

SISTEMA DE AVALIAÇÃO BASEADO EM TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA¹

José dos Reis MOTA²
Lorraine Nayara Porto SIQUEIRA³

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de avaliação baseado em técnicas de aprendizado de máquina empregando análise preditiva. O objetivo de desenvolvimento desse sistema é proporcionar dados para que seja feito o acompanhamento do desenvolvimento dos alunos, e assim, os envolvidos no processo educativo tenham condições de propor intervenções pedagógicas e como consequência buscar resultados ainda melhores para a instituição no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas tecnologias como: para processo de desenvolvimento o *SCRUM*; linguagem de programação *PHP* com a utilização do modelo MVC (*Model, View, Controller*) e banco de dados *MySQL*. O sistema é *web*, portanto pode ser acessado de qualquer lugar e de maneira rápida.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizado de máquina, sistema de avaliação, inteligência artificial.

1 INTRODUÇÃO

O processo de tomada de decisões dentro de uma organização pode ser bastante difícil, já que a busca por uma melhor solução para uma oportunidade ou problema pode gerar consequências positivas ou negativas. A utilização de um sistema de apoio à tomada dessas decisões possui grande valia, pois o mesmo, por meio do cruzamento de informações, fornece apoio e aponta a melhor decisão a ser tomada.

Entretanto, esse é um modelo que pode ir além da área de negócios. Em projetos educacionais, um sistema como esse pode gerar indicadores que auxiliam instituições de ensino, professores, tutores e alunos, contribuindo assim para que decisões sejam baseadas em dados, evitando riscos e falhas que possam impactar em iniciativas de desenvolvimento.

Um ambiente de aprendizagem é um espaço em que um indivíduo está sujeito a oportunidades de aprendizagem. Entretanto, isso não precisa estar diretamente ligado a um

¹ Trabalho apresentado na área temática 1 - Novas tecnologias e ferramentas para gestão empreendedora do XII Congresso Mineiro de Empreendedorismo, realizado de 17 a 20 de outubro de 2016.

² Orientador do trabalho. Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e docente pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), email: josereis@unipam.edu.br

³ Estudante de Graduação 8º Período do Curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), email: lorrannenpsiqueira@gmail.com

ambiente físico. O avanço da tecnologia, o alcance da internet e, principalmente, a mobilidade, possibilitam que as atividades transcendam os limites de uma sala de aula.

Buscando efetivar essas oportunidades de aprendizagem, assim como obter informações para auxiliar decisões estratégicas, este trabalho tem como objetivo modelar e desenvolver um sistema para avaliação de alunos baseada em técnicas de aprendizado de máquina, empregando análise preditiva. Esse sistema deve possibilitar a análise do possível resultado final do aluno em disciplinas, evitando reprovações e seus problemas correlatos, como aumento do índice de evasão, assim como trabalhar com previsões em relação ao resultado do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), utilizado como instrumento governamental para avaliar e qualificar as instituições de ensino. O sistema será desenvolvido no Centro Universitário de Patos de Minas, buscando auxiliar o acompanhamento do desempenho do aluno, de forma que os envolvidos no processo educativo possam propor intervenções buscando aperfeiçoá-lo, e, como consequência, espera-se melhorar, ainda mais, os resultados da instituição no ENADE.

Ao estabelecer um prognóstico do resultado de alunos com base em dados já existentes, é possível antecipar ações e intervenções pedagógicas de forma que a instituição possa estabelecer metas para melhorar um determinado resultado, ou o próprio aluno pode antecipar ações visando o alcance dos objetivos acadêmicos.

Assim, ao desenvolver um sistema de avaliações, utilizando técnicas de aprendizado de máquina na análise de resultados, espera-se contribuir com o processo ensino-aprendizagem, auxiliando todos os envolvidos, e gerar informações essenciais, que possam servir para que o emprego de estratégias de intervenções pedagógicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção são apresentados conceitos referentes a aprendizado de máquina e avaliações no contexto educacional, assim como sobre as tecnologias utilizadas para conduzir o trabalho.

2.1 APRENDIZADO DE MÁQUINA

A área de aprendizado de máquina (AM) é considerada um ramo da Inteligência Artificial, cujo objetivo é construir sistemas que sejam capazes de aprender de forma automatizada a partir de dados (BRINK, 2014). Algoritmos de AM aprendem a induzir uma função ou hipótese capaz de resolver um problema a partir desses dados que representam

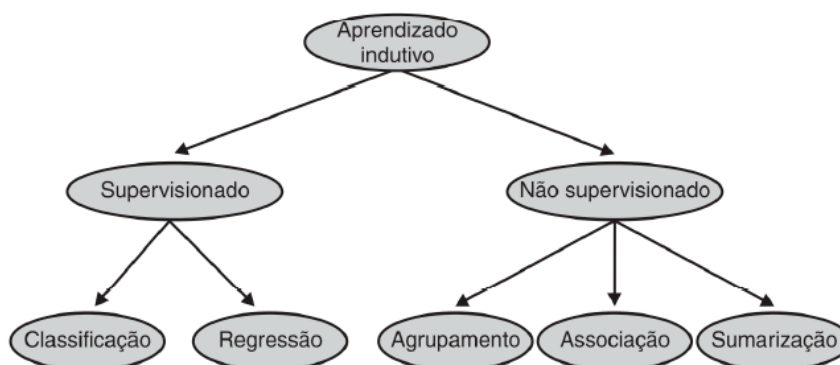
instâncias do problema a ser resolvido (CARVALHO, 2011).

Segundo Carvalho (2011), algoritmos de AM são utilizados em diversas tarefas, que podem ser organizadas de acordo com diferentes critérios. Essas tarefas de aprendizado podem ser divididas em descritivas e preditivas.

Nas tarefas descritivas, a meta é explorar ou descrever um conjunto de dados. Já nas tarefas preditivas a meta é encontrar uma função a partir dos dados de treinamento que possa ser usada para prever valores desconhecidos ou futuros de outras variáveis.

De acordo com os tipos de tarefas de aprendizado, a Figura 1 apresenta uma hierarquia de aprendizado.

Figura 1 - Hierarquia de aprendizado



Fonte: (CARVALHO, 2011) p.6

No topo da hierarquia temos o aprendizado indutivo, em que são realizadas generalizações a partir dos dados. Em seguida os tipos de aprendizado supervisionado e não supervisionado que correspondem, respectivamente, aos tipos preditivo e descritivo. As tarefas supervisionadas se diferenciam pelo tipo dos rótulos de dados: no caso de classificação, discreto; no caso de regressão, contínuo. Já as tarefas não supervisionadas são divididas em agrupamento, associação e sumarização. No agrupamento, os dados são agrupados de acordo com a similaridade, na associação o objetivo é encontrar padrões frequentes de associações entre os atributos de um conjunto de dados, já a sumarização consiste em encontrar uma descrição simples e compacta para um conjunto de dados.

No caso deste trabalho, o foco será nas tarefas de aprendizado indutivo supervisionado, ou seja, a partir de dados já existentes, espera-se obter modelos preditivos em relação ao aproveitamento acadêmico dos discentes.

2.2 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Nos últimos anos, segundo Cervi (IESDE, 2001), o conceito de avaliação da aprendizagem tem evoluído muito e sensivelmente. Se antes ela era vista como uma quantificação no processo de ensino e o que propositalmente o aluno tenha aprendido dentro do contexto escolar, hoje ela está mais estabelecida com complexidade e amplitude.

No trabalho docente, a avaliação é tarefa necessária para que professores e instituição possam acompanhar o processo de ensino. É a partir dessa avaliação que o professor consegue comparar os objetivos propostos e dessa forma, constatar progressos e dificuldades. São os resultados que os auxiliam a tomarem decisões sobre o seu trabalho.

2.3 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Uma grande evolução da humanidade é a facilidade com que o conhecimento pode chegar em todos os lugares com apenas alguns cliques. Esta modalidade de educação é efetivada através do intenso uso de tecnologias de informação e comunicação, podendo ou não apresentar momentos presenciais (MORAN, 2009).

De acordo com Paulo Freire (2003, p.21), “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou sua construção” e isso pode ocorrer em qualquer ambiente, seja ele presencial ou virtual. Diante das influências tecnológicas de informação e comunicação, a mobilidade tecnológica vem contribuindo para um novo modelo de educação e as instituições de ensino vêm se adaptando a esse novo modelo, adotando esses sistemas.

2.4 SCRUM

O framework Scrum é uma metodologia ágil para gestão e desenvolvimento de projetos. É uma ferramenta capaz de controlar de forma eficaz e eficiente o trabalho, unindo equipes e cliente em função de um objetivo em comum (PRESSMAN, 2006).

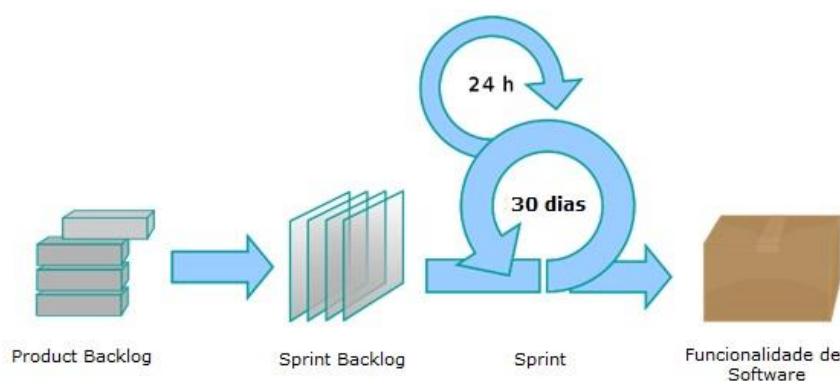
É importante saber que o Scrum trabalha com grupos altamente gerenciáveis, que trabalham nos seguintes papéis:

- *Product Owner*: é o que define os requisitos do produto e prioriza os itens do *Product Backlog*, defende os interesses do cliente e motiva a equipe.
- *Scrum Master*: ele garante que o time esteja produtivo e funcional, ou seja, ele é responsável por eliminar impedimentos e colabora com o *Product Owner* na priorização de requisitos.

- Time *Scrum*: normalmente um time formado por 5 a 9 pessoas, que são responsáveis por estimar tempo e valores para tarefas de desenvolvimento (KNINBERG, 2007).

Na Figura 2 é apresentado o ciclo de vida de um desenvolvimento de software utilizando o Scrum.

Figura 2 - Ciclo de vida da metodologia Scrum



Fonte: Portal DevMedia

Inicia-se o ciclo com o chamado *Product Backlog*, um registro que contém as funcionalidades a serem desenvolvidas. Através do *Product Backlog* são criados ciclos que são chamados de *Sprints*. No início de cada *Sprint*, é realizado um *Sprint Planning Meeting*, uma reunião de planejamento onde o *Product Owner*, prioriza itens do *Product Backlog* e a equipe seleciona as atividades que serão capazes de serem realizadas dentro da *Sprint* que se inicia. Essas tarefas que são definidas na *Sprint* são movidas de *Product Backlog* para *Sprint Backlog*.

O *Daily Scrum* é uma breve reunião feita a cada dia de uma *Sprint* que acontece normalmente na primeira parte do dia, onde o objetivo é informar sobre o que foi feito no dia anterior, identificar o que será feito no dia e resolver possíveis impedimentos.

Ao final de uma *Sprint*, as funcionalidades implementadas são apresentadas pela equipe em uma *Sprint Review Meeting*. É nessa reunião que o projeto é avaliado em relação aos objetivos da *Sprint*. Finalmente, é realizada uma *Sprint Retrospective* que serve para identificar o que funcionou bem, o que pode ser melhorado e como pode ser melhorado. Assim, o ciclo se reinicia (SCHWABER, 2013).

3 METODOLOGIA

Inicialmente, foi feito um estudo bibliográfico sobre aprendizado de máquina, área da Inteligência Artificial, que será utilizado no trabalho para a obtenção de resultados. Também foram estudadas tecnologias que foram utilizadas no desenvolvimento do projeto, levando em consideração recursos, disponibilidade e custos para a adoção do sistema.

O sistema de avaliação baseado em técnicas de aprendizado de máquina está sendo desenvolvido utilizando o Scrum, um processo de desenvolvimento ágil, que consiste em definir *backlogs* de produtos e quais itens serão implementados dentro de cada *Sprint*. A cada *Sprint* novas funcionalidades são desenvolvidas, testadas e acopladas ao sistema.

O Quadro 1 lista ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema.

Quadro 1 – Ferramentas e Tecnologias Utilizadas

Nome	Descrição
Sublime Text	IDE de desenvolvimento que dá suporte a linguagem PHP
Visual Paradigm for UML	Software utilizado para desenvolver os diagramas UML
MockupBuilder	Software para modelagem de protótipos
Navicat Premium	Ferramenta para gerenciar banco de dados MySQL.
Microsoft Office Word	Editor de texto utilizado para gerar a documentação do projeto

Fonte: Dados do Trabalho

Na fase de estruturação do projeto, estão sendo utilizadas as ferramentas *Microsoft Office Word* e *Visual Paradigm for UML* para documentação dos requisitos, construção dos diagramas de caso de uso, diagrama entidade relacionamento e diagrama de classes. Na fase de desenvolvimento está sendo utilizado o *Sublime Text* para codificação do sistema e o *Navicat Premium* para gerenciar o banco de dados, onde os dados são armazenados.

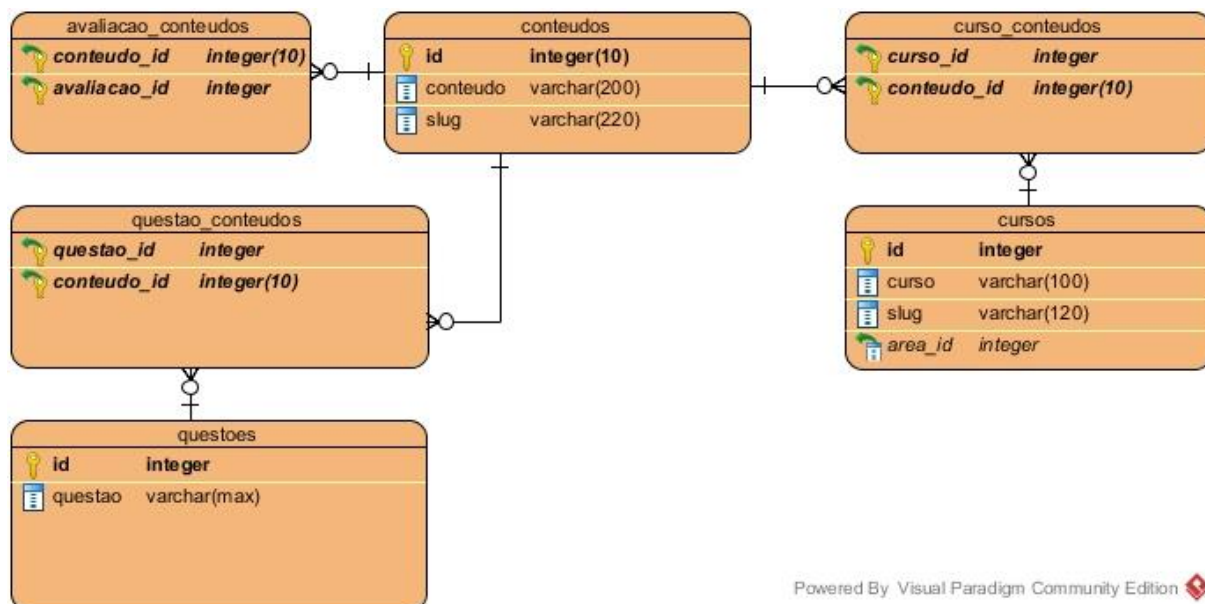
4 RESULTADOS

No primeiro momento, foi necessária a realização de uma pesquisa para entender o formato do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), a fim de colher todos os requisitos que seriam necessários para o desenvolvimento do sistema, uma vez que um dos objetivos do sistema é simular o exame de forma automatizada.

Para descrever o modelo de dados, foi elaborado o Diagrama de Entidade de Relacionamento (DER) representado parcialmente na Figura 3, que é composto de tabelas ou

entidades, seus atributos e relacionamentos.

Figura 3 - Diagrama de Entidade de Relacionamento (DER)



Powered By Visual Paradigm Community Edition

Fonte: Dados do trabalho

Dentre as entidades, existem aquelas que são importantes para o funcionamento do sistema, como por exemplo, a entidade que mantém informações dos usuários (*users*), pois é partir dela que será feito o controle de acesso ao sistema, já que o mesmo é restrito apenas a usuários autorizados. Existem também aquelas que são a chave para o aprendizado de máquina, como a entidade que salva o resultado dos alunos, pois através dos resultados dos alunos é que serão gerados resultados para a instituição.

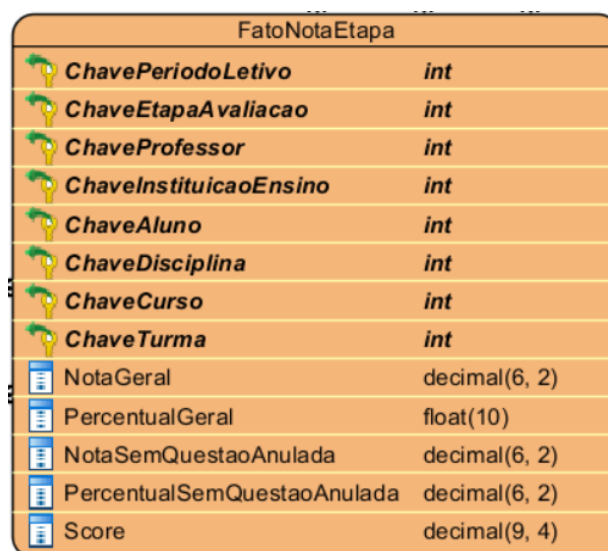
Outra entidade chave para o sistema é a entidade de conteúdos. A fim de obter um resultado efetivo, o conteúdo é relacionado com o curso, com a avaliação e com as questões. Ao criar uma avaliação será necessário informar quais conteúdos serão avaliados e dessa forma, o sistema buscará questões que foram relacionadas a esse conteúdo. A avaliação poderá ser aplicada para todos os alunos dos cursos que também possuem esse conteúdo associado.

Dessa forma, teremos variáveis a serem analisadas pelo aprendizado de máquina. Assim será possível filtrar dados por aluno, por curso e por conteúdo e trabalhar dentro desses resultados para tomar decisões, e possivelmente, adquirir melhoria nos processos de aprendizagem da instituição e contribuir para o aprendizado dos próprios alunos.

Além disso foi modelado um DataWarehouse para coleta e análise dos dados de

avaliação dos alunos em etapas anteriores, de forma que esses dados possam ser usados como treinamento para os algoritmos de aprendizado de máquina e comparação de resultados. A figura 4 representa a tabela fato que será populada para efetuar essa análise. Conforme pode-se observar na chave primária dessa tabela, várias dimensões podem ser utilizadas para a análise, como por exemplo a etapa de avaliação, que, no caso do UNIPAM, são: a) etapa de pontos distribuídos pelo professor (40,0); b) etapa de avaliação colegiada (20,0 pontos); b) etapa de avaliação integradora externa (20,0) pontos; c) etapa de Projeto Integrador (20,0 pontos). Como esses dados históricos, pode-se fazer uma análise preditiva dos resultados dos alunos e compará-los aos resultados reais ao aplicar a avaliação gerada pelo sistema. As variáveis podem ser comparadas e ajustadas para verificar, por exemplo, qual a etapa de avaliação traduz melhor o resultado do aluno. Esse modelo é representado pela Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de Entidade de Relacionamento



FatoNotaEtapa	
ChavePeriodoLetivo	<i>int</i>
ChaveEtapaAvaliacao	<i>int</i>
ChaveProfessor	<i>int</i>
ChaveInstituicaoEnsino	<i>int</i>
ChaveAluno	<i>int</i>
ChaveDisciplina	<i>int</i>
ChaveCurso	<i>int</i>
ChaveTurma	<i>int</i>
NotaGeral	decimal(6, 2)
PercentualGeral	float(10)
NotaSemQuestaoAnulada	decimal(6, 2)
PercentualSemQuestaoAnulada	decimal(6, 2)
Score	decimal(9, 4)

Fonte: Dados do trabalho

5 CONCLUSÃO

O sistema ainda está em fase de desenvolvimento e, portanto, ainda não é possível identificar se o aprendizado de máquina e suas variáveis contribuem de forma positiva para a instituição. Após a finalização do sistema, será feita uma carga de dados, com questões de exames do ENADE que foram aplicadas em anos anteriores e, posteriormente, disponibilizado para os alunos que terão seus cursos avaliados.

Após a utilização do sistema, espera-se que o aprendizado de máquina traga resultados que contribuam para a tomada de decisões, contribuindo assim para melhorias no

processo de ensino-aprendizagem da instituição e para os alunos contribuir para seu conhecimento, além de, identificar áreas onde será necessário um maior esforço, até mesmo para se qualificar para o mercado profissional.

REFERÊNCIAS

BRINK, H.; RICHARDS, J. **Real world Machine Learning**. [S.l.]: Manning Publications C.O, 2014.

CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon F. et al. **Inteligência artificial - uma abordagem de Aprendizado de Máquina**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CERVI, Rejane de Medeiros. **Didática** – IESDE. Curitiba – Paraná. 2001

DEVMEDIA. **Desenvolvimento ágil com scrum: uma visão geral**. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/desenvolvimento-agil-com-scrum-uma-visao-geral/26343>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia - Saberes necessária à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996 (Coleção Leitura).

KNINBERG, Henrik. **Scrum e XP direto das trincheiras**: Como nós fazemos Scrum. Estados Unidos: C4media, 2007. 148 p.

MORAN, J. M. (2009). **O que é Educação a Distância**. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2006.

SCHWABER, K. **SCRUM development process**: in Proceedings of the 10th Annual ACM Conference on Object Oriented Programming Systems, Languages, and Applications. [s.l]: Oopsla, 1995.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. **Guia do scrum**: Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo. Sao Paulo: Desc, 2013.