros diante dos resultados obtidos por aquelas variáveis (figura 5.3).

<regra>	::=	SE <antecedente> ENTÃO <consequente>
<antecedente>	::=	<condição> +
<consequente>	::=	<condição> +
<condição>	::=	<atributo> <operador> <valor>
<atributo>	::=	Cada um dos possíveis atributos do conjunto
<valor>	::=	Cada um dos possíveis valores de cada atributo do domínio
<operador>	::=	= > < >= =< !=

Figura 5.3: Exemplo do formato de regra SE-ENTÃO. Fonte: traduzido e adaptado de (ROMERO; VENTURA; BRA, 2004)

Romero, Ventura e Bra (2004) defendem que o conhecimento gerado pelas regras podem ser extremamente úteis para os coordenadores do curso, assim decidindo quais modificações seriam mais apropriadas para aumentar a efetividade das aulas. Depen-

dendo do conhecimento gravado, correspondem-se diferentes tipos de regras, abrangendo-se as regras de: *Decisão, Associação, Classificação, Predição, Causal e Otimização*, em concordância com os objetivos deste trabalho, destaca-se as regras de Associação, Classificação e Predição.

O objetivo de Regras de Associação é procurar por relacionamentos entre os atributos nas bases de dados, levando em conta as regras que antecedem e sucedem o estado. Um exemplo de regra de associação em Ambientes Educacionais seria: SE "aluno acessa muitos dados gráficos" ENTÃO "preferência por conteúdo visual".

Regras de Classificação desenvolvem relações para criarem um sistema de classificação, visam encontrar objetos que possam ser considerados pertencentes a determinado conjunto de características específicas. A finalidade de Regras de Predição é antecipar algum estado futuro obtido dos valores das suas variáveis avaliadas, permitindo identificar características que deem pistas para uma específica saída.

A regras decisórias executarão o papel de esquemas e roteiros juntamente com o módulo Seletor, determinando situações prototípicas para as relações visualizadas no estado.

5.4 Filtro

O módulo Filtro é responsável por realizar um pré-processamento nos dados de entrada selecionando os fatos de relevância e padronizando-os nos formatos necessários para execução dos algoritmos de mineração. Sua rotina consiste em realizar uma limpeza de ruídos de informações dos dados de entrada, como caracteres especiais, espaços em branco e stop-words. Também faz-se necessário a padronização dos tipos de arquivos, forma da letra e estruturação dos caracteres para que não exista imprevistos na execução dos algoritmos.

A entrada de dados do sistema modela-se basicamente em formato de texto, estes dados representam todas as interações dos agentes com a base de dados preenchida com conteúdos teóricos/práticos, resultados destas interações e estatísticas de uso do sistema.

5.5 Sentenças

A execução deste módulo destina-se a criar as sentenças que serão executadas conforme a necessidade de cada algoritmo, sua implementação dedica-se a criar frases e estruturas de dados para os possíveis procedimentos na etapa posterior, ou seja, para o conjunto de dados formado por interações do usuários, dados estatísticos e conteúdos teóricos/práticos o módulo estruturará frases, expressões e mensagens os quais dispararão as rotinas de mineração dos dados nas etapas seguintes.

5.6 Mineração

A aplicação das técnicas de mineração ocorre, realizando a compreensão dos dados fornecidos pelo ambiente educacional. Este módulo recebe as entradas do módulo de Sentenças, e do módulo Técnicas MDE, este último fornece quais procedimentos devem ser aplicados nas informações recebidas pelas sentenças. Ao final do processo deve ser possível perceber padrões, características e relações sobre o conjunto de dados.

5.7 Decisão

A Decisão reúne as regras decisórias e a partir dos fatos adquiridos da Mineração, o módulo deve ser capaz de antecipar os eventos futuros, sugerindo as prováveis mudanças que melhor causarão impacto ao Ambiente Educacional.

O retorno das sugestões é uma junção da aplicação das regras decisórias, probabilidade de ocorrência das situações e a experiência sob o olhar do agente humano, (representado aqui pelo docente) assumindo papel de avaliador da assertividade das decisões geradas.

6 - CONCLUSÃO

Este trabalho consistiu-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, propondo-se a integração dos apontamentos e pesquisas já realizadas em MDE junto a AVA's com a interpretação Consciente da Situação proposta por Endsley (1995).

O uso de CS possibilita um entendimento mais ágil e claro das nuances de um ambiente, o seu uso em ambientes educacionais demonstra-se promissor visto o grande dinamismo de informações e situações na esfera escolar, trazendo uma perspectiva mais ampla do ambiente.

O modelo permite a expansão do uso das técnicas de mineração de dados pois os modelos mentais propõem a aplicação e abordagem de algoritmos para o ambiente escolar trazendo para cada situação qual melhor técnica encaixa-se ao problema.

Desenvolveu-se o modelo conceitual e computacional, onde o conceitual à partir de uma abordagem alto-nível traduziu o ambiente escolar para o fluxo de processamento computacional, na correta orientação dos dados dentro dos módulos necessários em um sistema consciente, por sua vez o modelo computacional apresentou sob a perspectiva de processamento lógico, os métodos e estruturação dos dados viabilizando a execução do modelo por um computador.

A aplicação da MDE foi proposta dentro do modelo como um motor processador de dados em conhecimento, por contrapartida a CS competiu-se nas ações a serem tomadas para cada situação a partir dos objetivos determinados, variáveis da execução e conhecimento obtidos.

6.1 Dificuldades da Pesquisa

A maior dificuldade deste trabalho foi relacionada a escassez de trabalhos e modelos de CS aplicados na área educacional, onde a maior aplicação são em áreas como aviação e trânsito. A correta definição da aplicabilidade e diferenciação da CS e DM demonstrou-se sutil e abstrata, concentrando boa parte dos esforços deste trabalho.

6.2 Trabalhos Futuros

Esta pesquisa limitou-se a utilização de MDE no processamento dos dados, entretanto pode-se expandir a outras abordagens para a descoberta do conhecimento, assim como o uso de linguagens lógicas para a construção das regras decisórias e modelos mentais demonstra-se muito promissor para a aplicabilidade do problema.

O trabalho limitou-se a uma ideia, não sendo de fato testada e aplicada em mundo real, assim a construção de um protótipo de software para aplicabilidade do modelo são também definições de próximos passos à serem executados.

O modelo pode gerar um poderoso software para potencializar a aprendizagem no ambiente escolar. O uso da Consciência Situacional dá uma nova perspectiva ao uso da Mineração de Dados Educacionais, expandindo as visões muitas vezes focadas na performance de execução do processamento das técnicas, do que o seu próprio poder de adaptação e aplicabilidade no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

AHMAD, N. B. H.; SHAMSUDDIN, S. M. A comparative analysis of mining techniques for automatic detection of student's learning style. In: **2010 10th Int. Conf. Intell. Syst. Des. Appl.** [s.n.], 2010. p. 877–882. ISBN 978-1-4244-8134-7. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5687150/>.

BAKER, R.; ISOTANI, S.; CARVALHO, A. Mineração de Dados Educacionais: Oportunidades para o Brasil. **Rev. Bras. Informática na Educ.**, v. 19, n. 02, 2011. ISSN 1414-5685. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1301>.

BARBOSA, E. F. Uma Contribuição ao Processo de Desenvolvimento e Modelagem de Módulos Educacionais. n. January, 2004.

BERTI, C. B. **MODELO PREDITIVO DE SITUAÇÕES COMO APOIO À CONSCIÊNCIA SITUACIONAL E AO PROCESSO DECISÓRIO EM SISTEMAS DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA**. 150 p. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2017.

DIAS, M. M. et al. Aplicação de Técnicas de Mineração de Dados no Processo de Aprendizagem na Educação a Distância. **Brazilian Symp. Comput. Educ. (Simpósio Bras. Informática na Educ. - SBIE)**, v. 1, n. 1, p. 105–114, 2008. ISSN 2316-6533. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/693>.

DORÇA, F. A. **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**. 207 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

ENDSLEY, M. R. PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS SOCIETY-32nd ANNUAL MEETING 1988. In: **Proc. Hum. FACTORS Soc.** Hawthorne, CA: [s.n.], 1988. p. 97–101.

ENDSLEY, M. R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. **Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.**, v. 37, n. 1, p. 32–64, 1995. ISSN 0018-7208. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1518/001872095779049543>.

ENDSLEY, M. R.; JONES, D. G. **Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design**. Second edi. [S.l.]: CRC Press, 2012. ISBN 978-1-4200-6355 (pbk).

FALCI, S. H. et al. Detecção de Estilos de Aprendizagem Utilizando Lógica Fuzzy e Categorização de Reforços. In: . [S.l.: s.n.], 2018.

FALCI, S. H. et al. Uma Nova Abordagem para Aplicação de Reforço em Sistemas Automáticos e Adaptativos de Detecção de Estilos de Aprendizagem. **Rev. Eletrônica Argentina-Brasil Tecnol. da Informação e da Comun.**, v. 1, n. 6, 2016. ISSN 2446-7634. Disponível em: <http://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/200>.

FERNANDES, W. L. APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE CLASSIFICAÇÃO ASSOCIATIVA (CBA) EM BASES EDUCACIONAIS PARA PREDIÇÃO DE DESEMPENHO. 2017.

FERNANDES, W. L. et al. Levantamento e Análise de Obras Recentes Baseada em Mineração de Relações e Clusterização. In: . [s.n.], 2016. p. 970. ISSN 2316-8889. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7022>.

GARCÍA, E. et al. A collaborative educational association rule mining tool. **Internet High. Educ.**, Elsevier Inc., v. 14, n. 2, p. 77–88, 2011. ISSN 10967516. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.07.006>.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS, E.; BEZERRA, E. **Data Mining: Um Guia Prático - Conceitos, Técnicas, Ferramentas, Orientações e Aplicações**. [S.l.: s.n.], 2005. 250 p.

KRISHNASWAMY, S. et al. Towards situation-awareness and ubiquitous data mining for road safety: Rationale and architecture for a compelling application. **Researchportal.Port.Ac.Uk**, 2005. Disponível em: <http://eprints.qut.edu.au/9684/>.

MATTHEWS, M. et al. Model for Situation Awareness and Driving: Application to Analysis and Research for Intelligent Transportation Systems. **Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board**, v. 1779, n. January, p. 26–32, 2001. ISSN 0361-1981. Disponível em: <http://trrjournalonline.trb.org/doi/10.3141/1779-04>.

MCGUINNESS, B.; FOY, L. A subjective measure of SA: The Crew Awareness Rating Scale (CARS). In: . Savannah, Georgia: [s.n.], 2000.

MITSCH, S. et al. A survey on clustering techniques for situation awareness. In: **Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)**. [S.l.: s.n.], 2013. v. 7808 LNCS, p. 815–826. ISBN 9783642374005. ISSN 03029743.

MOREIRA, M. A. MODELOS MENTAIS. **Investig. em Ensino Ciências**, v. 1, n. 3, p. 193–232, 1996. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141162/000292664.pdf?sequence=1>.

NADERPOUR, M.; LU, J.; ZHANG, G. The explosion at institute: Modeling and analyzing the situation awareness factor. **Accid. Anal. Prev.**, Elsevier Ltd, v. 73, p. 209–224, 2014. ISSN 00014575. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.008>.

RABELO, H. et al. Utilização de técnicas de mineração de dados educacionais para predição de desempenho de alunos de EaD em ambientes virtuais de aprendizagem. In: . [s.n.], 2017. p. 1527. ISSN 2316-6533. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7684>.

RIBEIRO, P. et al. Detecção de Estilos de Aprendizagem utilizando Média Móvel Exponencialmente Ponderada. n. November, p. 1247, 2017. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7653>.

ROMERO, C.; VENTURA, S. Data mining in education. **Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.**, v. 3, n. 1, p. 12–27, 2013. ISSN 19424787.

ROMERO, C.; VENTURA, S.; BRA, P. Knowledge discovery with genetic programming for providing feedback to courseware author. **User Model. User-Adapted Interact. J. Pers. Res.** **14**(5), p. 425–464, 2004.

Rouse, W. B., and Morris, N. M. On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models (OTIC AD-AI59080). **Georg. Inst. Technol. Cent. Man-Machine Syst. Res.**, Atlanta, GA, 1985.

ROY, J.; BRETON, R.; ROUSSEAU, R. **Concepts, Models, and Tools for Information Fusion**. [S.l.]: Artech House , INC, 2007. 155 p. ISBN 978-1-59693-081-0.

SALAZAR, L. et al. Detecção de Estilos de Aprendizagem em Ambientes Virtuais de Aprendizagem Utilizando Redes Bayesianas. n. November, p. 1317, 2017. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7660>.

SALERNO, J.; HINMAN, M.; BOULWARE, D. Building A Framework For Situation Awareness. **Seventh Int. Conf. Inf. Fusion**, v. 28, p. 680–686, 2004. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.63.1633\&rep=rep1\&ty>.

SANTOS, R. M. M. dos. *Técnicas de Aprendizagem de Máquina Utilizadas na Previsão de Desempenho Acadêmico*. 2016.

SENA, E. et al. Proposta de uma Abordagem Computacional para Detecção Automática de Estilos de Aprendizagem Utilizando Modelos Ocultos de Markov e FSLSM. n. November, p. 1126, 2016. ISSN 2316-6533. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6798>.

SILVA, A. W. L. et al. Consciência Da Situação Em Equipes Transdisciplinares. **Ciências e Cognição / Sci. Cogn.**, v. 17, n. 2, p. 115–134, 2012. ISSN 1806-5821. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/792>
[5Cnhttp://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/download/792/](http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/download/792/).

SILVA, J. C. et al. Detecção Automática e Dinâmica de Estilos de Aprendizagem em Sistemas Adaptativos e Inteligentes utilizando Dynamic Scripting. n. October, p. 1327, 2017. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7661>.

YIN, J. et al. Using social media to enhance emergency situation awareness. **IEEE Comput. Soc.**, v. 27, p. 52–59, 2012. ISSN 10450823.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Diamantina, ____ / ____ / ____.

Ernani Martins

naninmartins@gmail.com

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Campus Alto do Jacuba - CEP: 39100-000 - Diamantina - MG - Brazil