



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DANIEL CIRNE VILAS-BOAS DOS SANTOS

**Acompanhamento de alunos em ambientes virtuais de
aprendizagem: uma proposta baseada em sistemas
tutores inteligentes**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Recife
17 de Fevereiro de 2017

DANIEL CIRNE VILAS-BOAS DOS SANTOS

**Acompanhamento de alunos em ambientes virtuais de
aprendizagem: uma proposta baseada em sistemas
tutores inteligentes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Estatística e Informática como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Taciana Pontual da Rocha Falcão

Coorientador: George Gomes Cabral

Recife

17 de Fevereiro de 2017

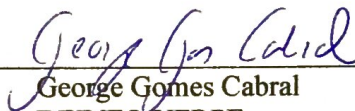


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

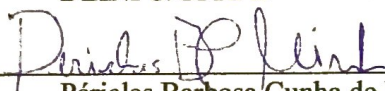
<http://www.bcc.ufrpe.br>

FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

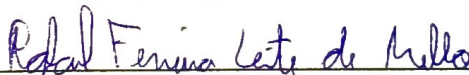
Trabalho defendido por Daniel Cirne Vilas-Boas dos Santos como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, intitulado **Acompanhamento de alunos em ambientes virtuais de aprendizagem: uma proposta baseada em sistemas tutores inteligentes**, orientado por Taciana Pontual da Rocha Falcão e aprovado pela seguinte banca examinadora:



George Gomes Cabral
DEINFO/UFRPE



Péricles Barbosa Cunha de Miranda
DEINFO/UFRPE



Rafael Ferreira Leite de Mello
DEINFO/UFRPE

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e dado força durante toda minha vida por caminhos tortuosos até o presente momento. O lugar que me encontro agora é bem distante de onde tudo começou e acredito que uma força maior continua me levando por tais caminhos.

Agradeço aos meus pais, Dinabel e Marivaldo, que sempre fizeram tudo que estava a seu alcance para que eu pudesse atingir meus objetivos pessoais e profissionais da melhor maneira possível.

Agradeço a minha orientadora Taciana, que me ajudou muito com sua sabedoria e inteligência na tomada de decisões e construção deste trabalho.

Agradeço ao meu coorientador e amigo George, com quem sempre tive muita afinidade e que foi peça fundamental na reta final desta pesquisa.

Agradeço aos meus amigos da universidade Daniel, Leonardo, Pedro, Rodrigo e Thomás que puderam compartilhar diversos momentos, felizes e difíceis, muitas idas ao RU e ao bar da curva durante essa longa jornada.

Agradeço aos tutores entrevistados, que se dispuseram e colaboraram para que os resultados desta pesquisa fossem alcançados com maior qualidade.

Por fim, reconheço a grande importância de algumas pessoas em minha vida, que apesar de representarem papéis bem distintos, foram muito importantes para que eu chegasse aonde estou. Muito obrigado Bárbara, Catariny, Débora, Diogo, Rebeca e Tawanne.

*“Todo caminho da gente é resvaloso.
Mas também, cair não prejudica demais - a
gente levanta, a gente sobe, a gente volta! . . .
O correr da vida embrulha tudo, a vida é
assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”*

Guimarães Rosa

Resumo

A educação a distância (EaD) é uma modalidade de ensino em plena ascensão, permeada por recursos tecnológicos que se renovam a cada instante. Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) se consolidaram como plataforma de ensino e aprendizado a distância mais utilizada nas instituições de ensino do país. Nestes ambientes professores, tutores e alunos interagem visando transmitir e construir os conteúdos, porém a atual conjuntura mostra que existem elevados índices de evasão e diversas dificuldades enfrentadas especialmente por alunos e tutores. Visto que o tutor exerce papel fundamental no acompanhamento e aprendizado dos alunos, buscou-se investigar o trabalho destes profissionais para propor soluções para tais problemas. A partir de resultados promissores obtidos em plataformas de ensino online associadas à inteligência artificial (IA) e da importância da mediação dos tutores nessas plataformas, foi realizada uma pesquisa de campo qualitativa com os mesmos. Desta forma, foi constatado o potencial de associação da indispensável intervenção pedagógica dos tutores aos recursos de IA, como algoritmos de classificação e agrupamento para solucionar alguns dos problemas encontrados, culminando com o desenvolvimento de um protótipo e sua avaliação junto aos tutores. A ferramenta desenvolvida possui funcionalidades que visam facilitar o acompanhamento e a interação do tutor com seus alunos, com gráficos interativos e informações sobre o comportamento do aluno dentro do ambiente, além de projetar o uso de algoritmos que possibilitam o agrupamento de alunos de acordo com suas características e a criação de um modelo de classificação para ajudar na identificação de estudantes com dificuldades.

Palavras-chave: AVA, tutoria, acompanhamento de alunos, inteligência artificial

Abstract

Distance education is a teaching modality rising fast, helped by technological resources that renew every moment. Virtual learning environments (VLE) are getting mature as teaching and learning platform in distance education, It is used by most of the education institutions in Brazil. In these environments teachers, tutors and students interact aiming to transmit and construct contents, however the actual situation shows that there are high rates of evasion and many difficulties faced, especially by students and tutors. Since tutors play a key role in the accompaniment and learning of the students, their work was investigated to propose solutions for those problems. Based on promising results obtained in online learning platforms associated with artificial intelligence (AI) plus the importance of tutors mediation in these platforms, a qualitative field research was carried out. In that way, it was observed the potential of associating the indispensable tutor's pedagogical intervention with AI resources, such as classification and grouping algorithms to solve some of the problems found, resulting in the development of a prototype and its evaluation by tutors. The tool developed contains functionality that focuses on helping tutors accompanying and interacting with his students, using interactive graphs and data from the student's behavior inside the platform, also projecting the use of algorithms that may allow grouping students according to their characteristics and creating a classification model to help to identify students with higher chances of difficulties.

Keywords: VLE, tutoring, students accompaniment, artificial intelligence

Lista de ilustrações

Figura 1 – Evolução dos sistemas de ensino usando o computador entre 1950 e 1990	25
Figura 2 – Arquitetura de STI	29
Figura 3 – Atributos propostos para representação de estudantes	39
Figura 4 – Controle de acesso	51
Figura 5 – Tela de disciplinas	51
Figura 6 – Tela inicial da disciplina	52
Figura 7 – Fórum de dúvidas	52
Figura 8 – Detalhes do aluno no fórum	53
Figura 9 – Gráficos de notas dos alunos	54
Figura 10 – Detalhamento de notas dos alunos	55
Figura 11 – Página de uso do sistema	56
Figura 12 – Modal de detalhamento de uso do sistema	57
Figura 13 – Página de acompanhamento avançado	58
Figura 14 – Envio de mensagem para alunos selecionados	58
Figura 15 – Página para gerar novo modelo de classificação	59
Figura 16 – Página de classificação e acompanhamento	59
Figura 17 – Página de resultado do agrupamento	60
Figura 18 – Classificação dos alunos agrupados por atributos	61
Figura 19 – Página de resultado da classificação	62
Figura 20 – Interface do modelo de classificação dos alunos	63

Lista de tabelas

Tabela 1 – Atributos e unidades de medidas usadas no modelo proposto	39
Tabela 2 – Perfil dos tutores entrevistados	42
Tabela 3 – Perfil dos entrevistados na etapa de validação da solução	64
Tabela 4 – Resultado da etapa I da entrevista de validação da solução	64

Lista de abreviaturas e siglas

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
DM	Data Mining
EaD	Educação a distância
EM	Expectation Maximization
IA	Inteligência Artificial
IES	Instituição de Ensino Superior
LMS	Learning Management Systems
RF	Random Forest
STI	Sistema Tutor Inteligente
UAB	Universidade Aberta do Brasil

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema de pesquisa	13
1.2	Objetivo geral	14
1.3	Objetivos específicos	14
1.4	Estrutura do trabalho	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Educação a Distância e partes envolvidas	16
2.1.1	Histórico da Educação a Distância no Brasil	16
2.1.2	Principais atores na educação a distância	19
2.1.2.1	A importância dos tutores em ambientes virtuais de aprendizagem	20
2.1.3	Principais desafios enfrentados por tutores e alunos em ambientes virtuais de aprendizagem	23
2.1.4	A evolução das plataformas de ensino	24
2.2	Inteligência artificial aplicada a plataformas de ensino	28
2.2.1	Sistemas tutores inteligentes	28
2.2.1.1	Sistemas Tutores Inteligentes em conjunto com tutores humanos: uma nova abordagem	31
2.2.2	Inteligência artificial e <i>Data mining</i> aplicados aos ambientes virtuais de aprendizagem	32
2.2.3	Algoritmos de classificação e agrupamento de dados	35
3	METODOLOGIA	37
4	RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	42
5	SOLUÇÃO PROPOSTA	49
5.1	Apresentação do protótipo	50
5.2	Validação da solução proposta	63
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
6.1	Limitações e trabalhos futuros	70
6.2	Dificuldades encontradas	71
	Referências	73

APÊNDICES	79
Apêndice 1	80
Apêndice 2	82
Apêndice 3	84

1 Introdução

Mudanças constantes em todos os setores da sociedade nos colocam diante de novos problemas de diferentes níveis de complexidade nos âmbitos do mercado de trabalho, educacional ou social e estes demandam novas competências e estratégias para que possamos nos adaptar e evoluir.

No âmbito educacional, o processo de ensino e aprendizado não foge a essa regra e também vem sendo aperfeiçoado e adaptado ao longo dos anos. Diversas teorias relacionadas ao aprendizado e metodologias de ensino foram desenvolvidas e contestadas ao longo do tempo (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003), recebendo cada vez mais suporte dos recursos tecnológicos, especialmente nos últimos anos. Esse uso se potencializou com o crescimento da internet e a popularização de computadores, *tablets* e celulares associados aos processos decorrentes da globalização (PRETTO; PINTO, 2006).

Os modelos tradicionais de ensino e aprendizagem contribuíram bastante para a evolução da educação em conjunto com as mudanças da sociedade e ainda possuem grande importância, mas o suporte de ferramentas tecnológicas pode ser crucial para o cumprimento de novas necessidades. Além disso, a quantidade de vagas oferecidas pelas redes de ensino presencial não são suficientes para as demandas da população, gerando uma defasagem educacional que vem sendo diminuída através das ferramentas de ensino a distância (FILATRO, 2004).

A Educação a Distância (EaD) apareceu como modalidade de ensino em conjunto com a criação de meios de comunicação capazes de conectar pessoas em localidades distintas. Desde seu surgimento até o momento atual houve diversas modificações e regulamentações que culminaram com o modelo vigente no Brasil, tendo como principais atores alunos, professores e tutores (MACHADO; MACHADO, 2004).

A tutoria é considerada um dos papéis fundamentais para a boa execução do ensino a distância por diversos fatores. Entre eles podemos destacar a presença constante dos tutores nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) e a maior proximidade entre estes e os alunos em suas atividades cotidianas, o que cria uma relação mais amistosa, permitindo que os questionamentos e dificuldades enfrentadas durante o curso possam ser mais facilmente resolvidos (MACHADO; MACHADO, 2004).

Apesar da importância do acompanhamento de alunos por tutores, os principais AVAs utilizados pelas instituições de ensino superior no Brasil ainda deixam muito

a desejar na perspectiva do auxílio e supervisão dos alunos. Conforme foi observado durante este trabalho, existem problemas que precisam ser melhor investigados, entre eles as dificuldades de aproximação e conhecimento e ação dos tutores sobre seus alunos.

A utilização de recursos computacionais e técnicas de inteligência artificial têm sido uma prática dos últimos anos em contextos educacionais, apresentando resultados promissores. Plataformas inteligentes de ensino são cada vez mais presentes e completas nas iniciativas pública e privada e podem preencher as lacunas mencionadas anteriormente.

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) são plataformas de aprendizado online que simulam o comportamento de tutores humanos, por meio da observação das atividades dos alunos dentro do ambiente, associadas a uma base de conhecimento e algoritmos de decisão (GAVIDIA; ANDRADE, 2013a). Esses ambientes continuam ganhando espaço na área educacional com a constante evolução da inteligência artificial e têm apresentado resultados relevantes (SANTOS; JORGE, 2013) (N.M.ISBUDEEN; SULTAN; MOHAMED, 2013).

Por outro lado, algumas outras abordagens visam a aproximação do usuário final, buscando entender a finalidade e principais atividades desempenhadas no sistema, buscando reorganizar a forma de interação com o conhecimento e os conteúdos apresentados, aumentando a usabilidade das interfaces e conseqüentemente a facilidade de uso e execução contínua. Com o apoio da pesquisa de campo é possível identificar pontos de melhoria para plataformas que atualmente possam apresentar deficiências no processo de ensino e aprendizagem.

Fundamentado em alguns dos conceitos de STIs, como a observação dos alunos e uso de algoritmos de agrupamento e classificação, e com maior enfoque na perspectiva dos tutores, esse trabalho tem como propósito compreender melhor os problemas enfrentados por estes em AVAs, especialmente no que se diz respeito ao acompanhamento de seus alunos, para criar uma proposta de ferramenta que possa solucionar ou mitigar as dificuldades identificadas visando melhorias no processo de ensino e aprendizagem na EaD.

1.1 Problema de pesquisa

Partindo do que foi exposto acima, podemos definir o problema de pesquisa deste trabalho de conclusão de curso pelo seguinte questionamento: é possível melhorar o acompanhamento de alunos pelos tutores em ambientes virtuais de aprendizagem, por meio de métodos e técnicas de inteligência artificial utilizadas em sistemas tutores inteligentes?

1.2 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um protótipo de ambiente virtual de aprendizagem que proveja aos tutores melhores formas de acompanhamento dos alunos em cursos a distância.

1.3 Objetivos específicos

1. Realizar um levantamento do histórico da educação a distância no Brasil e a evolução das plataformas de virtuais de aprendizagem.

2. Identificar as atuais necessidades de tutores em ambientes virtuais de aprendizagem no que diz respeito ao acompanhamento e apoio aos alunos.

3. Projetar um protótipo de ambiente virtual de aprendizagem (AVA) capaz de facilitar o acompanhamento de alunos em plataformas de ensino a distância.

4. Explorar o uso de mineração de dados e algoritmos de classificação em ambientes virtuais de aprendizagem no suporte às atividades de tutoria.

5. Avaliar o protótipo proposto junto aos tutores.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está disposto da seguinte maneira: no Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica que está estruturada em duas grandes seções. A primeira trata da EaD e as partes envolvidas (2.1), falando sobre o histórico da Educação a Distância no Brasil (2.1.1), seus principais envolvidos (2.1.2), a importância dos tutores nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) (2.1.2.1), os principais desafios enfrentados por tutores e alunos na EaD (2.1.3) e a evolução das plataformas de ensino (2.1.4).

A segunda subseção da revisão bibliográfica abrange a inteligência artificial aplicada a plataformas de ensino (2.2), sistemas tutores inteligentes (2.2.1), sistemas tutores inteligentes em conjunto com tutores humanos: uma nova abordagem (2.2.1.1), inteligência artificial e *data mining* aplicados aos AVAs (2.2.3) finalizando a revisão com uma seção sobre os algoritmos de classificação e agrupamento de dados utilizados neste trabalho (2.2.4).

O Capítulo 3 detalha as etapas metodológicas que compõem este trabalho; logo após, no Capítulo 4 o resultado das entrevistas presenciais realizadas com tutores de EaD; no Capítulo 5 a apresentação da solução proposta, apresentação do protótipo construído (5.1) e validação da solução proposta (5.2). Por fim, temos as considerações finais dispostas no Capítulo 6, que está dividido em limitações e trabalhos futuros (6.1) e

dificuldades encontradas (6.2).

2 Revisão bibliográfica

2.1 Educação a Distância e partes envolvidas

2.1.1 Histórico da Educação a Distância no Brasil

No Brasil, a Educação a Distância existe há mais de 100 anos e passou por diversas transformações, sendo iniciada por meio de cartas, sucedidas pelo rádio, televisão e comunicação via satélite (GRÜTZMANN, 2013). Os trabalhos de Cortelazzo (2010) e Corrêa (2007) separam a história da EaD em três fases: inicialmente, por meio do ensino por correspondência; em seguida, mediada por recursos audiovisuais (rádio, televisão, telefone, fax, CD-Rom e vídeo); e por fim, nos tempos atuais por meio da internet, que levou a um crescimento significativo.

Foi a partir das mudanças na sociedade, no que diz respeito à difusão do conhecimento e globalização, que surgiu a EaD (SOARES, 2012). Os hábitos humanos mudaram assim como a propagação da informação, que se tornou cotidiana e veloz. Com essas mudanças, a humanidade e a educação precisam se adaptar para acompanhar o ritmo atual. O aumento da popularização do ensino a distância culminou com diversos investimentos nas esferas pública e privada, resultando no surgimento de um novo nicho educacional.

Seguindo a ordem cronológica de eventos relacionados a EaD no Brasil, em 1939 surge a primeira instituição voltada para ensino a distância, o Instituto Monitor, que oferecia cursos profissionalizantes à distância por meio de correspondências. Já em 1941, surgiu o Instituto Universal Brasileiro, fundado por ex-sócios do Instituto Monitor, e que foi responsável por formar mais de 4 milhões de pessoas (ALVES, 2011). O sucesso desses institutos atraiu o interesse de outras organizações, que foram responsáveis por atender milhões de alunos em cursos de profissionalização a distância nas décadas de 40 e 50.

Em 1959, no Rio Grande do Norte, foram criadas escolas radiofônicas. Essa iniciativa deu origem ao Movimento Educação de Base (MEB), um dos grandes marcos na educação a Distância não formal no Brasil (BAPTISTA; PIMENTA, 2004).

Os anos seguintes foram marcados por parcerias entre o Ministério da Educação e pequenas fundações, dando surgimento aos projetos Minerva e Instituto Padre Reus que visavam utilizar o rádio para educação e inclusão social de adultos. Culminando com a criação do Sistema Nacional de Teleducação em 1976 após receber apoio de emissoras televisivas (BAPTISTA; PIMENTA, 2004).

Em seguida foram criadas séries de programas televisivos e radiofônicos, espe-

cialmente voltados para as áreas de comércio, serviços, formação contínua e aperfeiçoamento de professores e apoiados por grandes instituições, como o SENAC e a TV Escola. Com isso foi possível aumentar consideravelmente o alcance da Educação a Distância (BAPTISTA; PIMENTA, 2004).

Os anos da década de 90 foram marcados pela criação de universidades, centros educacionais e secretarias, fundamentais na legitimação e regimentação da EaD no Brasil. Como exemplo, temos o surgimento da Universidade Aberta de Brasília, criada em 1992, e o Centro Nacional de Educação a Distância, em 1995 no Rio de Janeiro.

Em 20 de dezembro de 1996 surge oficialmente a Educação a Distância no Brasil, através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394 que decretou as primeiras bases legais da EaD, (BRASIL, 1996). Complementado posteriormente no Decreto n.º 2.494, de 10 de fevereiro de 1998, que complementa a LDB, definindo legalmente a EaD:

Art. 1º Educação a distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação (BRASIL, 1998).

Ao falarmos sobre legislação da EaD no Brasil, é importante destacar que o decreto 5.622/2005 é o seu principal regulamentador, definindo-a como uma modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica no ensino e aprendizagem ocorre por meio de tecnologias da informação e comunicação, tendo alunos, professores e tutores envolvidos em atividades educativas em locais e tempos distintos (BRASIL, 2005).

A partir dos anos 2000, houve uma expansão ainda maior da Educação a Distância em termos sociais e demográficos. Até aquele momento, existiam apenas algumas instituições isoladas, que compartilhavam a distribuição de conteúdo pelo país. Entretanto, um conjunto de instituições públicas se reuniu para assumir o compromisso de democratizar o acesso à educação de qualidade no país, formando um consórcio que culminou na Rede de Educação Superior a Distância, ou UNiRede.

Além da formação de grandes redes de ensino nacionais, também foram criados diversos programas educacionais em parceria com o MEC, inicialmente para formação e qualificação dos professores da rede pública, recorrendo à EaD. Esse conjunto de ações culminou na fundação do sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Fundada em 2005, a UAB é uma parceria entre o MEC, estados e municípios, responsável por integrar cursos, pesquisas e programas de educação superior a distância por todo país.

Atualmente a EaD vivencia um grande crescimento e uma boa aceitação pedagó-

gica, surgindo como uma modalidade de ensino promissora, favorecendo a popularização do saber, oportunizando a inclusão digital e social, de alcance admirável (BRAMÉ; SPIRANDELLI, 2010) .

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) realizada em 2014, mais de 95 milhões de brasileiros com 10 anos ou mais de idade declararam ter usado a internet nos três meses anteriores à pesquisa. Esse número se torna mais significativo se percebermos que a proporção de internautas chegou a 54,4% da população do país.

Outros dados fornecidos pelo INEP apontam que o número de alunos na modalidade a distância continua crescendo ao longo dos anos, atingindo um valor próximo a 1,4 milhão de alunos em 2014, um total de 17% de todas as matrículas registradas na educação superior no país. Esses valores expressivos evidenciam a importância de pesquisas na área, buscando formas de entender melhor os problemas existentes e contorná-los.

Antes da EaD, a formação superior nos moldes gerais se restringia a pessoas que possuíam melhores condições financeiras e tinham acesso físico a instituições de ensino superior (IES), contrastando com o cenário atual, onde temos pessoas nos cantos mais remotos do país com acesso ao conhecimento oferecido por meio de instituições públicas ou privadas (ALVES, 2011).

Uma variedade de cursos técnicos e superiores a distância foi surgindo e se integrando a instituições de ensino presenciais, e, a partir daí, nasceram novas preocupações, como questões relacionadas à gestão do processo de ensino e aprendizagem, qualidade do ensino oferecido, formação de profissionais para atuarem nesses ambientes e regulamentação dos processos de criação e execução de cursos a distância no país, que visam disciplinar e organizar sua expansão, garantindo sua qualidade (GRÜTZMANN, 2013).

Juntamente ao reconhecimento e ao suporte, alguns fatores limitantes também foram criados, como a necessidade de um credenciamento prévio da instituição para poder ofertar tais programas e um tratamento diferenciado em determinados aspectos, como na avaliação e obtenção de diploma, por exemplo. Mudanças importantes nos rumos legais e práticos da EaD no Brasil se deram devido ao lançamento da Portaria n.º 2.253, de 18 de outubro de 2001, que a partir da sua publicação permitiu que os Institutos de Ensino Superior do Brasil pudessem oferecer até 20% de suas disciplinas na forma de cursos não presenciais, sendo as avaliações finais destas disciplinas feitas de forma presencial, assim como os métodos e práticas de ensino-aprendizagem deverão utilizar tecnologias integradas de informação e comunicação (GRÜTZMANN, 2013).

Neste mesmo decreto, também foram abordados assuntos como a aceitação de transferências de alunos a distância e reaproveitamento de créditos de outras IES (GRÜTZMANN, 2013). A partir deste momento, diversas instituições públicas e particulares começaram a incluir disciplinas a distância em cursos tradicionalmente presenciais.

No ano seguinte, visando preencher lacunas que surgiram por meio dos decretos anteriores, entrou em vigor o Decreto nº 5.773, de 09 de maio de 2006, criando a regulamentação, supervisão e avaliação de instituições de educação e ensino superior para cursos de graduação, incluindo a modalidade a distância, que passou a ser oficialmente reconhecida por órgãos federais (BRASIL, 2006).

Deste período até os tempos atuais o que se viu do ponto de vista legal foram novas portarias e decretos, como a junção de cursos presenciais e não presenciais em determinados casos e dispensa de avaliações in loco, que surgiram com as necessidades criadas pelas várias instituições que foram fundadas. Do ponto de vista comercial, surgiram novos empreendimentos representados por escolas, universidades e organizações que vêm conseguindo, cada vez mais, difundir e comercializar conteúdo por meio da internet para alunos em vários lugares diferentes simultaneamente.

2.1.2 Principais atores na educação a distância

De acordo com Bentes (BENTES, 2009), os cinco principais componentes que devem estar presentes em sistemas educacionais a distância necessários para garantir o aprendizado, são: o professor, o tutor, o estudante, o material instrucional e as avaliações.

Os professores são geralmente responsáveis pela criação e mediação das situações didáticas, visando cumprir o conteúdo previsto e as exigências do curso considerando as necessidades dos alunos dentro do ambiente virtual. Na maior parte das ocasiões, devem elaborar o conteúdo programático, selecionar materiais didáticos e mantê-los atualizados, além de avaliar constantemente seu planejamento mediante as interações com seus alunos nos espaços de discussão pertinentes.

O aluno tem como responsabilidade assumir o compromisso de estudar, pesquisar, interpretar e auto-gerenciar o seu aprendizado, participando ativamente na construção do seu próprio conhecimento e tentando manter uma rotina de estudos e participações nos meios oferecidos, realizando as atividades propostas e interagindo com professores, tutores e colegas (MACHADO; MACHADO, 2004).

Já o tutor tem como principal atribuição acompanhar o aluno, buscando sanar as dúvidas encontradas no ambiente virtual, pertinentes ou não aos conteúdos e materiais disponibilizados pelos professores, além da utilização das ferramentas virtuais. Também

pode promover a realização de atividades, e oferecer novas fontes de informação que possam auxiliar na compreensão de questões e temas.

Alguns outros autores sugerem uma divisão minuciosa dos papéis. Mill (MILL; OLIVEIRA; RIBEIRO, 2010), por exemplo, estrutura a equipe pedagógica que atua no planejamento e execução do curso em EaD de maneira mais detalhada, separando em: professor-conteudista, professor-coordenador de disciplina, professor-formador (ou professor-aplicador), tutor (presencial e virtual), além de uma equipe multidisciplinar, composta por especialistas em mídia impressa, audiovisual, virtual, vídeo e web conferência, mas também outros profissionais que se façam necessários.

O que precisa ser levado em conta é que o desenvolvimento de cursos de Educação a Distância precisa envolver equipes polidocentes, as quais serão responsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem dos alunos envolvidos. As equipes podem sofrer variações em sua composição de acordo com características específicas, como público-alvo, tema e modalidade de ensino a distância, mas devem ter em sua composição sujeitos que atuam na condição de professores e outros na condição de tutores (GRÜTZMANN, 2013).

Neste trabalho, iremos seguir a abordagem mais simplista, que considera os três papéis principais: aluno, tutor e professor, com maior enfoque na tutoria. Essa escolha se deve ao importante papel desenvolvido por este junto à equipe, estando presente nas principais etapas do processo de ensino e aprendizado à distância e atuar diretamente com alunos e seu cotidiano. O que caracteriza o tutor como um sujeito fundamental no desenvolvimento da Educação a Distância, por muitas vezes atuar como único vínculo pessoal entre alunos e o curso oferecido.

Além disso, ainda existem lacunas que precisam ser melhor exploradas no que diz respeito ao melhor entendimento da influência positiva que a boa execução do trabalho desses profissionais pode trazer ao aprendizado dos alunos e quais as melhores formas de otimizar este trabalho.

2.1.2.1 A importância dos tutores em ambientes virtuais de aprendizagem

O aumento do número de alunos em ambientes de EaD e o aparecimento de plataformas de ensino online massivas (*MOOC*) tornaram inviável o acompanhamento de muitos alunos por poucos professores, o que deu maior autonomia para os tutores agirem diretamente no andamento do curso, tendo papel de orientador pedagógico, tecnológico e motivacional para o aluno (MILL; OLIVEIRA; RIBEIRO, 2010).

O tutor exerce papel fundamental em sistemas educacionais a distância, pois é responsável por acompanhar, supervisionar e manter o progresso dos alunos durante todo o processo de aprendizado. Segundo Preti apud Bentes (BENTES, 2009), o

tutor é um dos maiores responsáveis pelo sucesso dessa modalidade de curso, pois a condução dos alunos é primordial para que eles consigam evoluir e alcançar os objetivos propostos. Atuações eficazes de tutores podem animar um aluno que esteja desmotivado e são importantes para auxiliar os alunos a atingir seus objetivos no curso, apesar das dificuldades encontradas.

Existem diversas áreas da computação sendo exploradas e aplicadas em sistemas educacionais a distância por meio de várias técnicas e abordagens para facilitar o processo de aprendizado a partir da compreensão do comportamento dos alunos. Em contrapartida, a quantidade de trabalhos e pesquisas que vêm sendo desenvolvidas pensando na perspectiva dos tutores é muito menor (AMARAL et al., 2015). Com a constatação da relação direta entre o trabalho desses profissionais e o sucesso do curso *online* percebe-se que é necessário aprofundar as pesquisas nessa área.

De acordo com um levantamento sobre o papel dos tutores em ambientes de aprendizado online podemos observar diversas opiniões que convergem positivamente sobre a importância dos tutores. Preti reconhece que os tutores possuem um papel de guia, e devem dar o suporte e estímulo necessários para incentivar o aprendizado do aluno (PRETI, 2002). Já González acredita que o tutor é um mediador e deve responder às dúvidas e problemas dos alunos nas situações de aprendizado por meio das ferramentas disponíveis no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (GONZALEZ, 2005).

Alguns outros autores também consideram que as relações humanas em cursos a distância são importantíssimas, e que a comunicação entre tutores e alunos garante um maior engajamento destes últimos, pois, entre outros aspectos, cria laços afetivos durante as interações, que interferem positivamente no aprendizado (SILVA; FIGUEIREDO, 2012) .

No trabalho de Masseto, foi observado que o tutor além de dever saber o conteúdo a ser ensinado, precisa agir como um facilitador e produtor de situações de aprendizado. De acordo com análises do seu trabalho, percebeu-se que existe um entendimento dos alunos de que apesar do conteúdo e dos educadores estarem distantes fisicamente, a presença constante dos tutores aumenta a confiança do aluno e motiva, por isso é fundamental a interação constante entre os mesmos por meio das plataformas (MASSETO, 2013).

Existem hipóteses que sugerem ao tutor desempenhar um papel de monitor do conhecimento, exercendo ações de reflexão de acordo com as características do aluno e levando o mesmo a refletir mais sobre o seu próprio conhecimento, além de aumentar sua habilidade metacognitiva (KAUTZMANN; JAQUES, 2015). A metacognição significa ato de ter noção do próprio conhecimento, ou seja, ter ciência e poder avaliar o quanto se conhece sobre determinado assunto. Estimular o desenvolvimento da metacognição

é fundamental para que o aprendiz seja capaz de identificar o que sabe e o que não sabe durante a aprendizagem.

Dentre as competências necessárias para a atividade de tutoria em ambientes *online*, Salmon propõe um modelo reduzido, combinando as principais características, que são: compreensão do processo *online*, competências técnicas, competências de comunicação *online* e domínio dos conteúdos com algumas qualidades pessoais, como confiança, espírito construtivo, capacidade para estimular o desenvolvimento, aptidão para partilhar conhecimento e criatividade. Tais competências deverão ser adquiridas por meio da formação, capacitação e exercício da atividade de tutoria ao longo do tempo (SALMON, 2000).

Além da capacitação dos tutores ser importante, também existe uma relação direta entre suas atividades e o comportamento da turma. Num estudo sobre a relação linear entre as ações dos tutores e o comportamento dos alunos, realizado com 829 alunos e 68 tutores, foi apontado com um índice de 95% de confiança que tutores que apresentam um bom nível de interação, seja por meio de mensagens privadas, postagens em fóruns e/ou comunicados em geral, promovem um aumento na interação dos seus alunos na plataforma (AMARAL et al., 2015).

Esse resultado é importante, pois permite que possamos nos basear na interação dos tutores com as turmas para prever a interação dos alunos, e, ao mantermos estes interagindo constantemente com a plataforma, aumentamos a quantidade de momentos de aprendizado, e a probabilidade de diminuir a evasão.

O que se pode evidenciar nesses trabalhos é que os tutores são facilitadores do processo de aprendizado em ambientes de ensino a distância, fundamentais para o sucesso do mesmo, pois as dúvidas e problemas dos alunos fazem parte do processo de construção do conhecimento e precisam ser sanados para um aprendizado significativo. Para Mooren e Kearsley, existem três principais formas de interação no ensino a distância, a interação do aluno com o conteúdo, a interação do aluno com o tutor e a interação entre os alunos (MOORE; KEARSLEY, 2005).

Também podem existir interações entre o estudante e a plataforma de ensino, como em sistemas tutores inteligentes, por exemplo. Essas formas de interação precisam ser não lineares e adaptáveis, pois cada aluno possui suas características pessoais e uma mesma metodologia pode não ser aplicável a um grupo heterogêneo.

Assim, cabe ao tutor humano perceber e interferir pontualmente, agindo de acordo com a necessidade de cada aluno. Para tal, é necessário fornecer ao tutor subsídios tecnológicos amparados de metodologias de ensino e técnicas de aprendizado para que este possa compreender melhor o panorama geral da turma, as características e o perfil de cada aluno, além das atividades realizadas e dificuldades encontradas

pelos mesmos durante o aprendizado.

2.1.3 Principais desafios enfrentados por tutores e alunos em ambientes virtuais de aprendizagem

Apesar da constante evolução nos mecanismos eletrônicos e tecnológicos que dão suporte à atividade dos tutores e alunos nos ambientes virtuais de aprendizagem, ainda existem diversos problemas que são enfrentados diariamente por estes e ainda não foi possível chegar a soluções concretas.

Entre os diversos desafios encontrados na atividade de tutoria e aprendizagem dos alunos em ambientes virtuais de aprendizagem, existem fatores relacionados ao comportamento humano e a estruturação dos cursos e seus materiais. Dentre eles, podemos citar: ausência de capacitação dos profissionais envolvidos; má construção dos materiais didáticos; falta de disciplina dos estudantes (que precisam se adaptar a uma nova metodologia depois de anos no ensino tradicional, resultando num comportamento de pouco acesso); e dificuldade de acompanhamento e estudo em ambientes *online* (MORGADO, 2003); ausência de contato humano; baixa colaboração entre participantes (que gera um sentimento de isolamento e desmotivação); falta de conhecimento dos tutores sobre seus alunos (que torna as relações impessoais e não permite que os tutores possam atuar direcionadamente sobre cada aluno e suas dificuldades); e dificuldade de aprendizado, que colaboram para evasão e reprovação.

A distância física decorrida do contexto em que a EaD transcorre, apesar de suas vantagens, como a economia de tempo e dinheiro e maior poder de alcance, também apresenta aspectos negativos para alunos e tutores. Inicialmente podemos citar que a relação de aprendizado *online* é impessoal e desumanizada na maioria dos cursos atualmente disponíveis na internet.

Os principais argumentos citados na literatura ressaltam que existem características e elementos fundamentais no contexto da comunicação e interações, presentes na comunicação presencial, como tom, timbre de voz e linguagem corporal, que se fazem ausentes na comunicação à distância, que ainda ocorre primordialmente de maneira assíncrona (MORGADO, 2003). Problemas oriundos da comunicação podem afetar negativamente o ensino *online*, pois é sabido que a promoção do aprendizado depende de empatia e colaboração, sendo muito mais eficaz quando o processo é interativo e comunicativo.

A criação de uma supervisão mais pessoal e um ambiente social *online* é um dos grandes desafios das plataformas de ensino atuais. A responsabilidade de diminuir a impessoalidade das relações recai sobre o tutor, principal responsável pelo acompanhamento, comunicação e interação com alunos (HIGLEY, 2014), que necessita de capacitação profissional para desenvolver as habilidades necessárias

para execução de suas atividades e de ferramentas disponíveis nos ambientes virtuais que lhe permitam conhecer melhor as características de seus aprendizes.

De acordo com Konrath *et al.* (KONRATH; TAROUÇO; BEHAR, 2009), a etapa de capacitação deve proporcionar aos tutores o exercício do papel do aluno, para entender como alunos se sentem, suas dificuldades, angústias e desafios enfrentados, assim como compreender melhor os recursos e mídia disponíveis para uso no curso em vigência.

Os mecanismos que precisam ser disponibilizados nos ambientes de aprendizagem têm o propósito de permitir ao tutor a atuação pontual sobre alunos específicos ou grupos de alunos com necessidades em comum, sem deixar de levar em consideração a eficiência, devido ao grande número de alunos sob sua supervisão e muitas dúvidas que são geradas constantemente. Já a criação de um ambiente social *online* depende inicialmente da construção de ferramentas tecnológicas que permitam a comunicação eficiente e interação entre usuários, e o engajamento entre discentes e docentes (FERRARI; BETTIO, 2011). As formas mais comumente utilizadas para criação de ambientes sociais *online* são por meio de perfis virtuais personalizados com os quais as pessoas se comunicam por meio de fóruns e mensagens (MARTINHO; POMBO, 2009).

Outro grande desafio é a heterogeneidade da maioria das turmas de cursos em EaD, devido à grande faixa de dispersão na localidade de origem dos usuários. Existe uma variedade de pessoas de diferentes idades, contextos socioeconômicos e níveis de familiaridade com as tecnologias digitais como foi observado nos trabalhos de Sondermann *et al.* (2014) e Lima, Sá e Pinto (2014).

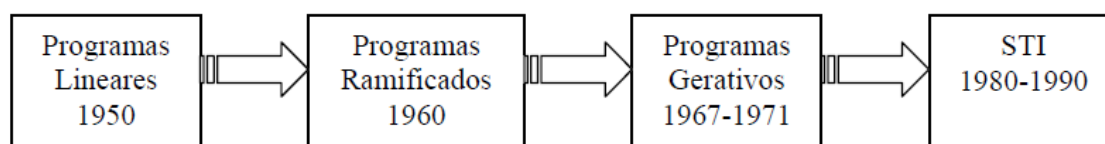
Desta forma, sabendo das lacunas ainda existentes na aplicação da EaD em contexto nacional, especialmente aquelas enfrentados por alunos e tutores, entende-se que ainda é necessário buscar formas de melhorar e facilitar o trabalho dos tutores, tendo como objetivo final um aprendizado de qualidade e menores taxas de evasão por parte dos alunos.

2.1.4 A evolução das plataformas de ensino

Além da evolução, do ponto de vista pedagógico, nos métodos e formas de transmitir e construir o conhecimento, também houve grandes mudanças na concepção dos ambientes virtuais de aprendizado. Devido aos inúmeros avanços tecnológicos, experiências vivenciadas por alunos inseridos em diversos contextos e várias pesquisas em áreas como psicologia da aprendizagem, metacognição, comportamento humano e interação entre humanos e máquinas, foi inevitável que as plataformas passassem por diversas modificações ao longo dos anos.

Os primeiros sistemas desenvolvidos para essas demandas surgiram em 1950 e foram evoluindo até os sistemas tutores inteligentes (STI) (Figura 1).

Figura 1 – Evolução dos sistemas de ensino usando o computador entre 1950 e 1990



GAVIDIA; ANDRADE, 2013

Os primeiros sistemas desenvolvidos eram programas lineares que seguiam um fluxo único de raciocínio, onde as indicações se baseavam no modelo de instrução assistida por computador (*Computer Assisted Instruction - CAI*), que se caracterizava principalmente por mostrar o conhecimento de forma linear, onde nenhum fator poderia alterar o fluxo definido pelo programador (GAVIDIA; ANDRADE, 2013b).

Apesar deste ser um fluxo limitado, devemos nos atentar que durante a década de 50 os recursos computacionais eram escassos e nas escolas os alunos eram condicionados a memorizar uma série de informações que se julgavam necessárias naquele período. A University of Illinois (EUA) assumiu um papel de destaque durante este período, sendo responsável por criar o PLATO (*Programmed Logic For Automated Teaching Operations*), uma das primeiras plataformas que seguiam este modelo e que trouxe atenção da comunidade científica, repercutindo na próxima geração de sistemas de ensino computadorizados (TEIXEIRA; YULIANNE; MARCELO, 2014). Alguns autores ainda vão além e afirmam que os primeiros conceitos de e-mail, mensagens instantâneas, fóruns e da palavra “tutor” se devem ao PLATO.

Na década de 1960 não houve grandes mudanças, porém o fluxo linear dos programas aumentou de complexidade, surgindo os programas ramificados, onde existia um número pré-fixado de temas e os alunos iriam navegar entre conteúdos, podendo relacionar conteúdos distintos, uma breve visão da interdisciplinaridade. Além disso, também foi disponibilizada a possibilidade de responder automaticamente perguntas abertas dos alunos. Isso era possível somente por meio das novas técnicas de *Pattern-matching/recognition* (GAVIDIA; ANDRADE, 2013b) desenvolvidas, que consistem em conferir se determinada sequência de caracteres ou *tokens* se assemelham ou seguem determinado padrão pré-definido.

Posteriormente, os sistemas ramificados evoluíram para gerativos ou adaptativos, que seguiam uma filosofia educacional baseada no enfrentamento de situações práticas e problemas, adaptando o ensino às necessidades reais (GAVIDIA; ANDRADE,

2013b). Algumas outras evoluções como a capacidade de gerar novas perguntas pelo próprio sistema (especialmente para problemas relacionados a ciências exatas, como a matemática) também estiveram atreladas a estes sistemas. A ideia de poder gerar perguntas automaticamente mostrou um novo potencial até antes não visto, pois esses sistemas podiam aumentar seu banco de questões independente de ações humanas.

Do final da década de 1980 em diante, os principais desafios relacionados à evolução de sistemas educacionais pretendiam criar uma forma de permitir que o aluno aprendesse por si próprio através de recursos computacionais e aumentar o alcance destes, e foi a partir daí que os sistemas tutores inteligentes apareceram. Os sistemas tutores inteligentes (STIs) surgiram como uma das diversas ramificações oriundas da inteligência artificial. Nasceram a partir do pressuposto de grandes pesquisadores, como Alan Turing, John McCarthy e Allen Newell, que em sua época acreditavam que era uma questão de tempo até que os computadores pudessem pensar como seres humanos, faltando apenas os recursos computacionais inexistentes naquela época (PRETI, 2002). Porém este pensamento não se concretizou, até hoje as máquinas são incapazes de reproduzir o pensamento humano. De toda forma o aparecimento de software que tenta compreender e simular este pensamento é cada vez maior.

Durante a transição das décadas de 80 e 90 houve grandes mudanças e avanços. Em 1982 foi criado o “*Computer Assisted Learning Center*”, em New Hampshire (EUA), que consistia de um pequeno computador, semelhante aos atuais computadores portáteis, criado especificamente para educação de adultos (TEIXEIRA; YULIANNE; MARCELO, 2014). Em 1993, baseado no PLATO, William Graziadei, pesquisador de novas tecnologias e professor da *Plattsburg State University of New York*, criou a “*Virtual Instructional Classroom Environment in Science in Research, Education, Service and Teaching*”, responsável pela primeira aula *online* utilizando e-mail (LEARN-SOURCE, 2001).

Em 1997, é importante destacar a publicação do artigo de Graziadei *et al.* (2007) “*Building Asynchronous and Synchronous Teaching-Learning Environments: Exploring a Course/Classroom Management System Solution*”, considerado por muitos autores como um marco teórico nos sistemas de gestão de aprendizagem. Esse trabalho destacou a importância de fatores até então pouco discutidos, como portabilidade, facilidade de uso, escalabilidade e acessibilidade para todos os alunos interessados em aprender algo por meio das ferramentas propostas (TEIXEIRA; YULIANNE; MARCELO, 2014).

No ano seguinte, durante um seminário em Los Angeles, foi pronunciado publicamente o termo “*e-learning*”, até então desconhecido pela sociedade (TEIXEIRA; YULIANNE; MARCELO, 2014). O termo estava associado ao aprendizado online ou virtual e serviu para qualificar a forma de ensinar e aprender por meio das tecnolo-

gias, sendo possível de acontecer pela internet ou outros meios eletrônicos, seguindo um modelo de aprendizagem independente de espaço e tempo (DOUGIAMAS, 2001). Deste momento em diante, empresários presentes no evento deslumbrados com a ideia começaram a criar seus próprios ambientes de aprendizado, os “*Learning Management Systems*” (sistemas de gestão de aprendizagem), que inicialmente ofereceriam cursos profissionalizantes, mas posteriormente se mostraram eficientes em diversas áreas da educação.

O início do século XXI ficou marcado pela grande expansão dos sistemas educacionais impulsionados pelo aumento gradativo da população universitária, internet e inovações tecnológicas. A indústria observou que estas plataformas ajudariam a reduzir custos na formação e capacitação de funcionários, surgindo uma das empresas pioneiras no mercado educacional, a BlackBoard, que dominou o mercado por alguns anos, até o surgimento da “*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*” ou Moodle. O Moodle foi desenvolvido em 1999 e lançado em 2001 na tese de doutorado do cientista Martin Dougiamas. É uma ferramenta gratuita suportada por uma grande comunidade internacional multidisciplinar de colaboradores (programadores, pesquisadores, professores, designers) que funciona até hoje e já alcançou milhares de pessoas ao redor do mundo (DOUGIAMAS, 2001).

Atualmente o cenário vivido é de grande interesse e altos investimentos nesta área. Há uma clara evolução nas interfaces, serviços e conteúdos criados e oferecidos no mercado. Ambientes de ensino têm se integrado a conceitos da inteligência artificial, aprendizado de máquina e experiência de usuário para alcançar seus objetivos, sejam eles atrair mais alunos ou garantir uma melhoria no aprendizado. Baptista e Pimenta (BAPTISTA; PIMENTA, 2004) afirmam que migramos de simples espaços na Web dedicados a formação *online* para sistemas de gestão de aprendizagem, sistemas tutores inteligentes e sistemas de gestão de conteúdos de aprendizagem.

Alguns dos principais requisitos necessários para construção de uma boa plataforma *online* de ensino são: sua interface, que precisa ter uma boa usabilidade para alunos, professores e tutores, facilitando a execução das atividades e tornando-a mais agradável para o usuário (HERRINGTON; OLIVER, 2000); ferramentas que permitam explorar o conteúdo e o material de várias formas, tentando atender às necessidades dos alunos; e mecanismos de gerenciamento que possam facilitar ao máximo o trabalho dos professores e tutores, permitindo que eles se preocupem apenas com o que realmente é necessário, o conteúdo e o acompanhamento dos alunos (HERRINGTON; OLIVER, 2000).

2.2 Inteligência artificial aplicada a plataformas de ensino

2.2.1 Sistemas tutores inteligentes

Os sistemas tutores inteligentes (STIs) surgiram na década de 80 com o aparecimento dos primeiros conceitos de inteligência artificial (GAVIDIA; ANDRADE, 2013b) e ganharam bastante espaço na comunidade científica e no mercado nos últimos anos, principalmente devido ao seu potencial de permitir que uma vez desenvolvido, o sistema possa funcionar relativamente autônomo, e da sua capacidade de adaptação aos usuários atuais. Esses sistemas têm uma maior compreensão das necessidades da sociedade atual, cada vez mais dinâmica e heterogênea, que precisa da informação de maneira rápida e adaptável. Desde seu surgimento, os STIs evoluíram em diversos aspectos técnicos e pedagógicos e atualmente são usados em contextos educacionais e profissionais (GAVIDIA; ANDRADE, 2013a).

Para ser considerado sistema inteligente, um sistema tutor inteligente deve ter um comportamento o mais semelhante possível ao do tutor humano e ser capaz de oferecer um ensino adaptativo, reativo, flexível e personalizado (GIRAFFA; VICCARI, 1997). É nesse âmbito que um braço da inteligência artificial tem pesquisado os STIs sob diversas técnicas e abordagens, tendo como objetivo principal possibilitar uma experiência de aprendizagem contextualizada, direcionada e flexível aos perfis dos estudantes (VICCARI; GIRAFFA, 1996).

A principal abordagem utilizada pelos STIs é a de observar o comportamento e as ações realizadas pelos alunos dentro do sistema, engajando-os a resolverem atividades por meio do aprender fazendo (*learn-by-doing*). A partir da observação e coleta desses dados, técnicas de inteligência artificial, como por exemplo redes bayesianas para dedução de premissas sobre os alunos (FRIEDMAN et al., 2000) e árvores de decisão para guiá-lo por uma trilha de aprendizagem (CHA et al., 2006) são aplicadas, oferecendo conteúdos e sugestões para que as dificuldades do aluno sejam sanadas.

Os STIs são constituídos de quatro módulos principais: (i) módulo de conhecimento ou *expert*; (ii) módulo do estudante/usuário; (iii) módulo pedagógico; (iv) e módulo de comunicação com o usuário (GAVIDIA; ANDRADE, 2013a). Esses módulos interagem entre si de uma forma que seja possível guiar o aluno no processo de aprendizado (Figura 2).

Figura 2 – Arquitetura de STI

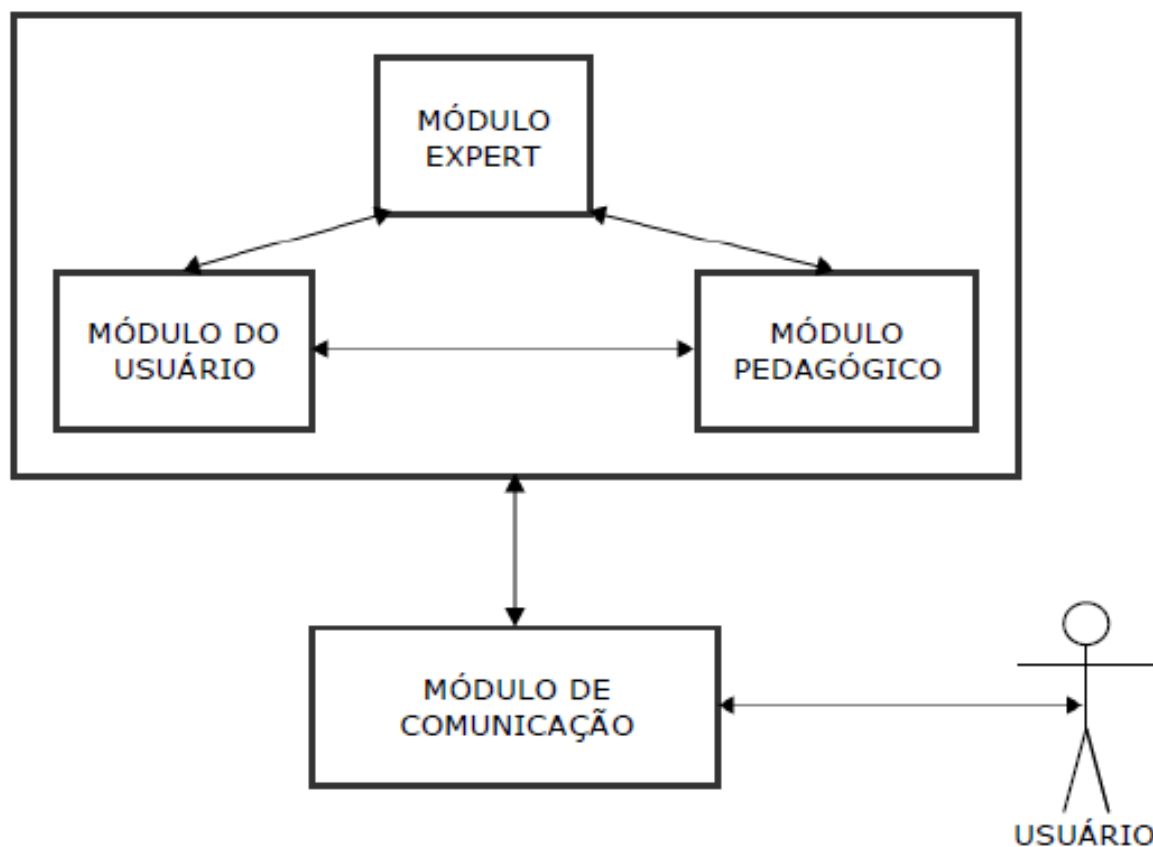


Imagem adaptada de SANTOS; JORGE, 2013

As interações do usuário com o sistema ocorrem por meio do módulo de comunicação, representado pela interface gráfica. Esse módulo funciona como elo entre as atividades realizadas pelo usuário e as camadas escondidas do sistema, responsáveis pela parte “inteligente” do mesmo (SANTOS; JORGE, 2013).

O módulo *expert* é responsável por avaliar as atividades realizadas pelos alunos e armazenar todo o conhecimento daquele sistema sobre os conteúdos de seu domínio (ISBUDEEN; SULTAN; MOHAMED, 2013). Esse domínio de conhecimento geralmente é representado por uma grande base de dados contendo uma série de informações, como questões, materiais, atividades e recomendações, necessárias para a tutoria do aluno armazenadas de forma que seja possível relacioná-las entre si.

As informações sobre o aluno são administradas pelo módulo do usuário. Nesse módulo informações como o nível de conhecimento do aluno em determinados tópicos, ações registradas dentro do sistema e suas atitudes relacionadas ao aprendizado são armazenadas (SANTOS, 2011). Dentro desse módulo são aplicadas diversas técnicas de inteligência artificial, tratamento de dados e algoritmos de *clustering* (agrupamento e distribuição de dados), que visam traduzir a base de conhecimento produzida pelo

aluno em conceitos pedagógicos, como o entendimento sobre os conteúdos que o aluno conseguiu compreender melhor, quais ele precisa reforçar e qual seria a forma mais adequada para isso (ISBUDEEN; SULTAN; MOHAMED, 2013).

Por fim o módulo pedagógico é responsável pelas intervenções e instruções pedagógicas e *feedback* dado aos alunos. Cabe a este módulo interagir e cruzar informações com a base de conhecimento, contida nos módulos *expert* e do usuário, buscando as melhores formas de interagir com o usuário e o conteúdo dessas interações (SANTOS; JORGE, 2013). É o principal responsável pela tutoria do estudante ao longo da interação com a plataforma e envolve múltiplas áreas de abordagem, desde a interação usuário-máquina e experiência do usuário, até o uso da linguagem, comunicação e técnicas pedagógicas.

Essa arquitetura tradicional foi concebida em uma época cujas necessidades dos alunos eram diferentes e ainda não se tinha tanto conhecimento das múltiplas áreas envolvidas no aprendizado. Diversos autores sugerem alterações na arquitetura tradicional para atacar problemas específicos encontrados em múltiplos contextos atuais. Isbudeen et al. (ISBUDEEN; SULTAN; MOHAMED, 2013), por exemplo, sugerem a adição de um módulo de gestão do conhecimento, que permita alcançar um espectro maior de estilos de aprendizado dos alunos. Este deverá possuir conhecimento sobre os estilos de aprendizado e interagir com o módulo do conhecimento, permitindo que a forma instrucional seja adaptável de acordo com o aluno.

Os STIs já vêm sendo amplamente utilizados e têm apresentado resultados satisfatórios em diversas áreas, como no ensino de matemática (VANLEHN, 2006), física (RITTER et al., 2007) e linguagens de programação (SANTOS; JORGE, 2013). Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos também ao longo dos últimos anos em torno do melhoramento desses sistemas.

Existem pesquisas sendo feitas relacionadas ao desenvolvimento de STIs emocionalmente inteligentes (PETROVICA, 2013), melhoramentos nas principais técnicas de auxílio ao aluno, como acesso ao conhecimento, dicas para os próximos passos, *feedback* específico para erros e revisões de soluções completas e alterações em sua arquitetura para atendimento de demandas específicas e inovação (SANTOS; JORGE, 2013), (ISBUDEEN; SULTAN; MOHAMED, 2013). Porém nestes trabalhos tem se dado mais atenção à perspectiva do aluno. É possível que os resultados obtidos atualmente possam ser melhorados por meio de um novo olhar na construção destes sistemas, que é um dos objetivos de investigação deste trabalho.

2.2.1.1 Sistemas Tutores Inteligentes em conjunto com tutores humanos: uma nova abordagem

Apesar das definições tradicionais de STIs sugerirem que eles devem ter o comportamento semelhante ao de um tutor humano, os sistemas atuais ainda estão consideravelmente longe de alcançar tal feito (GIRAFFA; VICCARI, 1997). Embora se acredite que um dia as máquinas poderão substituir humanos em diversas atividades, incluindo o ensino, o cenário atual ainda dá espaço para dúvidas sobre essa afirmação e atualmente os STIs não são capazes de substituir professores e tutores em atividades pedagógicas.

Mesmo com o grande avanço nos referidos sistemas, ainda é necessária a utilização de recursos humanos para qualificar o processo de ensino e aprendizagem. Resultados promissores têm sido encontrados ao utilizar os paradigmas simbólicos da Inteligência artificial (IA) por meio de sistemas inteligentes, com mediação de professores e tutores (RUMBLE, 2003).

O ensino mecanicista e controlado por estímulo-resposta a partir de um modelo estereotipado de comportamentos do estudante não demonstra ser completamente efetivo, sendo necessário readequar estratégias de ensino para continuar melhorando (OLIVEIRA, 2012) (GIRAFFA; RAABE, 2006).

GIRAFFA e VICCARI (1997) também argumentam que os STIs poderiam ser mais efetivos caso eles incorporassem aspectos de ensino supervisionado por professores e tutores, considerando permitir a intervenção tanto de humanos quanto da máquina em busca de melhores resultados.

Pesquisas recentes sobre STIs sugerem que eles incorporem princípios da EaD, mais especificamente o ensino pela internet (*e-Learning*) e aprendizado supervisionado por tutores humanos (OLIVEIRA, 2012). Também seguindo essa linha de raciocínio, Bittencourt e Costa (2009) defendem a integração entre STIs e ambientes *e-Learning*, que a fusão combinaria características importantes de ambos, como ensino de múltiplos domínios, suporte colaborativo e intervenção pedagógica humana.

A construção de ambientes seguindo esse modelo serve de apoio a alunos, tutores e professores em diversos tipos de atividades, como resolução de problemas, acompanhamento de atividades e dos alunos, avaliação, entre outras. Como já foi visto anteriormente, um dos maiores problemas nas plataformas de ensino e em software educacional é o baixo engajamento e evasão. Além disso, alguns autores afirmam que quanto maior o engajamento dos alunos melhor o aprendizado (KIILI, 2005) (MATTAR, 2010).

Foram encontrados fortes indícios de que o acompanhamento dos alunos por tutores, em cursos parcialmente a distância, podem trazer benefícios para alunos e

tutores (CABEDA, 2005), pois a ajuda mútua irá formar melhores profissionais com as experiências vividas e os alunos terão menos dificuldades ao longo do curso.

Desta forma, são notórias as evidências do grande potencial que se pode alcançar utilizando o melhor de cada tipo de ferramenta de maneira apropriada, pois além de aumentar a motivação dos alunos e facilitar o trabalho de tutores, também é possível encontrar alternativas para problemas ainda existentes na EaD. Apesar do grande potencial, é importante reconhecer as dificuldades associadas ao que se propõe, pois é uma tarefa árdua a associação dos recursos mais apropriados de cada lado discutido.

Sendo assim, precisam ser considerados nesse contexto não só de que forma é tecnicamente mais adequado unir as ferramentas usadas em STIs e a atuação de humanos no processo de aprendizado, mas também as variáveis envolvidas, como as características dos alunos (público alvo), tutores responsáveis por estes e os aparatos tecnológicos disponíveis.

2.2.2 Inteligência artificial e *Data mining* aplicados aos ambientes virtuais de aprendizagem

A habilidade de classificar e prever o comportamento e desempenho de alunos é muito importante em ambientes virtuais de aprendizagem que pretendem ir além de simples plataformas de distribuição de conteúdo. Além da grande quantidade de alunos estudando em ambientes virtuais de aprendizagem, as suas características e dificuldades são bastante heterogêneas. Isso cria um cenário adequado para aplicação de técnicas de seleção e categorização de alunos a partir do uso da plataforma. É possível realizar previsões e entender melhor as dificuldades de cada ou de um grupo de alunos, o que permite a realização de uma metodologia de ensino adaptável e eficiente.

Essa capacidade de classificação e previsão é estudada por uma área da inteligência artificial conhecida como Mineração de dados, ou *Data Mining* (DM). Os conceitos de DM e suas técnicas vêm sendo usados em diversas áreas de aplicação, como detecção de fraudes, telecomunicações e instituições bancárias (HAN; KAMBER, 2001). Nos últimos anos se tem visto a aplicação destas técnicas para aprimorar e avaliar atividades educacionais, e foram desenvolvidas pesquisas que propõem métodos e arquiteturas para uso de DM na Educação a Distância (DELAVARI; BEIKZADEH; AMNUAISUK, 2005) (DELAVARI; BEIKZADEH, 2004).

De acordo com Witten e Frank (2005) a mineração de dados é definida pela maneira de descoberta de padrões a partir de um agrupamento de dados. Esse conceito é complementado por Fayyad, Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996), que afirmam que os padrões descobertos devem mostrar novidades e possuírem alguma utilidade, trazendo

benefícios para os usuários envolvidos ou a realização de tarefas relacionadas, que nesse contexto se refere a melhorias na atividade de tutoria e os possíveis impactos positivos sobre os alunos.

Algumas das tarefas capazes de serem realizadas por meio de DM aplicáveis a ferramentas de ensino *online* são: descoberta de potenciais grupos de alunos com características e reações em comum a determinadas estratégias pedagógicas; percepção do mau uso das ferramentas virtuais; agrupamento de alunos com dificuldades em determinados conteúdos; identificação do nível de motivação, predição e classificação de alunos em STIs, entre outras (CRISTÓBAL et al., 2008).

Estudos realizados por Al-Radaideh, Al-Shawakfa e Mustafa (2006) demonstram o potencial de conhecimento que pode ser obtido por meio da mineração de dados. Nestes estudos foi possível obter um conhecimento profundo dos padrões de envolvimento dos alunos, auxiliando o corpo docente e a organização do curso a tomar decisões e ações necessárias para melhoria do curso, como prover cursos básicos extraclasse e aconselhamento acadêmico direcionado. Além disso, o uso do conhecimento obtido na pesquisa ajudou a melhorar políticas e estratégias de gerenciamento do ambiente *online* (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; MUSTAFA, 2006).

Existem diversos tipos de classificação de dados, que são realizados por meio de diferentes algoritmos com objetivos distintos, sendo aplicados de acordo com o contexto e a forma que os dados se apresentam. Podemos citar alguns estudos, como o uso de redes neurais para predição de aprovação ou não de alunos, uso de algoritmos genéticos para predição da nota final e predição de notas por meio de técnicas de regressão (KOTSIANTIS; PINTELAS, 2005). Esses são exemplos práticos do potencial e importância da aplicação destas técnicas em associação a ferramentas de ensino.

Ambientes de aprendizado virtuais sofisticados geralmente contam com sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) preparados para armazenar não apenas informações relacionadas ao conteúdo e funcionamento do curso, mas toda a interação que ocorrer dentro desses ambientes, gerando *logs* de toda essa informação num nível baixo e genérico (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; MUSTAFA, 2006). Para transformar todos esses dados produzidos em informações úteis é necessário realizar o agrupamento e mineração dessas informações, gerando uma análise quantitativa (BARROS; VERDEJO, 2000). A realização de análises qualitativas também pode produzir uma série de indicadores para o processo de avaliação do aprendizado, atribuindo valor semântico a eventos realizados no ambiente.

As duas principais linhas de pesquisas que envolvem mineração de dados no contexto educacional são: dar suporte a professores e tutores na análise e progresso dos estudantes, que envolve alto valor semântico para um volume de dados intermediário; e extrair o maior número de resultados possíveis a partir de uma grande base de

dados com baixo valor semântico (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; MUSTAFA, 2006).

Ao envolver alto valor semântico, existe um conhecimento prévio da informação que será preciso extrair e suas aplicabilidades futuras, desta forma não é necessário obter um grande volume de dados. Já a outra abordagem é realizada em grandes volumes de dados, onde não se sabe exatamente o que iremos deduzir, porém há muita informação que pode se transformar na descoberta de novos padrões por meio da mineração e análise.

Seguiremos a primeira linha de pesquisa, com o intuito de criar um sistema de avaliação que dê suporte a tutores que possa prover uma análise contínua dos alunos por meio do uso da plataforma, se diferenciando de grande parte dos sistemas utilizados atualmente, que se baseiam apenas na conclusão de determinadas atividades para realização do processo de avaliação (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; MUSTAFA, 2006).

O processo de mineração de dados consiste na execução de diversas etapas. Segundo Talavera e Gaudioso (TALAVERA; GAUDIOSO, 2004), as principais etapas, em ordem cronológica são: identificação do problema e dos pontos em que a informação terá valor associado, coleta dos dados, processamento dos dados coletados, construção de um modelo que sumarie padrões de acordo com o interesse no uso dos dados, interpretação e avaliação do modelo e uso do mesmo. Dentre as etapas acima, a construção e avaliação de modelos tendem a ser mais complexas e instáveis, pois podem existir diversas variáveis associadas aos dados coletados a serem analisados além de fatores aleatórios que dificultam a observação e classificação de padrões.

Para a aplicação das técnicas citadas acima em ambientes de ensino *online* o fator primordial é a geração de dados a minerar. Para isso existem dois fatores intimamente relacionados que são fundamentais para criação da base em questão: incentivo a interação e colaboração dos alunos (HAN; KAMBER, 2001), que podem ter auxílio motivacional de tutores e professores envolvidos; e criação de ferramentas que permitam a interação de maneira eficiente, gerando e capturando dados relevantes para o problema envolvido.

O potencial da mineração de dados e das técnicas de inteligência artificial associadas a ambientes de aprendizagem é grande (CASTRO et al., 2007). A partir da base de dados gerada pelos estudantes é possível encontrar padrões e separar alunos, facilitando a visualização e intervenção de tutores humanos naqueles que mais precisarem. A união das capacidades da ferramenta com a intervenção pedagógica de tutores bem instruídos é capaz de tornar o acompanhamento de alunos na EaD mais eficiente e interessante.

2.2.3 Algoritmos de classificação e agrupamento de dados

Em termos gerais, o processo de classificação consiste em determinar o valor ou classe de um objeto baseado no valor de seus atributos por meio de diferentes métodos de classificação, como métodos estatísticos, árvores de decisão, regras de indução e lógica *fuzzy* e redes neurais (CRISTÓBAL et al., 2008). Neste trabalho serão utilizadas principalmente técnicas de agrupamento de dados, métricas estatísticas e árvores de decisão.

A maior parte dos algoritmos de agrupamento de dados (*clustering*) tem suas raízes associadas à computação em paralelo e são melhor aplicáveis em cenários com dados homogêneos. Alguns dos principais algoritmos desse tipo são K-means, K-Harmonic means e maximização de expectativa (PARK; KARGUPTA, 2002).

O algoritmo de maximização de expectativa (EM) foi descoberto e aplicado por diversos pesquisadores independentes, porém Dempster, Donald e Nan (1977) agruparam as ideias e provaram sua convergência, que acabou por nomear o algoritmo. Desde então, diversos outros trabalhos aplicando esse tipo de algoritmo foram publicados (MOON, 1996). Sua aplicabilidade apresenta uma boa variedade de áreas de atuação, como trabalhos relacionados ao entendimento de padrões genéticos, econometria, agrupamento de dados e reconstrução de imagens (JIANG; PAN; GU, 1994).

De acordo com Casella e Berger (2010) o EM é um algoritmo que seguramente converge com a descoberta do estimador de máxima verossimilhança (EMV). Esse índice, em termos práticos, consegue encontrar padrões semelhantes em grupos de dados de forma mais simplificada, diferente de métodos mais complexos usados em outros algoritmos.

Cada iteração do algoritmo EM é composta por duas etapas, a primeira etapa E (esperança) é seguida pela etapa M (maximização) que são repetidos até atingir a convergência, podendo ser admitido algum critério de parada. Na etapa E é calculado o valor esperado do logaritmo da verossimilhança e no passo M é encontrado seu máximo (FARIA, 2011). Ao fim desse procedimento, temos nosso conjunto de dados dividido em grupos de acordo com seus valores de EMV.

Outra metodologia de decisão e classificação são árvores de decisão. Elas representam o problema através de um conjunto de regras organizadas numa estrutura hierárquica. Esse conjunto de regras serve de modelo preditivo para que uma instância seja classificada seguindo um caminho que satisfaça as condições apresentadas desde sua raiz até algum nó que represente alguma das classes.

Desde o surgimento das primeiras árvores de decisão, diversas melhorias vêm sendo agregadas em busca de classificadores mais eficientes. Os processos de *bagging* Breiman (1996) e *boosting* Shapire et al. (1998) permitiram que novos tipos

de árvores de decisão fossem criados.

O processo de *bagging* se refere ao treinamento de um classificador a partir de um subconjunto aleatório da base de dados, criando diversos subconjuntos dessa base (*bootstrap*) e vários classificadores, combinando-os no final para obter o melhor resultado possível. A principal diferença entre *boosting* e *bagging* se dá na escolha das instâncias, pois o *boosting* prioriza os classificadores com maior chance de erro, visando transformá-los em fortes classificadores no futuro (LIAW; WIENER, 2002).

Proposto por Breiman (2001), o algoritmo *random forest* foi criado a partir da adição de uma camada de aleatoriedade ao processo de *bagging* em árvore de decisão. Enquanto que em árvores comuns cada nó é dividido a partir do melhor subconjunto de resultados, o *random forest* divide cada nó partindo dos melhores resultados de um subconjunto escolhido aleatoriamente, contemplando apenas um subconjunto, também aleatório de características do problema, o que acaba aumentando ligeiramente o *bias*, mas melhora o desempenho (LIAW; WIENER, 2002).

Apesar de parecer ser uma estratégia contraintuitiva, foi observado que o algoritmo apresenta um ótimo desempenho comparado a muitos outros classificadores, além de ser bastante robusto contra o fenômeno de *overfitting* (BREIMAN, 2001). Segundo Delgado et al. (2014), após uma série de testes com diversos classificadores, o *random forest* foi o algoritmo que obteve o melhor desempenho. Além disso, sua utilização é simples pois necessita apenas de dois parâmetros para execução, que são o tamanho do subconjunto aleatório a ser dividido nos nós e a quantidade de árvores na floresta (LIAW; WIENER, 2002).

3 Metodologia

Para atingir os objetivos desse trabalho, que envolvem compreender melhor as atuais necessidades de tutores em AVAs no que se refere ao acompanhamento de seus alunos; projetar um protótipo de ambiente de ensino *online* com funcionalidades que atendam a estas necessidades e explorar o uso de técnicas de mineração de dados e inteligência artificial voltadas para auxiliar o trabalho dos tutores, foram cumpridas as seguintes etapas metodológicas: i) levantamento bibliográfico, ii) pesquisa de campo, iii) análise das entrevistas, iv) desenvolvimento do protótipo, v) avaliação do protótipo e vi) escrita da monografia.

A pesquisa foi iniciada através do levantamento bibliográfico, foram considerados trabalhos dentro de um limite de aproximadamente 10 anos desde sua data de publicação, com algumas exceções para trabalhos renomados mais antigos. Foram considerados relacionados a esta pesquisa temas que envolvam as áreas de inteligência artificial, mineração de dados, EaD, ambientes virtuais de aprendizado e tutoria.

Para conhecer melhor os problemas enfrentados por tutores e seus respectivos alunos dentro dos ambientes virtuais de aprendizado, fez-se necessário realizar uma pesquisa de campo. O tipo de pesquisa realizada teve uma abordagem qualitativa, por se enquadrar melhor no objetivo deste trabalho. Segundo os aportes teóricos de Ludke e André o estudo qualitativo é mais adequado a situações naturais, como a execução de uma atividade profissional, além de ser rico em dados descritivos, flexível e focar nas situações de maneira aprofundada e contextualizada (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

As entrevistas seguiram um modelo semiestruturado, ou seja, existia um roteiro inicial de perguntas (Apêndice 2) que serviu de base para a condução das conversas, porém houve flexibilidade e mudança no andamento das mesmas quando se fez necessário. Essa técnica de coleta de dados oportuniza a obtenção de dados e informações qualitativas úteis sobre o contexto de uso de um sistema existente ou proposto (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2015).

A abordagem semiestruturada é a associação de características das entrevistas formais e informais, visando obtenção de informações relevantes sobre determinado assunto, sendo bastante útil quando já se sabe um pouco sobre determinado assunto (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2015), conhecimento esse previamente obtido por meio da revisão bibliográfica.

O período de execução das entrevistas decorreu entre setembro e outubro com duração aproximada de 25 a 45 minutos por entrevistado. Os dados foram registrados por meio de anotações sobre as respostas obtidas e gravação em áudio.

Foram entrevistados 9 tutores e ex-tutores, todos com pelo menos 3 anos de experiência com docência *online*. Alguns dos entrevistados também já atuaram como professores em ambientes *online* e presenciais. Os entrevistados em sua maioria trabalham ou trabalharam na UAB e a plataforma mais utilizada foi o *Moodle*. O número de entrevistados ficou limitado a poucos tutores devido a uma maior complexidade de perguntas e respectivas respostas, se comparado a questionários mais diretos. Essa abordagem visa entender o problema de forma aprofundada e extrair informações a partir de um contexto específico. Além disso, o modelo de distribuição do instrumento da pesquisa adotado exigia uma comunicação síncrona entre o entrevistador e os tutores, com um forte cunho qualitativo.

O passo seguinte realizado na condução deste trabalho foi a análise dos dados coletados nas entrevistas. Essa análise se deu pela revisão das anotações e gravações realizadas nessa etapa. Na análise buscou-se principalmente entender como é a rotina de trabalho dos tutores, como eles realizam o acompanhamento de seus alunos, qual sua percepção sobre o papel do tutor na EaD, os efeitos de seu trabalho no percurso dos alunos dentro dos cursos e os principais problemas e desafios enfrentados pelos mesmos.

A partir da análise dos dados, foram levantados os principais problemas e necessidades que a ferramenta proposta deveria abordar, buscando resolver ou mitigar as deficiências e prover novos recursos até então inexistentes nas plataformas utilizadas.

Para desenvolvimento do protótipo de ferramenta foram utilizadas as tecnologias de desenvolvimento web *HTML 5*, *CSS 3* e *Javascript* auxiliadas pelos *frameworks AngularJS* e *Bootstrap* rodando sobre o automatizador de tarefas *Gulp*. O código fonte criado nessa etapa metodológica se encontra disponível em <https://github.com/Daanielvb/tcc>.

Para representação da atividade dos alunos dentro da plataforma, foi construída manualmente uma base de dados fictícia em formato *csv*.

A construção da base de dados seguiu as etapas de análise do contexto em que a mesma seria usada, construção do modelo classificatório e preenchimento do mesmo.

A partir dos resultados apresentados no trabalho de Gottardo, Kaestner e Noronha (2012), que levantaram possíveis atributos capazes de representar o comportamento dos alunos em AVAs, realizou-se um agrupamento e eliminação de atributos, visando posteriormente possibilitar o processo de classificação dos alunos. Essa pesquisa se aprofundou na extração de características capazes de demonstrar o comportamento e evolução dos alunos em ambientes online, que converge com o propósito desse trabalho.

Baseado nesse levantamento inicial, e considerando a estrutura dos cursos de EaD, a facilidade de extração de determinadas informações e relatos de tutores extraídos na etapa de entrevistas, foram decididos os atributos e padrões de classificação que foram utilizados nesta pesquisa.

Figura 3 – Atributos propostos para representação de estudantes

Dimensão	Atributo	Descrição
Perfil Geral de uso do AVA	nr_acessos	Número total de acesso ao AVA
	nr_posts_foruns	Número total de postagens em fóruns
	nr_post_resp_foruns	Número total de respostas postadas em fóruns referindo-se a postagens de outros participantes
	nr_post_rev_foruns	Número total de revisões em postagens anteriores realizadas em fóruns
	nr_sessao_chat	Número de sessões de chat que o estudante participou
	nr_msg_env_chat	Número de mensagens enviadas ao chat
	nr_questoes_resp	Número de questões respondidas
	nr_questoes_acert	Número de questões respondidas corretamente
	freq_media_acesso	Frequência que o estudante acessa o AVA
	tempo_medio_acesso	Tempo médio de acesso ao sistema
	nr_dias_prim_acesso	Número de dias transcorridos entre o início do curso e o primeiro acesso ao AVA
	tempo_total_acesso	Tempo total conectado no sistema

Fonte: Gottardo, Kaestner e Noronha (2012)

A etapa anterior resultou em 5 atributos a serem analisados e 3 padrões de classificação (Tabela 1). O objetivo foi utilizar atributos que representem atividades rotineiras e regulares dos alunos que possam também estar relacionados a aspectos de planejamento, gestão do tempo e progresso no curso.

Tabela 1 – Atributos e unidades de medidas usadas no modelo proposto

Atributo	Unidade de medida
Quantidade de acessos por semana	Número de acessos/semana
Quantidade de interações individuais	Número absoluto de interações
Quantidade de interações em grupo	Número absoluto de interações

Atributo	Unidade de medida
Quantidade de aulas assistidas	Número de aulas
Média ponderada das atividades	Nota ponderada de 0 a 10

Na construção da base de dados hipotética, considerou-se um cenário em que as interações individuais dos alunos correspondem a envio de mensagens privadas, assistir vídeo-aulas, baixar material da aula e responder questões do módulo. Já para interações em grupo, a única forma de avaliação foi a postagem em fórum de discussões. A média ponderada pode ser obtida a partir das notas das atividades.

A partir desses atributos, foram criados 3 padrões de classificação: i) necessidade de atenção, ii) possibilidade de evasão e iii) comportamento atípico. Esses atributos foram usados como classes para dividir a base de dados de acordo com as características que se pretende analisar. Esses padrões de classificação foram criados a partir de informações obtidas durante a etapa de entrevistas com os tutores.

Segundo os profissionais entrevistados, alunos que ainda não visitaram o AVA ou que deixam de acessar após algum progresso dentro do curso precisam de atenção e por meio da ação do tutor é possível motivar esses alunos a continuar o curso. Já aqueles que tiraram notas baixas ou não entregaram atividades dentro dos prazos e deixaram de acessar o ambiente possuem uma probabilidade maior de evadirem da plataforma em definitivo.

Alunos que não apresentam histórico de acesso aos materiais e aulas do curso e obtiveram boas notas nas atividades e avaliações ou que apresentam bom histórico de acesso e notas baixas das avaliações podem ser caracterizados com um comportamento atípico, pois a tendência é que quanto maior a presença do aluno no AVA maior é sua compreensão sobre os assuntos abordados.

Buscou-se reproduzir um cenário comum nas instituições de ensino, separando os alunos em níveis de acordo com seu aproveitamento, refletindo comportamentos e hábitos heterogêneos que remetem à singularidade de cada aluno. Esse contexto permitiu observar melhor as diferenças e comportamento dos alunos nas etapas de aplicação de algoritmos classificatórios, que permitiu também uma maior variedade de ações a serem tomadas pelos tutores.

Para esse protótipo de AVA, consideramos que o ambiente oferecia apenas um módulo (disciplina) com quatro aulas, onde cada aula possui um material de apoio e 10 questões sobre o conteúdo do módulo. Num cenário real, não existem muitas restrições com relação a estruturação dos cursos para construção de uma base de dados similar ao modelo proposto, porém devem ser feitas algumas considerações importantes.

Os cursos precisam ser divididos em módulos e todos os materiais, aulas, exercí-

cios e atividades precisam estar relacionados a nível de dados, sendo possível discernir a quais módulos os materiais e aulas estão associados para identificar pontualmente os conteúdos que o aluno acessou e suas dificuldades.

Todas as atividades que envolvem interação do aluno precisam ser registradas corretamente, dessa forma um volume de dados significativo será gerado a partir das primeiras semanas de acesso, possibilitando a mineração e análise posterior. Também podem ser adotados alguns critérios para diminuição da dispersão dos valores, como a contabilização de acessos e aulas assistidas a partir de determinado tempo decorrido ou valor mínimo aceitável para contabilização.

Após a criação da base, foi realizada a conversão manual do arquivo para o formato *arff* (*Attribute-Relation File Format*), um padrão aceito pelas principais ferramentas de análise de dados e aplicação de algoritmos, como o WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) que foi utilizado nas etapas de experimentação, escolha do algoritmo e concepção do protótipo (HALL et al., 2009).

Em seguida, foram realizados experimentos no WEKA para observar quais os algoritmos que apresentariam melhores resultados para a base montada.

A partir das observações feitas e do contexto do problema, decidiu-se utilizar a árvore de decisão floresta aleatória (*Random Forest*) para classificar os alunos, criar um modelo e prever possíveis comportamentos futuros. Essa escolha também se baseia nos resultados encontrados por (DELGADO et al., 2014), que indicaram o mesmo como o melhor classificador dentre diversos outros.

Também foi usado o algoritmo de *clustering* maximização de expectativas (EM), por conseguir realizar a tarefa de agrupamento sem a necessidade de conhecimento prévio da distribuição desses dados. O propósito do mesmo é separar os alunos em grupos de acordo com suas dificuldades e atividades realizadas na plataforma, permitindo ao tutor ter uma visão macro de sua turma e seus alunos de acordo com as características de sua escolha.

Além disso, foram utilizadas métricas estatísticas, como média, moda e quartis, que serviram de base para construção de gráficos ilustrativos, para que o tutor possa ter uma visão mais detalhada da turma e de cada aluno de acordo com o uso da plataforma e suas avaliações.

Ao término da fase de desenvolvimento, foi realizada mais uma etapa de entrevistas com tutores para expor e avaliar o protótipo construído. Foram realizadas 4 entrevistas, sendo metade destas com tutores que já haviam sido previamente entrevistados na pesquisa de campo inicial.

Por fim, foi realizada uma análise das observações e informações coletadas na etapa de entrevistas para validação da proposta, que colaborou consideravelmente

para a elaboração das considerações finais e trabalhos futuros desta pesquisa.

4 Resultados das entrevistas

Por meio das entrevistas realizadas, foi possível entender melhor a forma como a tutoria *online* acontece, seus empecilhos e a dimensão da importância da execução das atividades de tutoria para construção do aprendizado *online*. Todos os tutores entrevistados possuíam uma vasta bagagem nos âmbitos da docência *online* e presencial, seus níveis de formação variaram entre especialização, mestrado e doutorado, com 3 a 9 anos de exercício das funções de tutoria. Alguns dos entrevistados também já atuaram como professores em ambientes *online* e presenciais (Tabela 2).

Tabela 2 – Perfil dos tutores entrevistados

Entrevistado	Escolaridade	Área de formação	Tempo de experiência com tutoria	Plataformas online em que trabalhou
#1	Doutorado	Educação ambiental	4 a 5 anos	Moodle
#2	Doutorado	Ciência da computação	6 anos	Moodle/TelEduc
#3	Doutorado	Ciência da computação	5 anos	Moodle
#4	Pós - graduação	TI	7 anos	Moodle
#5	Doutorado	Ciência da computação	4 anos	Moodle

En- tre- vis- tado	Es- cola- ri- dade	Área de for- ma- ção	Tempo de ex- peri- ên- cia com tuto- ria	Plata- formas online em que tra- balhou
#6	Gradua- ção	Publici- dade	9 anos	Moodle
#7	Mes- trado	Letras	7 anos	Moodle
#8	Gradua- ção	Publici- dade	3 anos	Moodle
#9	Pós - graduação	Pedago- gia	3 anos	Moodle

Quando perguntados sobre a importância do trabalho de tutoria, percebeu-se que os tutores possuem uma excelente compreensão de seu papel e a importância do mesmo, suas opiniões seguiram uma mesma linha, afirmando que eram os grandes responsáveis por fazer acontecer a EaD na prática. Atualmente os cursos são montados por professores que determinam os procedimentos avaliativos e passam as orientações para os tutores, que estão diariamente presentes no ambiente de aprendizagem para acompanhar os alunos e atender as solicitações.

Suas áreas de atuação e formação eram bastante distintas, indo desde disciplinas em cursos de pedagogia e gestão ambiental a programação e redes de computadores. Essa variedade permitiu perceber que certos problemas na docência *online* variam de acordo com o tipo de matéria e as características dos alunos envolvidos.

Para o entrevistado 7, "... O papel do tutor é diminuir a distância intertemporal que existe na Educação a Distância, auxiliando nas dificuldades cognitivas, provocando o interesse pelo assunto e estando sempre presente, para diminuir o espaço de tempo entre as dúvidas e suas respostas...". O entrevistado 1 complementou a definição, dizendo que "... O tutor é a pessoa que vai promover a interação entre participantes e fazer com que o estudante sinta a necessidade de estar presente no ambiente, sem o tutor o ambiente *online* se torna apenas um local que você entra, pega o material e vai trabalhar isoladamente...".

A relação direta entre a execução da tutoria e o aprendizado dos alunos foi confirmada por eles, que afirmaram que seu trabalho exerce uma grande influência sobre o estudo dos alunos, especialmente aqueles com maiores dificuldades. Ao ser perguntado sobre existir relação entre tutoria e aprendizado dos alunos, o entrevistado 8 afirmou

“Tem, tem, tem muito. Quando o tutor pontua individualmente, manda mensagem, isso influencia demais no aprendizado e ajuda bastante na não evasão”. O entrevistado 2 complementou “. . . A atividade do tutor influencia totalmente no aprendizado do aluno, tutores que não acompanham bem os alunos geram uma defasagem muito grande do nível geral da turma com relação ao conteúdo”. Isso fortalece o propósito deste trabalho, que é melhorar o trabalho dos tutores a nível de eficiência e potencial, visando a construção de ambientes de ensino *online* mais eficientes.

As atividades citadas como mais frequentemente realizadas pelos tutores durante seu tempo de trabalho foram a correção de atividades, resposta de dúvidas sobre o assunto ou dificuldades de uso da plataforma, que geralmente se dava por meio do fórum ou por mensagens privadas, atendimento de alunos por meio do chat e acompanhamento do registro de atividades e acesso dos alunos. Dentre essas, percebeu-se que a correção das atividades propostas era a tarefa que consumia mais tempo de trabalho, porém, deve-se destacar que grande parte das mesmas pode ser realizada offline, ou seja, fora do AVA. Das tarefas realizadas *online* a verificação e resposta de mensagens no fórum e verificação individual dos alunos quanto a realização de atividades e acesso a plataforma se destacaram por consumir bastante tempo.

O tempo de trabalho semanal gasto pelos tutores dentro dos AVAs foi de aproximadamente 14 horas semanais, uma média de 2 horas por dia, incluindo finais de semana e podendo variar de acordo com o calendário de atividades propostas no curso e a aproximação das datas finais de avaliação. Algumas das atividades realizadas dentro desse intervalo de tempo foram consideradas repetitivas ou pouco eficientes, como responder perguntas similares para alunos diferentes ou verificação do log de acesso.

Podemos destacar o acompanhamento dos alunos pelo entrevistado 1 “Eu tirava um dia da semana para verificar o relatório dos alunos, entrava de um a um e via os acessos e atividades que cada um realizou, daí caso alguém estivesse ausente durante a semana eu mandava uma mensagem perguntando o que havia acontecido”. O tempo gasto na checagem individual de cada aluno em busca de alguns que possam estar ausentes acaba por ser mal utilizado, visto que essa informação já se possui, faltando apenas organizar e apresentar os dados de uma maneira útil para o tutor dentro da plataforma. Todo esse tempo somado por vários tutores ao longo dos cursos poderia ser utilizado em outras atividades, onde o tempo e conhecimento do tutor poderiam ser melhor utilizados e voltados ao aprendizado dos alunos.

Também foi apontado o tempo gasto na resposta de dúvidas. Os entrevistados afirmam que muitas vezes, por vergonha ou por acreditarem que serão respondidos mais rápido, os alunos preferem enviar mensagens individuais. O que muitas vezes exige que a mesma pergunta seja respondida várias vezes e faz com que poucos

alunos tenham ciência daquela discussão. Percebeu-se que criar uma forma de envio de mensagens em modo anônimo nos fóruns pode estimular os alunos a tirarem suas dúvidas em ambientes coletivos de discussão, lembrando que é importante para os tutores continuar sabendo os responsáveis pelas perguntas. A partir desse problema, percebeu-se que poderia ser interessante criar uma forma de sugerir ao tutor o reuso de respostas previamente utilizadas sobre aquele mesmo assunto baseando-se em algoritmos de reconhecimento de padrões, permitindo ao tutor responder uma dúvida rapidamente.

Observou-se que a ferramenta Moodle é unanimidade entre os entrevistados, todos trabalham ou já trabalharam com a plataforma ou alguma adaptação do Moodle. A adoção desta ferramenta pela UAB, que é onde a maior parte trabalha, e sua gratuidade são alguns dos fatores citados para justificar essa vasta adoção. Os entrevistados qualificaram a ferramenta como boa, porém foram citados alguns problemas da mesma, como instabilidade do ambiente, dificuldade de encontrar determinados recursos, baixa usabilidade e necessidade de ferramentas externas para complementar o processo de aprendizado.

Quando questionados sobre os maiores problemas enfrentados por eles, houve uma diversidade de opiniões. Foram citados problemas relacionados aos cursos e seus conteúdos, a forma engessada de execução da EaD em determinadas instituições de ensino, dificuldades no relacionamento e acompanhamento de seus alunos, a responsabilidade de responder por questões administrativas e burocráticas, que não competem ao exercício da tutoria e o plágio. Alguns tutores afirmaram ter iniciado os trabalhos de tutoria *online* sem uma capacitação prévia sobre a plataforma, o que segundo eles afetou negativamente seu desempenho durante os primeiros meses de trabalho, pois não conseguiam pôr em prática tudo que era planejado.

Já no que se refere aos principais problemas dos alunos, percebeu-se que existe uma grande preocupação com a evasão, a dificuldade de se expressar pela escrita, a grande quantidade de tarefas solicitadas em curtos intervalos de tempo, dificuldade de compreensão do conteúdo e dificuldade de acesso a plataforma por meio da internet, visto que alguns desses profissionais trabalham pela UAB em polos descentralizados, geralmente em cidades de pequeno ou médio porte no interior, onde ainda existem vários problemas infraestruturais.

Notou-se que existe uma grande dificuldade dos tutores em conhecer seus alunos e suas deficiências pedagógicas, a maioria classificou seu nível de conhecimento sobre os alunos no âmbito pessoal como regular e acerca do conteúdo envolvido como regular ou ruim. Isso pode ser ocasionado pela forma de interação entre tutores e alunos, que se limitava a troca de mensagens esporádicas e correção de atividades, que muitas vezes não são realizadas honestamente, visto que estes afirmaram que o

plágio era uma prática extremamente comum.

A falta de comunicação entre as partes tem um impacto negativo sobre o aprendizado para muitos autores e também para os tutores. Segundo o entrevistado 1 "... para o aprendizado é necessário interagir, o diálogo é fundamental para aprender de fato... ", complementado pelo entrevistado 7 "... como tutor, sei que os alunos se sentem mais à vontade para conversar comigo do que com o professor, a interatividade é o coração do aprendizado nos ambientes de ensino *online*".

Entretanto, mesmo se sabendo que a comunicação é fundamental para a promoção do aprendizado, existem fatores que têm influenciado negativamente a realização da mesma. O entrevistado 8 afirma "... muitos dos alunos que trabalhei moram em pequenas cidades no interior e possuem muitas dificuldades de comunicação, daí ou eles não se comunicam por falta de tempo e acesso à internet ou não conseguem dizer o que pensam por meio da escrita, seja por falta do hábito de escrever nesse tipo de ambiente ou por deficiências no processo educacional que formou aquele estudante...".

Devido à estrutura semipresencial da UAB, alguns tutores afirmaram que chegaram a conhecer melhor os alunos nos encontros, que acontecia 2 vezes ao mês. Os encontros além de ajudarem a consolidar o aprendizado serviam para aproximar alunos e tutores, o que futuramente promovia um relacionamento mais amigável entre as partes, facilitando a comunicação e ajudando no processo de ensino e aprendizado.

Apesar da evasão ser citada pela grande maioria dos tutores, as causas e padrões que estão associados a esse fenômeno ainda são complexos, alguns cursos apresentam maiores taxas de evasão em seus primeiros anos, enquanto outros apenas no fim. Além da diversidade de opiniões na literatura, os tutores envolvidos também acreditam que a evasão se dá por uma associação de fatores com diversas variáveis que dependem do contexto. Apesar dessa miscelânea de motivos associados ao abandono de cursos *online*, a maior parte dos entrevistados concordou que o tutor tem o potencial de diminuir esses números realizando suas atividades de maneira eficaz e objetiva, porém muitas vezes isso é inviável devido ao grande número de alunos acompanhados, a insuficiência de dados sobre aqueles alunos e inexistência de recursos mais elaborados para determinadas situações.

Durante as entrevistas, os tutores foram expostos ao potencial do uso de inteligência artificial e mineração de dados aplicados em ambientes virtuais de aprendizado e seus possíveis resultados práticos na atividade diária do tutor por meio de uma explicação informal.

Aqueles que não possuíam conhecimento nenhum sobre a área se mostraram bastante surpresos e animados com a proposta do trabalho, como o entrevistado 7

“... acho que esse tipo de coisa deveria ser feito pra ontem e estar dentro de todos os ambientes de EaD, a gente faz muita coisa que poderia ser feito pela máquina, como você falou aí, poderíamos focar ainda mais na parte do ensino enquanto a máquina faria um trabalho mais pesado...”, o entrevistado 9 também disse que “... isso poderia ajudar muito meu trabalho, só de não precisar olhar aluno a aluno pra saber quem está acessando de atenção já me pouparia horas de trabalho, isso me deixaria menos cansado pra fazer outras coisas que as vezes não fica tão bom pelo cansaço.”.

No entanto, os entrevistados que possuíam um conhecimento prévio sobre o que foi apresentado não se mostraram tão surpresos com o potencial e as mudanças atreladas a atividade de tutoria por meio desses recursos, porém se mostraram otimistas com a possibilidade de integração entre inteligência artificial e EaD num contexto mais próximo da nossa realidade. O entrevistado 5 argumentou “... isso que você está sugerindo aí é uma realidade em pesquisas de grandes universidades e plataformas de ensino pagas nos Estados Unidos e Europa. Eu acredito muito no potencial dessas ferramentas aplicadas em situações reais e acho que pode ajudar muito, principalmente para conhecer melhor os alunos. . .”, que foi complementado na fala do entrevistado 4 “... pois é, existe muita aplicabilidade das subáreas da computação em problemas reais. Você pode usar a experiência dos tutores e identificar pontos que podem melhorar com IA ou outros recursos computacionais que já vai ser muito positivo”.

As principais observações realizadas nesta etapa foram divididas em 10 tópicos para melhor esclarecimento e divisão das características dos tutores e os principais problemas relatados. São eles:

- 1) A maioria dos entrevistados trabalham com a UAB, que segue um formato padrão e dá pouca flexibilidade aos tutores.
- 2) A experiência com plataformas de ensino é resumida, a maioria só teve contato com o *Moodle* pela UAB.
- 3) Apesar do ambiente atualmente utilizado satisfazer as principais necessidades, os tutores se mostraram entusiasmados quando apresentados a recursos de inteligência artificial.
- 4) A maior parte do seu tempo gasto *online* corresponde a resposta de perguntas individuais ou em fóruns.
- 5) Existem tarefas que consomem muito tempo e são repetitivas, como resposta de perguntas repetidas e acompanhamento individual.
- 6) Os tutores reconhecem que não possuem grandes conhecimentos sobre seus alunos nos âmbitos pessoal e educacional, e que isso pode interferir negativamente no acompanhamento.

- 7) O pouco que os tutores sabem sobre seus alunos se resume às atividades realizadas, que muitas vezes são copiadas, e por troca de mensagens, que nem sempre acontece.
- 8) A evasão, apesar de variar de acordo com diversos fatores, é um fato comum nos ambientes em que já trabalharam.
- 9) Todos os envolvidos acreditam que a atuação do tutor pode influenciar positivamente no aprendizado ou na diminuição da evasão.
- 10) Todos os entrevistados reagiram positivamente sobre a criação de ferramentas que possam ajudar tutores a acompanhar seus alunos em ambientes de aprendizagem *online*.

5 Solução proposta

Dentre os problemas levantados e considerando o escopo deste trabalho, foram levantadas soluções incluídas no protótipo para avaliação por tutores. O protótipo desenvolvido englobou apenas a visão de um ambiente virtual de aprendizagem na perspectiva do tutor, onde estes serão capazes de acompanhar e interagir com os seus alunos.

O desenvolvimento da solução proposta se baseou na revisão bibliográfica e na pesquisa de campo, devido a possibilidade dos tutores entrevistados não representarem fidedignamente as necessidades de tutoria num contexto geral, foi necessário realizar um comparativo entre o que foi observado e a literatura vigente.

Os pontos observados durante as entrevistas que também se mostraram presentes em trabalhos relacionados às dificuldades encontradas por tutores na EaD foram escolhidos para um maior aprofundamento na busca de possíveis soluções. Esses pontos em comum e respectivas soluções propostas serão apresentados abaixo.

Apesar da baixa flexibilidade percebida nos pontos levantados #1 e #2, a solução proposta inicialmente não se resume aos moldes e normas em que atualmente é realizada a EaD em grande parte do país. A proposta é a inclusão de novas funcionalidades em um AVA em que o tutor tenha mais flexibilidade para acompanhar o aluno ao longo do curso e interferir de maneira positiva ao longo das disciplinas, não estando essa proposta presa nem à parte organizacional, regimentada pela UAB nem à arquitetura, interface gráfica e detalhes técnicos atualmente utilizados a partir de uma adaptação do Moodle.

A solução proposta para atender a observação #4 do resultado das entrevistas foi a criação de um mecanismo de postagem anônima em fóruns, desta forma alunos que se sentem intimidados ou envergonhados de realizar certas perguntas em espaços virtuais compartilhados, como o caso dos fóruns, podem se sentir mais à vontade. O resultado disso seria um menor número de perguntas similares enviadas de maneira privada, reduzindo retrabalho e ganhando tempo que pode ser utilizado em tarefas dentro do processo de ensino e aprendizagem.

É importante frisar que apesar do anonimato no fórum, os tutores continuariam conhecendo a identidade dos autores das postagens, pois saber as dúvidas de cada aluno é parte fundamental do acompanhamento.

Para atacar os problemas encontrados nas observações #6 e #7 no que diz respeito à falta de conhecimento sobre seus alunos e dificuldade de acompanhamento, foi proposta a utilização de algoritmos de mineração de dados e clusterização a partir

de dados que serão gerados pelos próprios alunos durante o uso da plataforma e as avaliações realizadas. O resultado da aplicação das técnicas citadas servirá para criação de gráficos e relatórios de fácil visualização e entendimento para que o tutor possa compreender melhor as características da turma e de cada aluno detalhadamente.

Nos gráficos e relatórios citados anteriormente, será possível comparar a progressão ao longo do curso dos alunos relação à turma no que se refere não só às notas obtidas, mas ao comportamento dos mesmos dentro do AVA. Para diminuir o problema destacado na observação #5 os alunos que demonstrarem dificuldades ou comportamentos em comum, como histórico de baixo acesso ou notas baixas em determinada atividade poderão ser agrupados e tratados pelos tutores de uma só vez, diminuindo o tempo que seria gasto com o tratamento individual.

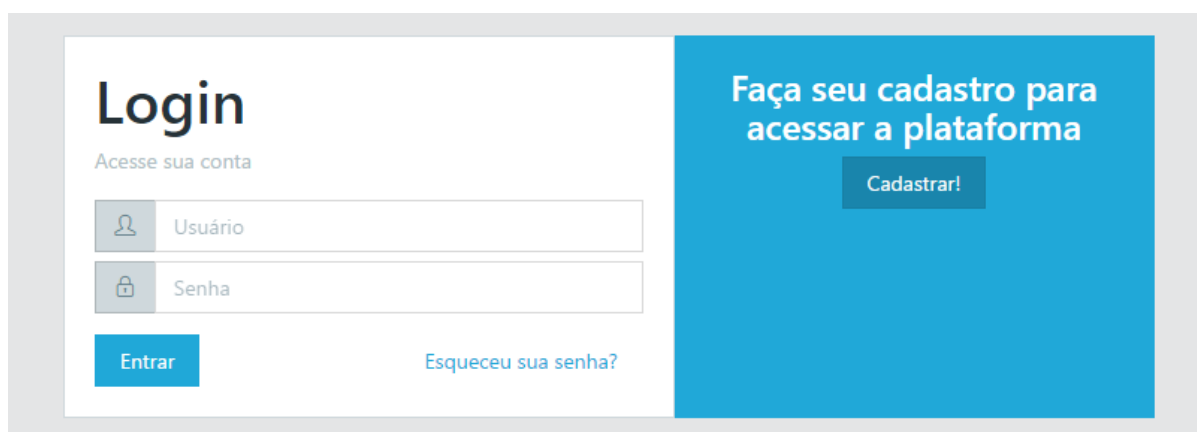
Tentando diminuir os problemas de evasão do ponto #8 e como mais uma forma de aumentar o conhecimento dos tutores sobre seus alunos, pretende-se criar um modelo de classificação, que no protótipo se apresentará como uma funcionalidade de previsão de comportamento dos alunos, para que o tutor saiba, a partir de determinadas características de uso da plataforma e notas obtidas que alguns alunos podem estar com dificuldades ou apresentando um comportamento de possível evasão, por exemplo. A partir da listagem das turmas, os alunos que estiverem dentro de grupos de atenção classificáveis pela ferramenta serão visualmente identificados. Desta forma, caso o tutor julgue necessário, ele poderá intervir e se aproximar desses alunos para os ajudar.

Pelo que foi observado na etapa de entrevistas e revisão bibliográfica, acredita-se que para o protótipo inicial as funcionalidades propostas podem agregar bastante valor à rotina de uso das plataformas de ensino a distância, que atualmente apresenta deficiências e dificuldades que podem ser diminuídas por meio do que se propõe.

5.1 Apresentação do protótipo

A ferramenta desenvolvida foi criada para o ambiente Web, sendo possível acessar por meio de qualquer navegador. A tela inicial do sistema apresenta o controle de acesso, onde o tutor irá acessar seu ambiente por meio de usuário e senha (Figura 4). Após a autenticação, o tutor será redirecionado para a tela de disciplinas, onde estão dispostos os cursos que o mesmo está envolvido (Figura 5).

Figura 4 – Controle de acesso



Elaborado pelo autor

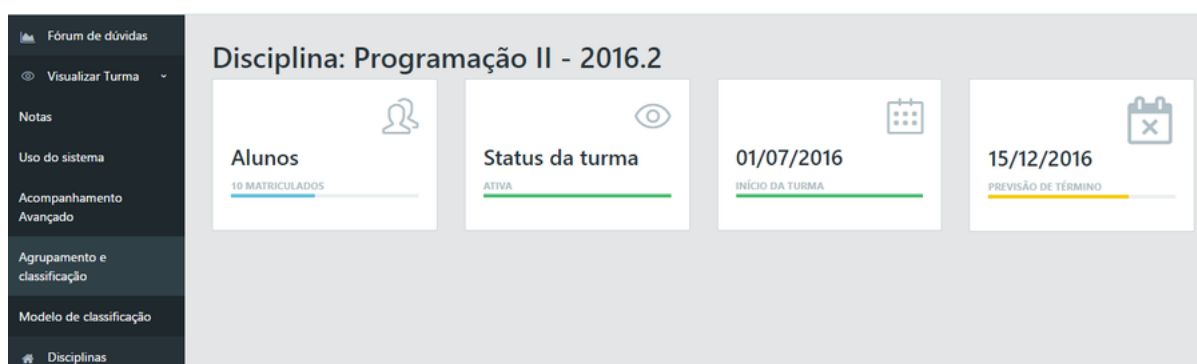
Figura 5 – Tela de disciplinas



Elaborado pelo autor

A partir da seleção do curso, o usuário é redirecionado para a tela inicial do curso escolhido, lá ele tem uma visão geral das informações da disciplina, como o número de alunos, status da turma e datas de início e término da mesma. Além disso, por meio do menu lateral esquerdo, presente em todas as páginas internas do ambiente, o usuário tem acesso às outras telas do sistema: fórum de dúvidas, notas, uso do sistema, acompanhamento avançado e agrupamento e classificação e modelo de classificação de alunos (Figura 6).

Figura 6 – Tela inicial da disciplina



Elaborado pelo autor

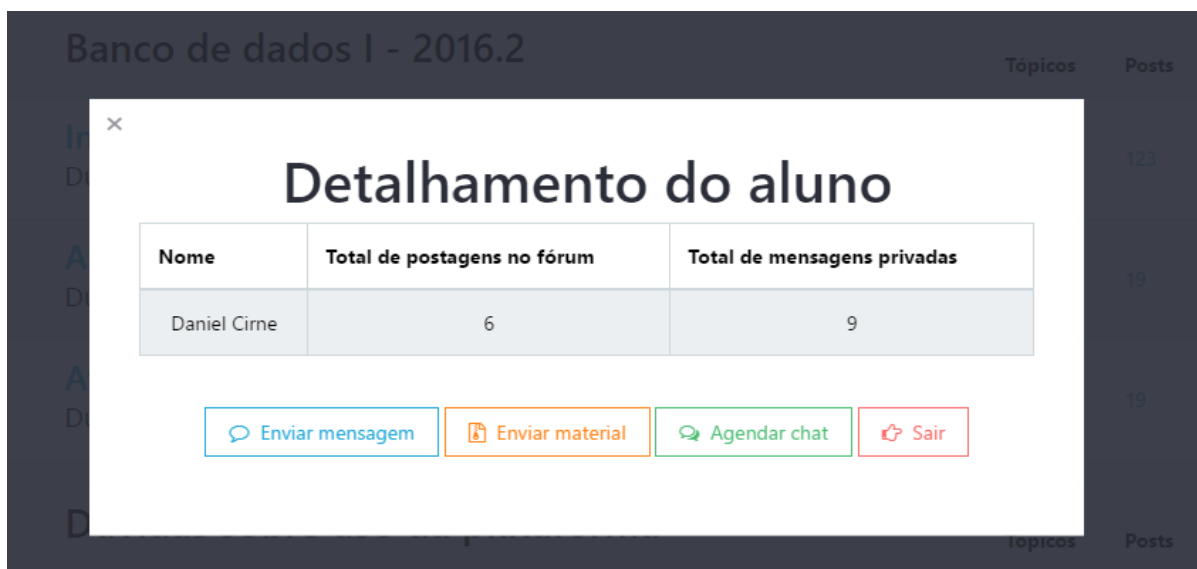
Na tela do fórum de dúvidas, o foco é a possibilidade de postagem de forma anônima, conforme foi identificada a necessidade na etapa de entrevistas (Figura 7). Todavia, o tutor pode ter acesso à identidade dos alunos que postaram ao clicar no autor do tópico (Figura 8).

Figura 7 – Fórum de dúvidas



Elaborado pelo autor

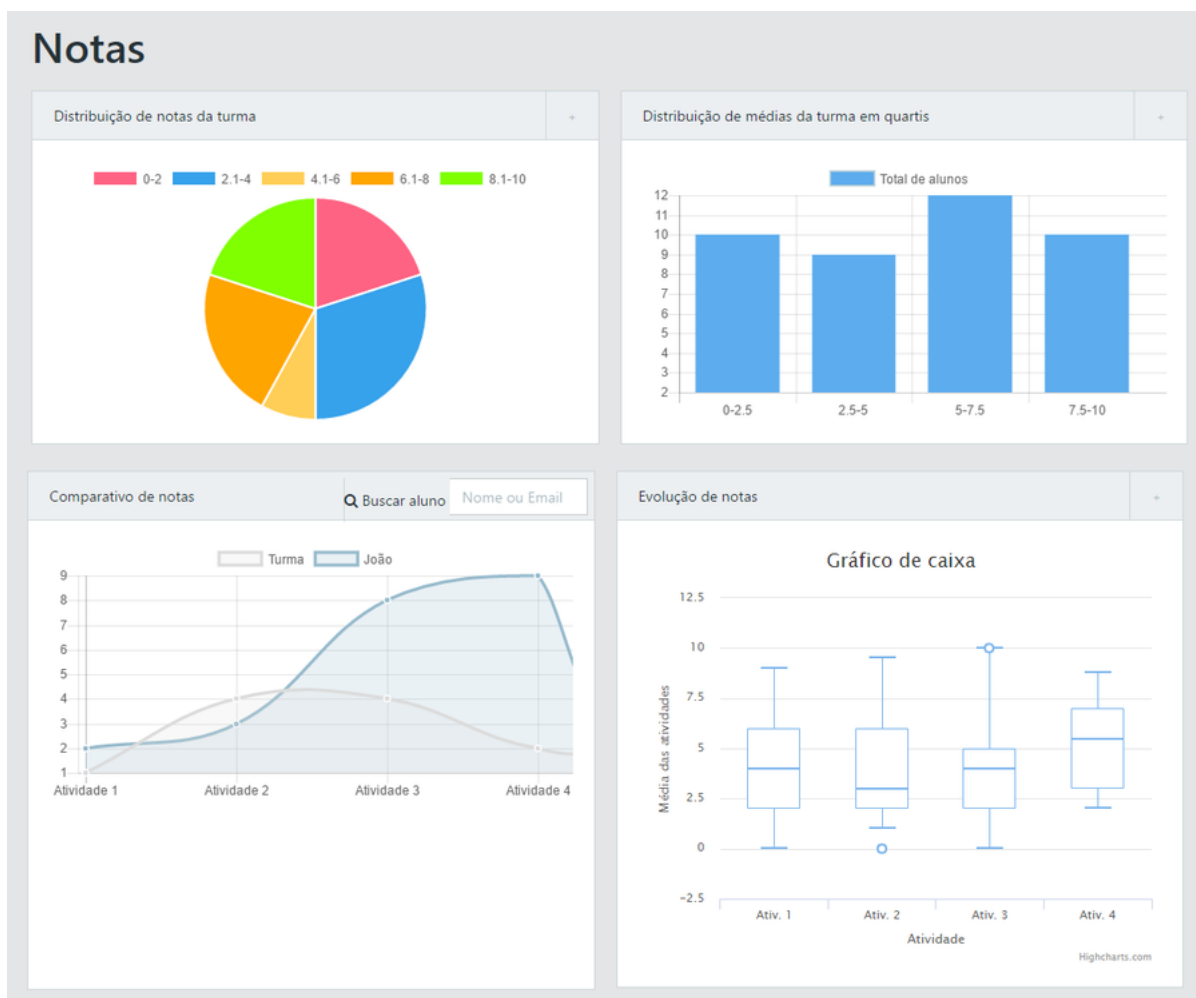
Figura 8 – Detalhes do aluno no fórum



Elaborado pelo autor

A tela de notas apresenta quatro gráficos ilustrativos que mostram as notas da turma nas formas de gráfico de pizza, gráfico de barras representado em quartis, gráfico de linha comparativo entre determinado aluno e sua turma (Figura 9) e *boxplot*.

Figura 9 – Gráficos de notas dos alunos



Elaborado pelo autor

Ao clicar em alguma seção dos gráficos de pizza ou barras, um modal informativo com a listagem dos alunos compreendidos naquela região será exibido, além disso existem algumas ações que podem ser realizadas no menu inferior para os alunos que forem selecionados (Figura 10).

Figura 10 – Detalhamento de notas dos alunos



The screenshot shows a modal window titled "Detalhamento de notas" (Grade Detail). Below the title, it specifies "Alunos com notas entre: 6.1-8" and "Total de alunos: 22". A table lists six students with their names and activity averages. Below the table are five buttons: "Enviar mensagem", "Enviar material", "Agendar chat", "Atividade em grupo", and "Sair".

<input checked="" type="checkbox"/>	Aluno	Média das atividades
<input type="checkbox"/>	André Raul Farias	6
<input type="checkbox"/>	Anna Manuela Santana	7.4
<input type="checkbox"/>	Bruno Rafael Tavares	6
<input type="checkbox"/>	Carlos Henrique	7
<input checked="" type="checkbox"/>	Camilla Souza	6

Enviar mensagem Enviar material Agendar chat

Atividade em grupo Sair

Elaborado pelo autor

Na página de uso do sistema também são apresentados três gráficos ilustrativos, porém nessa área é possível selecionar atributos de uso do sistema, como número de acessos, interações individuais, interações em grupo, aulas assistidas e média das atividades (Figura 11). Ao clicar nos gráficos de pizza e barra o modal de detalhamento e ações é aberto permitindo novamente que o tutor possa interagir com os alunos selecionados (Figura 12).

Figura 11 – Página de uso do sistema



Elaborado pelo autor

Figura 12 – Modal de detalhamento de uso do sistema

The screenshot shows a modal window titled "Detalhamento de alunos" with a close button (X) in the top left corner. Below the title, it displays "Acessos semanais : 7-8" and "Total de alunos:22". The main content is a table with the following data:

<input checked="" type="checkbox"/>	Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Aulas Assistidas
<input type="checkbox"/>	André Raul Farias	8	3	1	6.0	01, 02
<input type="checkbox"/>	Anna Manuela Santana	7	3	1	6.0	01, 02
<input checked="" type="checkbox"/>	Bruno Rafael Tavares	7	3	1	6.0	01
<input type="checkbox"/>	Carlos Henrique	7	3	1	6.0	02
<input type="checkbox"/>	Camilla Souza	8	3	1	6.0	01, 02

Below the table, there are five action buttons: "Enviar mensagem" (blue), "Enviar material" (orange), "Agendar chat" (green), "Atividade em grupo" (yellow), and "Sair" (red).

Na interface de acompanhamento avançado é apresentada a listagem dos alunos da disciplina, contendo informações gerais de uso do sistema e avaliações, além de uma possível classificação do aluno, que é realizado após a realização do agrupamento dos alunos e intervenção do tutor (Figura 13). Os padrões de classificação (possibilidade de evasão, comportamento atípico ou necessidade de atenção) apresentam diferentes cores para facilitar a identificação e existem filtros localizados acima da listagem que servem para facilitar a busca e identificação dos alunos, sendo possível enviar mensagem para algum aluno ao clicar no mesmo (Figura 14). Também existe um botão para gerar o modelo de classificação, que é responsável por abrir uma

nova janela perguntando se o usuário deseja que seja construído o modelo a partir da classificação atual dos alunos. Essa funcionalidade servirá para informar ao tutor sobre possíveis classificações que não condizem mais com o comportamento atual dos alunos e indicar a necessidade de um novo agrupamento e classificação (Figura 15).

Figura 13 – Página de acompanhamento avançado

The screenshot shows the 'Acompanhamento avançado' interface. At the top, there are three status indicators: 'Comp. atípico' (checked), 'Evasão' (unchecked), and 'Atenção' (checked). Below this is a table with the following data:

Aluno	Último acesso	Média	Indicadores
André Raul Farias	05/12/2016 19:30	6.0	Evasão
Anna Manuela Santana	09/12/2016 07:30	4.2	Evasão
Bruno Rafael Tavares	11/12/2016 12:22	7.9	Comportamento atípico
Carlos Henrique	05/12/2016 22:41	0	Atenção
Camilla Souza	05/12/2016 08:00	5.6	
Dário Cunha	03/01/2017 08:11	9.6	Comportamento atípico

At the bottom right, there is a green button labeled 'Gerar modelo de classificação *'. A small note at the bottom right states: '(*) Esse modelo é usado para prever a evolução dos alunos na página de acompanhamento'.

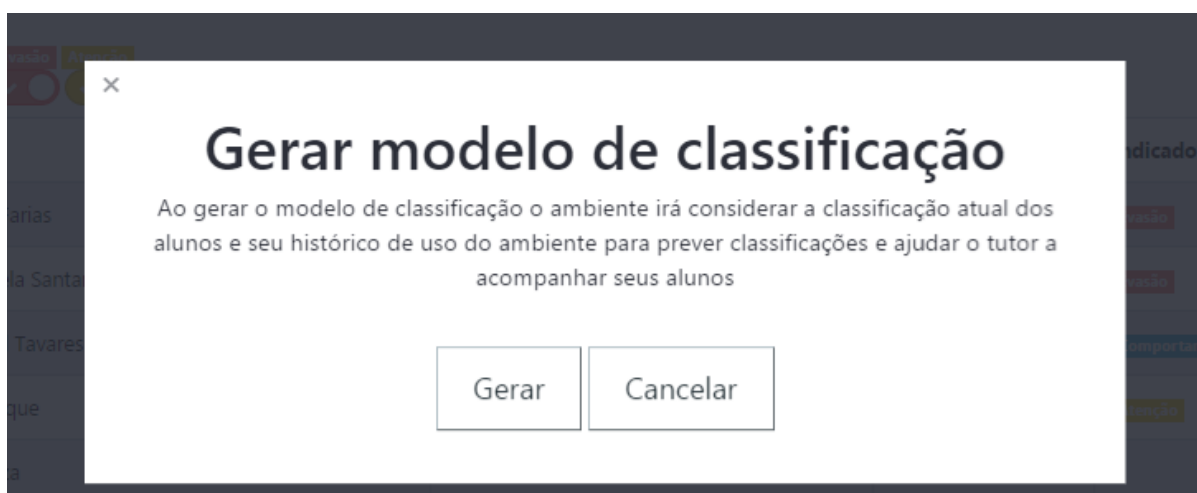
Elaborado pelo autor

Figura 14 – Envio de mensagem para alunos selecionados

The screenshot shows the 'Acompanhamento avançado' interface with a modal dialog open. The dialog title is 'Enviar mensagem para Anna Manuela Santana'. It contains a text input field with the placeholder text 'mensagem'. Below the input field are two buttons: 'VOLTAR' and 'ENVIAR'. The background shows the student list with 'Anna Manuela Santana' selected.

Elaborado pelo autor

Figura 15 – Página para gerar novo modelo de classificação



Elaborado pelo autor

Por último, a tela de classificação dos alunos tem como principal função permitir ao tutor agrupar e classificar seus alunos de acordo com seu próprio conhecimento. Ele pode selecionar os atributos de uso do sistema e realizar o agrupamento, que é feito por meio do algoritmo de agrupamento EM (Figura 16). Após o processamento das informações pelo sistema, serão exibidos n grupos de alunos de acordo com o que foi selecionado (Figura 17). Ao clicar em um desses grupos será exibida uma janela com os alunos daquele grupo e os valores dos atributos selecionados e poderá classificá-los com um dos padrões de classificação permitidos pelo sistema (Figura 18).

Figura 16 – Página de classificação e acompanhamento



Elaborado pelo autor

Figura 17 – Página de resultado do agrupamento



Elaborado pelo autor

Figura 18 – Classificação dos alunos agrupados por atributos

Classificar alunos

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Classificação atual
<input type="checkbox"/>		André Raul Farias	6	3	1	6.0	
<input type="checkbox"/>		Anna Manuela Santana	6	3	1	6.0	Evasão
<input checked="" type="checkbox"/>		Bruno Rafael Tavares	6	3	1	6.0	Comp. atípico
<input type="checkbox"/>		Carlos Henrique	6	3	1	6.0	
<input type="checkbox"/>		Camilla Souza	6	3	1	6.0	Evasão

! Evasão Comportamento atípico Precisa de atenção

Elaborado pelo autor

Após a classificação, o resultado será exibido na parte inferior da tela anterior. Caso existam classificações prévias de estudantes que divergiram da classificação realizada pelo tutor. Também será exibida uma tabela com as divergências encontradas (Figura 19). A partir dessa observação o tutor poderá corrigir sua classificação ou indicar ao sistema que a nova classificação está correta, que servirá de base de conhecimento para classificações futuras.

Figura 19 – Página de resultado da classificação

Classificação e acompanhamento

Classificação realizada

Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Classificação atual
André Raul Farias	6	3	1	6.0	
Anna Manuela Santana	6	3	1	6.0	Evasão
Bruno Rafael Tavares	6	3	1	6.0	Comp. atípico
Carlos Henrique	6	3	1	6.0	
Camilla Souza	6	3	1	6.0	Evasão

Diferenças encontradas para a classificação anterior

Aluno	Classificação anterior	Manter classificação?
Anna Manuela Santana	Comp. atípico	<input checked="" type="checkbox"/> SIM
Bruno Rafael Tavares		<input checked="" type="checkbox"/> SIM
Camilla Souza		<input checked="" type="checkbox"/> SIM

Confirmar classificação
 Cancelar classificação

Elaborado pelo autor

Concluindo a apresentação do protótipo, temos a página do modelo de classificação. Após a criação do modelo de classificação na página de acompanhamento avançado o sistema é capaz de avaliar se a classificação do aluno corresponde ao seu comportamento atual.

Devido ao processo contínuo de geração de dados ao acessar e realizar atividades dentro do AVA ou até mesmo a ausência do estudante na plataforma, é possível que a classificação esteja desatualizada. O ambiente pode ser configurado para atualizar o modelo em determinado período de tempo, porém o tutor é responsável pela mudança da classificação dos alunos.

Na interface apresentada o tutor tem acesso à quantidade e o percentual de alunos que apresentam essa divergência, além da sua classificação atual e da prevista pelo modelo. Podendo navegar para a página de agrupamento e classificação por meio de um clique (Figura 20).

Figura 20 – Interface do modelo de classificação dos alunos



Elaborado pelo autor

5.2 Validação da solução proposta

Para validar o protótipo construído e os questionamentos que o motivaram, foi elaborado um novo roteiro de entrevistas para ser aplicado com tutores e ex-tutores visando avaliar a relevância das dificuldades enfrentadas e a solução proposta para os mesmos (Apêndice 3). O roteiro elaborado se dividiu em duas etapas, na primeira foi dada atenção à proximidade dos tutores com a problematização da pesquisa, e a segunda procurou avaliar se a solução proposta atendia ao problema indicado, se a interface apresentada era intuitiva e como aquela funcionalidade poderia mudar o trabalho de tutoria, além de abrir espaço para críticas e sugestões.

As entrevistas foram realizadas com 4 tutores e cada entrevista teve duração aproximada de 30 minutos cada uma, tendo sido gravadas em áudio. Os tutores entrevistados possuem formação em áreas de atuação distintas e possuem uma boa experiência com docência *online* conforme disposto na Tabela 3.

Tabela 3 – Perfil dos entrevistados na etapa de validação da solução

Entrevistado	Escolaridade	Área de formação	Tempo de experiência com tutoria	Participou da entrevista anterior?
#1	Doutorado	Educação Ambiental	4 a 5 anos	Sim
#2	Mestrado	Ciência da computação	2 a 3 anos	Não
#3	Mestrado	Ciência da computação	1,5 anos	Não
#4	Doutorado	Engenharia mecânica	6 anos	Não

Elaborado pelo autor

Para a análise da primeira etapa da entrevista foram somadas as pontuações distribuídas entre os tópicos expostos e ordenados em ordem decrescente, sendo o primeiro item da lista aquele que apresenta maior pontuação, que representa maior afinidade dos entrevistados com o tópico (Tabela 4).

Para cada alternativa apresentada haviam 5 opções, e cada opção correspondia a uma pontuação, detalhada na legenda apresentada. Desta forma, pontuações mais baixas (1,2) significam que o tutor discorda daquele tópico, enquanto que pontuações mais altas (4,5) significam que ele concorda com o mesmo. Desta forma a pontuação final foi obtida pela soma total das respostas dos tutores para cada alternativa.

Tabela 4 – Resultado da etapa I da entrevista de validação da solução

Item	Pontuação
E) Existem tarefas que consomem muito tempo e são repetitivas, como resposta de perguntas repetidas e acompanhamento individual	20
H) A evasão, apesar de variar de acordo com diversos fatores, é um fato comum nos ambientes em que já trabalharam	20
I) Todos os envolvidos acreditam que a atuação do tutor pode influenciar positivamente no aprendizado ou na diminuição da evasão	20
J) Todos os entrevistados reagiram positivamente sobre a criação de ferramentas que possam ajudar tutores a acompanhar seus alunos em ambientes de aprendizagem online	20

Item	Pontuação
D) A maior parte do seu tempo gasto online corresponde a resposta de perguntas individuais ou em fóruns	19
B) A experiência com plataformas de ensino é resumida, a maioria só teve contato com o Moodle pela UAB	18
A) A maioria dos entrevistados trabalham com a UAB, que segue um formato padrão e dá pouca flexibilidade aos tutores	16
C) Apesar do ambiente atualmente utilizado satisfazer as principais necessidades, os tutores se mostraram entusiasmados quando apresentados a recursos de inteligência artificial	13
F) Os tutores reconhecem que não possuem grandes conhecimentos sobre seus alunos nos âmbitos pessoal e educacional, e que isso pode interferir negativamente no acompanhamento	13
G) O pouco que os tutores sabem sobre seus alunos se resume às atividades realizadas, que muitas vezes são copiadas, e por troca de mensagens, que nem sempre acontece	13

Elaborado pelo autor

A partir desta análise, pode ser observado que os tutores concordaram sobre a perda de tempo com atividades repetitivas, como responder as mesmas dúvidas individualmente, a dificuldade de acompanhar seus alunos, especialmente em turmas com uma quantidade maior de estudantes e a ciência da existência do fenômeno da evasão dentro dos AVAs, associado ao fato de que pode haver uma diminuição por meio da execução das atividades de tutoria.

Apesar de todos os pontos terem sido bem pontuados pelos tutores, os pontos C, F e G apresentaram a menor média (3,25 pontos/tutor), podendo considerar esse resultado como positivo, pois se encontra acima de 3, que é o ponto médio da escala utilizada nessa avaliação. Isso pode ser devido a esses entrevistados não terem sido previamente expostos aos recursos de IA, descrito no item C e uma boa relação interpessoal destes com seus alunos, apontados nos itens F e G.

Durante a segunda etapa da entrevista houve uma introdução sobre cada funcionalidade, o problema que a mesma visava resolver e a exposição do que foi desenvolvido. As cinco funcionalidades avaliadas foram: Postagem no fórum, acompanhamento de notas, uso do sistema, agrupamento e classificação de alunos e modelo de classificação.

Para a funcionalidade de postagem no fórum de forma anônima, permitindo apenas ao tutor identificar o autor da postagem e observar seu histórico de interação no fórum os tutores reagiram de maneira muito positiva. O entrevistado 1 afirmou "... Gostei bastante, apesar de ser uma ideia relativamente simples não é o que encontramos no Moodle, isso permite os alunos se sintam mais à vontade para fazer seus questionamentos...". O entrevistado 2 complementa, "... É muito importante que a gente saiba

a identidade do autor da postagem para poder identificar de onde parte a dúvida e também protege a turma de certas postagens inadequadas...”. Os tutores afirmaram que a mesma pode interferir de maneira positiva na atividade de tutoria, segundo o entrevistado 1 “... Isso interfere de forma positiva, pois movimentando mais o fórum o conhecimento é distribuído e os alunos ficam mais nivelados...”.

A interface apresentada foi classificada por todos como excelente e não houve críticas ou sugestões sobre a mesma.

Com relação a funcionalidade de exibição das notas por meio de gráficos, os tutores também gostaram bastante da interface, que foi classificada como excelente e boa. Para o entrevistado 1 houve dificuldades de entendimento sobre o gráfico de caixa “... Não entendi muito bem aquele gráfico de baixo, por isso não posso dizer que é excelente...”.

Já com relação a funcionalidade, o entrevistado 3 disse “... Isso é realmente muito bom, nos ambientes que trabalhei as notas eram apresentadas em tabelas e não dava pra ter ideia de como estava a turma no geral...” complementado posteriormente “... Dá até para o tutor se auto avaliar, tipo quando muitos alunos tiram 8 porque erraram uma questão que valia 2, daí você pode pensar se a questão estava clara ou se o conteúdo não foi bem discutido...”. Para o entrevistado 4 a ferramenta ajudaria bastante o trabalho do tutor “... Ao você visualizar aqueles alunos com notas baixas e pode clicar no gráfico e já ver quem são esses alunos, ainda mais podendo interagir com eles por meio das opções que você mostrou ali, seria maravilhoso...”.

O entrevistado 1 também gostou muito da ferramenta e sugeriu o uso de outros tipos de gráficos de acordo o tamanho da turma “... O gráfico de pizza se adequa bem a uma turma pequena, porém em turmas maiores talvez fosse interessante avaliar outros tipos de gráficos...”

A terceira funcionalidade exposta, que trata da exibição dos dados de uso do ambiente pelos alunos teve sua interface classificada com excelente. O entrevistado 2 gostou bastante e reiterou “... Isso é muito bom, pois geralmente a gente não tem quase nenhum dado dos nossos alunos, dessa forma a gente pode saber como os alunos se comportam na ferramenta, se estão acompanhando a disciplina e até repensar se estamos realmente trazendo os alunos pra perto por meio do nosso trabalho ou não...”. O entrevistado 4 apresentou um ponto de vista interessante sobre o tema “... Acho que se o tutor tem um perfil analítico, ele vai amar essa ferramenta e ficar bastante motivado. Eu mesmo adoraria trabalhar numa ferramenta como essa...”.

Também foi complementado pelo entrevistado 1 com relação a atividade de tutoria que “... Dessa forma eu sei quem está acessando ou não o ambiente, realizando as atividades e interagindo com os outros alunos. Podendo até mesmo mandar uma

mensagem pra todos os alunos que não entraram durante a semana no AVA. Achei fantástico. . .”.

A partir da quarta funcionalidade, acreditava-se que os tutores apresentariam maior dificuldade com relação ao entendimento, pois envolvia conceitos de inteligência artificial e recursos pouco conhecidos nos AVAs mais populares, porém os tutores conseguiram compreender bem depois de instruídos.

A interface foi classificada como excelente por um tutor e boa pelo restante. O tutor 4 disse “. . . Ao você explicar direitinho eu consegui entender, porém a primeira vista fiquei confuso pois é algo novo pra mim. . .”.

Com relação a funcionalidade, os tutores se mostraram bastante surpresos e entusiasmados. Para o entrevistado 2, a ideia é bastante interessante “. . . Após o tutor entender como funciona essa funcionalidade eu acho que tem um potencial muito grande. Dá pra você juntar os alunos de acordo com as características deles e intervir sobre aquele grupo específico. . .”. O entrevistado 3 complementou, enfatizando a diminuição da evasão “. . . É bom que você pode juntar os alunos que estão com poucos acessos e gravar eles com essa chance de evasão, podendo dar maior atenção a esses alunos pra evitar que eles abandonem o curso. . .”. Já o entrevistado 1 se mostrou interessado pela classificação de comportamento atípico “. . . Dá pra você acompanhar melhor aqueles alunos que estão se esforçando e com dificuldade nas atividades e também ficar de olho naqueles que podem estar copiando. . .”.

É importante ressaltar que todos os entrevistados afirmaram que nunca tinham visto uma funcionalidade desse tipo em um AVA e que seria um grande facilitador no acompanhamento dos alunos.

O entrevistado 1 sugeriu uma melhor explicação da página de agrupamento dos alunos “. . . Para mim não ficou tão claro o que representa cada grupo, os alunos se repetem em cada um desses? Acho que poderia ter um texto explicando melhor o que são os grupos e como funciona esse algoritmo por trás. . .”.

Por fim, houve a avaliação da funcionalidade de modelo de classificação que foi apontada como excelente por todos os tutores no quesito usabilidade. Os entrevistados concordaram que era necessário esse tipo de funcionalidade pois realmente haveriam muitos casos de mudança de comportamento e classificações desatualizadas. Segundo o entrevistado 2 “. . . Realmente, foi bem pensado, um aluno pode mudar de comportamento durante a semana e deixar de ser considerado como passível de evasão, dessa forma dá pra saber quantos alunos mudaram de comportamento ou até se foi classificado errado pela gente. . .”. Já o entrevistado 3 ressalta “. . . O interessante é que essa funcionalidade pode até prever pra gente quando um aluno apresenta um padrão de evasão ou atenção antes mesmo do tutor fazer o agrupamento. . .”.

Apenas o entrevistado 4 deu uma sugestão “. . . Acho que a poderia resolver o problema do modelo desatualizado nessa tela mesmo, quando você clica e vai pra outra você acaba perdendo os alunos que estavam sendo mostrados.”

A impressão geral das entrevistas é que a plataforma foi bem aceita por todos tanto com relação à interface quanto as funcionalidades propostas. As funcionalidades que não envolviam IA pareceram ser mais bem aceitas, porém também houve um grande entusiasmo com os recursos que vão além da reorganização e apresentação dos dados, que se assemelha das primeiras a serem expostas.

Existem melhorias a realizar no ambiente tanto no âmbito de experiência do usuário como em maturidade do uso dos algoritmos mais adequados alinhados às melhores práticas pedagógicas.

6 Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo compreender melhor de que forma é realizada a tutoria em ambientes virtuais de aprendizagem e a partir das dificuldades encontradas buscar soluções técnicas que possam facilitar o processo de ensino-aprendizado *online*. Além do levantamento de referencial teórico sobre temas correlatos, como EaD, plataformas de ensino e técnicas de inteligência artificial e mineração de dados aplicadas em AVAs também foram realizadas coletas de dados com o público alvo.

Após a realização de uma pesquisa de campo qualitativa, onde foram feitas entrevistas presenciais com tutores, foi possível produzir uma lista de considerações sobre o atual panorama da tutoria na EaD. Com base nas respostas obtidas, podemos perceber que ainda existem falhas estruturais tanto no modelo seguido pelas universidades brasileiras participantes da UAB como no ambiente virtual de ensino adotado por essas instituições.

As formas atuais de acompanhamento dos alunos nesse contexto se mostraram ineficientes ou ausentes, especialmente na principal ferramenta *open source* utilizada nas IES do país, evidenciando a necessidade de mudanças para melhoria da prática de ensino a distância.

O protótipo criado serviu para ilustrar algumas das possibilidades da aplicação de IA dentro de AVAs com foco no acompanhamento e aproximação de tutores e alunos, se tratando de um ambiente não funcional que ainda precisa evoluir consideravelmente.

Outra observação importante foi a relevância encontrada no processo de entrevistas e comunicação com os usuários finais de *software*. A partir desse contato é perceptível que a construção dessas ferramentas precisa considerar a usabilidade como atributo principal das interfaces e funcionalidades a serem desenvolvidas.

A partir de algumas modificações realizadas na apresentação dos dados e fluxo de interfaces, percebidas como necessárias por meio da etapa investigativa, foi possível observar um impacto positivo relevante na validação com os tutores, apresentando potencial de facilitar o modo de operação de diversas pessoas em suas atividades cotidianas.

Partindo da pesquisa de campo, foram selecionados algoritmos de classificação e agrupamento de dados que mais se adequaram ao problema da pesquisa que foram inseridos dentro do protótipo de AVA desenvolvido.

Também foi observado que existe um grande potencial de crescimento e inovação na associação de algoritmos de IA em ambientes educacionais e colaborativos, havendo ainda diversas necessidades educacionais e pedagógicas que podem ser atendidas por meio dessa área.

Depois do desenvolvimento do protótipo, que se baseou em toda a informação coletada anteriormente, foi realizada uma validação do que se desenvolveu com mais alguns tutores, que por meio de entrevistas individuais deram suas impressões gerais sobre as funcionalidades e interfaces desenvolvidas.

O resultado final deste trabalho foi bastante positivo, devido a grande aceitação e receptividade dos tutores pelos recursos apresentados, acredita-se que o desenvolvimento deste tipo de ambiente auxiliado por técnicas de IA e uma nova abordagem visando facilitar a tutoria tem grandes chances de facilitar o acompanhamento dos alunos e auxiliar no aprendizado dos conteúdos como consequência.

6.1 Limitações e trabalhos futuros

Os resultados obtidos neste trabalho se encontram limitados por alguns fatores, que foram necessários para se chegar aos resultados iniciais dessa pesquisa, mas que precisam ser abordados para que esse estudo siga adiante.

Inicialmente, esta pesquisa se limitou a uma amostragem relativamente pequena de tutores de EaD, tendo entrevistado 9 tutores, o que satisfaz os objetivos iniciais deste trabalho, porém entende-se que para um maior entendimento do panorama geral da tutoria em nosso país seria necessária uma amostragem maior e mais diversificada.

Apesar da boa quantidade de informações colhidas na etapa de validação da solução, acredita-se que o número de entrevistados poderia ter sido mais abrangente, porém a dificuldade de encontrar voluntários durante o período de recesso acadêmico, e o curto prazo para execução desta pesquisa foram fatores limitantes desse processo.

Outro fator limitante dessa pesquisa foi a ausência de uma base de dados real de um AVA em funcionamento. A falta de acesso a esse tipo de informação e a divergência entre o que é atualmente usado e o que se pretendia fazer também impossibilitou o uso de uma base verdadeira, levando ao uso de uma base fictícia que pode não representar de fato o comportamento dos estudantes.

Os algoritmos utilizados nesta pesquisa foram escolhidos a partir dos resultados obtidos na experimentação da base de dados com o WEKA, o que não significa que os mesmos representam as formas mais adequadas de classificação e agrupamento de dados em outros contextos.

Durante este trabalho, foi considerada a criação de um *plugin* para a plataforma

Moodle com as funcionalidades propostas. Porém devido a necessidade de aprendizado de uma nova linguagem de programação e necessidade de desenvolvimento completo da ferramenta num intervalo de tempo limitado, optou-se pelo desenvolvimento de um protótipo de maneira independente, pois haveria maior flexibilidade e menor escopo, mesmo que a monetização e utilização da ferramenta fossem inicialmente inviáveis.

Além disso, não é possível generalizar que o protótipo criado é adequado para qualquer ambiente de ensino *online*, pois algumas variáveis como características pessoais dos tutores, alunos e dos cursos e instituições de ensino em que estão inseridos não foram levados em conta.

Sendo assim, como indicadores para possíveis trabalhos futuros, podemos destacar:

- Necessidade de expansão da pesquisa de campo, visando abordar mais tutores de diferentes áreas e com experiência em outras plataformas de ensino *online* a fim de compreender melhor o cenário da tutoria em AVAs de maneira mais abrangente.
- Validação da solução proposta com um número maior de tutores.
- Utilização de uma base de dados mais robusta e representativa, onde se possua um volume de dados significativo e que represente o comportamento real de alunos de EaD, permitindo alcançar resultados mais próximos de um cenário real.
- Maiores estudos na escolha e validação dos algoritmos de classificação e agrupamento de dados a serem utilizados em AVAs.
- Desenvolvimento de um AVA funcional a partir do protótipo sugerido.
- Aplicação da plataforma desenvolvida num cenário real, envolvendo alunos, professores e tutores na avaliação prática do ambiente e suas funcionalidades.

6.2 Dificuldades encontradas

Dentre as etapas metodológicas desta pesquisa, houve imprevistos que acabaram alterando e adiando o cronograma inicial. Entre os problemas, podemos citar a dificuldade para concretização das entrevistas com tutores de EaD, que se estendeu por mais um mês além do previsto devido a acontecimentos de última hora, detalhes burocráticos e falta de tempo livre em comum entre os entrevistados e o entrevistador.

Também ocorreu uma mudança do público alvo desta pesquisa, que inicialmente sugeria uma proposta de STI voltado para alunos, porém ao longo da pesquisa bibliográfica percebeu-se que havia mais espaço para descoberta se o trabalho fosse voltado para os tutores.

Além disso, o período de instabilidade política vivida especialmente dentro dos ambientes acadêmicos no último semestre, que culminou em greves e ocupações dificultou a realização de encontros presenciais com os orientadores desta pesquisa, que foram prejudicados pela falta de local apropriado para os encontros presenciais e perda de tempo em idas sem sucesso à universidade.

Referências

- AL-RADAIDEH, Q. A.; AL-SHAWAKFA, E. M.; MUSTAFA, A. I. Mining student data using decision trees. *International Arab Conference on Information Technology (ACIT'2006)*, Yarmouk University, Jordan, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 10, p. 83 – 92, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 18.
- AMARAL, Y. et al. Analysis of the linearity relation between the tutors actions and the learners interactions in Distance Education courses. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, v. 26, n. 1, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- BAPTISTA, A. A.; PIMENTA, P. Das plataformas de e-learning aos objetos de aprendizagem. In: DIAS, A. A. S. (Ed.). *E-learning para e-formadores*. [S.l.]: Guimarães: Tecminho, 2004. p. 99 – 112. Citado 3 vezes nas páginas 16, 17 e 27.
- BARROS, B.; VERDEJO, M. F. Analysing student interaction processes in order to improve collaboration: the degree approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 11, p. 221 – 241, 2000. Citado na página 33.
- BENTES, R. de F. A avaliação do tutor. *Pearson Education do Brasil*, São Paulo, p. 166 – 170, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- BITTENCOURT, I. I.; COSTA, E. *Modelos e ferramentas para a construção de sistemas educacionais adaptativos e semânticos*. 2009. Tese (Doutorado) — DEE-UFCG, Campina Grande. Citado na página 31.
- BRAMÉ, M. L.; SPIRANDELLI, C. O crescimento da Educação à Distância: uma discussão sobre seu caráter ideológico. *Anais: VIII–Seminário de Pesquisa em Ciências Humanas*, Londrina, 2010. Citado na página 18.
- BRASIL. *Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação*. [S.l.], 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Citado na página 17.
- BRASIL. *Decreto n.º 2.494, de 10 de fevereiro de 1998*. [S.l.], 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/D2494.pdf>>. Citado na página 17.
- BRASIL. *Decreto n.º 5.622, de 19 de dezembro de 2005*. [S.l.], 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5622.htm>. Citado na página 17.
- BREIMAN, L. Bagging predictors. *Machine Learning*, v. 24, n. 2, p. 123 – 140, 1996. Citado na página 35.
- BREIMAN, L. Random forests. *Machine Learning*, v. 45, n. 1, p. 5 – 32, 2001. Citado na página 36.

CABEDA, M. O chat-fórum: uma idéia de uso híbrido, síncrono e assíncrono, através de uma única ferramenta normalmente assíncrona, o fórum virtual. *Proc. Congresso Internacional de Educação à Distância, 2005. Educação à Distância e a Integração das Américas*, 2005. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/121tcc3.pdf>>. Citado na página 32.

CASELLA, G.; BERGER, R. L. *Inferência estatística - tradução da 2a edição norte americana*. CA: Duxbury: Centage Learning, 2010. Citado na página 35.

CASTRO, F. et al. Applying Data Mining Techniques to e-Learning Problems. *Evolution of teaching and learning paradigms in intelligent environment*, Springer Berlin Heidelberg, p. 183 – 221, 2007. Citado na página 34.

CHA, H. J. et al. Learning Styles Diagnosis Based on User Interface Behaviors for the Customization of Learning Interfaces in an Intelligent Tutoring System. *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Springer Berlin Heidelberg, v. 4053, p. 513 – 524, 2006. Citado na página 28.

CRISTÓBAL, R. et al. Data mining algorithms to classify students. *Educational Data Mining 2008*, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. *Ergonomia e usabilidade : Conhecimentos, métodos e aplicações*. 3. ed. [S.l.]: Novatec, 2015. Citado na página 37.

DELAVARI, N.; BEIKZADEH, M. R.; AMNUAISUK, S. Application of Enhanced Analysis Model for Data Mining Processes in Higher Educational System. *6th Annual International Conference: ITEHT*, Dominican Republic, July 7-9 2005. Citado na página 32.

DELAVARI, N.; BEIKZADEH, M. R. A. New Model for Using Data Mining in Higher Educational System. *5th International Conference on Information Technology based Higher Education and Training: ITEHT 04*, Istanbul, Turkey, 31st May-2nd Jun 2004. Citado na página 32.

DELGADO, M. F. et al. Do we need hundreds of classifiers to solve real world classification problems? *Journal of Machine Learning Research*, v. 15, n. 1, p. 3133 – 3181, 2014. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2697065>>. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 41.

DEMPSTER, A. P.; DONALD, R. B.; NAN, L. M. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the royal statistical society. Series B (methodological)*, p. 1 – 38, 1977. Citado na página 35.

DOUGIAMAS, M. Moodle: open-source software for producing internet-based courses. EUA, 2001. Citado na página 27.

FARIA, V. B. *Estimação de Maxima Verossimilhança via Algoritmo EM*. 2011. 48 p. Monografia (Curso de Estatística) — Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. Citado na página 35.

FAYYAD, U. M.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. *Commun. ACM*, v. 39, n. 11, p. 27 – 34, 1996. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/240455.240464>>. Citado na página 32.

FERRARI, F. B.; BETTIO, R. W. de. Construção de um Ambiente de Aprendizagem Colaborativa. *VIII Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância*, 2011. Citado na página 24.

FILATRO, A. Design instrucional contextualizado. *educação e tecnologia*, São Paulo, 2004. Citado na página 12.

FRIEDMAN, N. et al. Using Bayesian Networks to Analyze Expression Data. *Journal of Computational Biology*, v. 7, n. 3-4, p. 601 – 620, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1089/106652700750050961>>. Citado na página 28.

GAVIDIA, Z. J. J.; ANDRADE, L. C. V. *Sistemas Tutores Inteligentes*. 2013. Monografia (Programa de Pós-Graduação da COPPE) — UFRJ. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 28.

GAVIDIA, Z. J. J.; ANDRADE, L. C. V. *Sistemas Tutores Inteligentes*. 2013. Monografia (Programa de Pós-Graduação da COPPE) — UFRJ. Citado 3 vezes nas páginas 25, 26 e 28.

GIRAFFA, L.; RAABE, A. Uma Arquitetura de Tutor para Promover Experiências de Aprendizagem Mediadas. In: *XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Brasília, v. 1, p. 589 – 598, 2006. Citado na página 31.

GIRAFFA, L.; VICCARI, R. *The Use of Agents Techniques on Intelligent Tutoring Systems*. 1997. Monografia (Instituto de Informática) — PUC/RS. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 31.

GONZALEZ, M. *Fundamentos da Tutoria em Educação a Distância*. 2. ed. [S.l.]: Editora Avercamp, 2005. Citado na página 21.

GOTTARDO, E.; KAESTNER, C.; NORONHA, R. V. Avaliação de Desempenho de Estudantes em Cursos de Educação a Distância Utilizando Mineração de Dados. *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*, p. 30 – 39, 2012. Citado na página 38.

GRÜTZMANN, T. P. Os Saberes Docentes na Tutoria em Educação a Distância. Pelotas, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 16, 18, 19 e 20.

HALL, M. et al. *The WEKA Data Mining Software: An Update*. 1. ed. [S.l.], 2009. Citado na página 41.

HAN, J.; KAMBER, M. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 34.

HERRINGTON, J.; OLIVER, R. An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational technology research and development* 48.3, p. 23 – 48, 2000. Citado na página 27.

HIGLEY, M. *e-Learning: Challenges and Solutions, in E-learning industry*. 2014. Disponível em: <<http://elearningindustry.com/e-learning-challenges-and-solutions>>. Acesso em: 13/09/2016. Citado na página 23.

ISBUDEEN, M. N.; SULTAN, S. A.; MOHAMED, S. I. Intelligent Tutoring Systems - An Advanced Understanding of the Programming Concepts. *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.

JIANG, C.; PAN, X.; GU, M. The use of mixture models to detect effects of major genes on quantitative characteristics in a plant-breeding experiment,. *Genetics*, v. 136, n. 1, p. 383 – 394, 1994. Citado na página 35.

KAUTZMANN, T. R.; JAQUES, P. Um modelo de treinamento adaptativo da habilidade metacognitiva de monitoramento do conhecimento. In: SBIE. Brasil, 2015. (Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação). Citado na página 21.

KIILI, K. *On educational game design: building blocks of flow experience*. 2005. Tese (Computer Science) — Tampere University, Finlândia. Citado na página 31.

KONRATH, M. L. P.; TAROUCO, L. M. R.; BEHAR, P. A. Competências: desafios para alunos, tutores e professores da EaD. Porto Alegre, 2009. Citado na página 24.

KOTSIANTIS, S. B.; PINTELAS, P. E. Predicting Students Marks in Hellenic Open University. *Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE*, p. 664 – 668, 2005. Citado na página 33.

LEARN-SOURCE. *History of e-learning*. 2001. Disponível em: <<http://www.learn-source.com/history-of-elearning.html>>. Acesso em: 05/09/2016. Citado na página 26.

LIAW, A.; WIENER, M. Classification and regression by randomForest. *R news*, v. 2, n. 3, p. 18 – 22, 2002. Citado na página 36.

LIMA, M. A. de A.; SÁ, E. M. O.; PINTO, A. de C. Perfil e dificuldades do aluno da EaD: o caso do curso de bacharelado de Administração Pública. *XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância - ESUD*, Florianópolis, p. 732 – 747, 2014. Citado na página 24.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. p. 99 –, 1986. Citado na página 37.

MACHADO, L. D.; MACHADO, E. de C. O papel da tutoria em ambientes de EAD. In: *Anais do XI Congresso Internacional de Educação a Distância*. [S.l.: s.n.], 2004. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 19.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 527 – 538, 2009. Citado na página 24.

MASSETO, M. T. Mediação pedagógica e tecnologias de informação e comunicação. Campinas, p. 141 – 171, 2013. Citado na página 21.

MATTAR, J. Game em educação: Como os nativos digitais aprendem. *Pearson Prentice Hall*, São Paulo, 2010. Citado na página 31.

MILL, D.; OLIVEIRA, M. R. G. de; RIBEIRO, L. R. de C. Múltiplos enfoques sobre a polidocência na Educação a Distância virtual. *EdUFSCar*, São Paulo, p. 13 – 22, 2010. Citado na página 20.

- MOON, T. K. The expectation-maximization algorithm. *IEEE Signal processing magazine*, v. 13, n. 6, p. 47 – 60, 1996. Citado na página 35.
- MOORE, M.; KEARSLEY, G. Distance Education: a systems view. Belmont-CA/USA, 2005. Citado na página 22.
- MORGADO, L. Os novos desafios do tutor a distância: os novos desafios do tutor a distância: o regresso ao paradigma da sala de aula. Portugal, 2003. Citado na página 23.
- N.M.ISBUDEEN; SULTAN, A.; MOHAMED, S. Intelligent Tutoring Systems - An Advanced Understanding of the Programming Concepts. *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 2013. Citado na página 13.
- OLIVEIRA, P. P. de. *Um modelo de integração dos princípios de Sistemas Tutores Inteligentes e e-Learning a jogos do tipo MMORPG*. 2012. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação, Brasília. Citado na página 31.
- PARK, B.; KARGUPTA, H. Distributed Data Mining: Algorithms, Systems, and Applications. 2002. Citado na página 35.
- PETROVICA, S. *Adaptation of Tutoring to Students' Emotions in Emotionally Intelligent Tutoring Systems*. 2013. Monografia (Faculty of Computer Science and Information Technology) — University of Latvia, Latvia. Citado na página 30.
- PRETI, O. *Apoio à aprendizagem: o orientador acadêmico*. Cuiabá: [s.n.], 2002. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2495.pdf>>. Acesso em: 08/08/2016. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 26.
- PRETTO, N.; PINTO, C. da C. Tecnologias e novas educações. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 31, p. 19 – 30, Abril 2006. Citado na página 12.
- RITTER, S. et al. Cognitive Tutor: Applied Research in Mathematics Education. *Psychonomic Bull. Rev.*, v. 14, p. 249 – 255, 2007. Citado na página 30.
- RUMBLE, G. A Gestão dos Sistemas de Ensino a Distância. Brasília, 2003. Citado na página 31.
- SALMON, G. E-Moderating. The key to Teaching and Learning Online. London, 2000. Citado na página 22.
- SANTOS, F. C. dos. UAB como política pública de democratização do ensino superior via EaD. Bahia, 2011. Citado na página 29.
- SANTOS, G.; JORGE, J. Atomic and Molecular Intelligent Tutoring Systems - A New Architecture for Interoperable Tutors as Open Educational Resources. *Proc. IEEE Int'l Conf. Advanced Learning Technologies*, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 13, 29 e 30.
- SHAPIRE, R. et al. Boosting the margin: A new explanation for the effectiveness of voting methods. *Annals of Statistics*, v. 26, n. 5, p. 1651 – 1686, 1998. Citado na página 35.

SILVA, C. G.; FIGUEIREDO, V. F. Ambiente virtual de aprendizagem: comunicação, interação e afetividade na EAD. *Revista Aprendizagem em EAD*, Brasília:, 2012. Citado na página 21.

SOARES, L. alves. *O tutor presencial na educação a distância: interação entre papel, atribuição, mediação e prática pedagógica na formação continuada de professores*. 2012. 2012. 100 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação) — Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Citado na página 16.

SONDERMANN, D. V. C. et al. O design educacional inclusivo frente a heterogeneidade no perfil dos alunos professores em formação para educação a distância. *XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância - ESUD*, Florianópolis, v. 11, 2014. Citado na página 24.

TALAVERA, L.; GAUDIOSO, E. "Mining student data to characterize similar behavior groups in unstructured collaboration spaces. *Workshop on artificial intelligence in CSCL. 16th European conference on artificial intelligence*, 2004. Citado na página 34.

TEIXEIRA, M. M.; YULIANNE, M. de S. B.; MARCELO, B. C. L. A educação programada em plataformas de aprendizagem: contextualização sociohistórica e a prática didático pedagógica. *Temática*, v. 10, n. 8, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

VANLEHN, K. The Behavior of Tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 16, p. 227 – 265, 2006. Citado na página 30.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional 7.1*, v. 7, n. 1, p. 11 – 19, 2003. Citado na página 12.

VICCARI, R. M.; GIRAFFA, L. M. M. Sistemas Tutores Inteligentes: Abordagem Tradicional vrs. Abordagem de Agentes. In: *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial*. [S.l.: s.n.], 1996. Citado na página 28.

WITTEN, I. H.; FRANK, E. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2005. Citado na página 32.

Apêndices

Apêndice 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa de graduação de Daniel Cirne Vilas-Boas dos Santos, da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, intitulada Acompanhamento de alunos em ambientes virtuais de aprendizagem: uma proposta baseada em sistemas tutores inteligentes, que está sendo realizada sob orientação da professora Taciana Pontual da Rocha Falcão e do professor George Gomes Cabral. O foco desse trabalho é entender as atuais necessidades dos tutores em acompanhar seus alunos nesses ambientes, para servir de subsídio a criação de um sistema visando diminuir taxas de evasão e estimular o aprendizado.

Neste estudo, os participantes serão submetidos a uma entrevista que tem o objetivo de prover ao pesquisador um entendimento dos problemas enfrentados por tutores de EAD nos ambientes virtuais de aprendizagem. A entrevista durará, em média, 30 minutos e será gravada para posterior documentação.

Quanto aos riscos, você poderá se sentir constrangido durante a entrevista ao se deparar com termos utilizados nas atividades com os quais você tem pouca ou nenhuma familiaridade. No entanto, se isso ocorrer, você pode solicitar que o pesquisador esclareça o significado do termo.

Também, o uso de equipamento para gravação da entrevista poderá causar algum desconforto, porém ele é importante para a coleta de dados da pesquisa e o sigilo das informações prestadas é assegurado a você.

Não há valor econômico ou material a receber ou a pagar com sua participação. As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Sua participação é de extrema importância e você tem a liberdade de retirar sua anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Declaro estar ciente sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação e manifesto meu livre consentimento em participar do estudo.

_____, ____ de _____ de 2017.

Apêndice 2

Roteiro de entrevista com tutores

- 1) Qual seu nível de escolaridade?
 - a) Nível médio b) Nível superior incompleto c) Nível superior completo d) Mestrado e) Doutorado
- 2) Qual seu curso/área de formação?
- 3) Qual seu tempo total de experiência com a docência online? E presencial?
- 4) Quanto tempo por semana você dedica a tarefas de tutoria?
 - a) 0 - 5 horas b) 5-10 horas c) 10-15 horas d) 15-20 horas e) 20 horas ou mais
- 5) Em que ambientes de educação a distância você já trabalhou? Quais eram as plataformas utilizadas?
- 6) Como você qualificaria o ambiente virtual de aprendizado em que trabalha atualmente/ trabalhou? por que?
 - a) Ótimo b) Bom c) Regular d) Ruim e) Péssimo
- 7) Em sua opinião, qual o papel do tutor em um ambiente de aprendizado a distância?
- 8) Que atividades são realizadas em seu trabalho de tutoria diariamente? Qual a mais frequente? Qual consome mais tempo?
- 9) Que pontos você acredita que poderiam melhorar para que seu trabalho fosse mais eficaz?
- 10) Como é feito o acompanhamento do progresso dos alunos dentro da plataforma?
- 11) Você acha que a atuação do tutor tem influência na evasão e aprendizado dos alunos?
- 12) Quais as maiores dificuldades enfrentadas por tutores em ambientes de EAD?
- 13) Existem pontos que você acredita que precisam melhorar para facilitar o trabalho do tutor dentro da ferramenta?
- 14) Quais os principais problemas enfrentados pelos alunos em ambientes de EAD em que já trabalhou?

15) Como você classificaria o seu nível de conhecimento pessoal sobre os alunos que é responsável?

a) Ótimo b) Bom c) Regular d) Ruim e) Péssimo

16) Como você classificaria o seu nível de conhecimento sobre os alunos do ponto de vista técnico?

a) Ótimo b) Bom c) Regular d) Ruim e) Péssimo

17) A evasão de alunos é um fato comum nos cursos em que já trabalhou? Se sim, quais os fatores que colaboram para tal?

18) Se a resposta anterior for sim: Você acredita que os tutores poderiam interferir para diminuir as taxas de evasão? De que forma?

19) Você acredita que as ferramentas atualmente disponíveis são capazes de permitir que você acompanhe bem seus alunos?

20) Qual sua opinião sobre a criação de ferramentas que deem mais flexibilidade ao tutor para acompanhar e guiar seus alunos em ambientes de EaD?

Apêndice 3

Roteiro de entrevista com tutores para validação da solução proposta

ETAPA I – Avaliação do contexto da pesquisa

Utilizando a escala abaixo, classifique os itens de A – J de acordo com sua experiência pessoal com tutoria online e os pontos levantados.

1- Discordo totalmente, 2- Discordo parcialmente, 3- Não concordo nem discordo, 4- Concordo parcialmente, 5- Concordo totalmente

A- A maioria dos entrevistados trabalham com a UAB, que segue um formato padrão e dá pouca flexibilidade aos tutores.

B- A experiência com plataformas de ensino é resumida, a maioria só teve contato com o Moodle pela UAB.

C- Apesar do ambiente atualmente utilizado satisfazer as principais necessidades, os tutores se mostraram entusiasmados quando apresentados a recursos de inteligência artificial.

D- A maior parte do seu tempo gasto online corresponde a resposta de perguntas individuais ou em fóruns.

E- Existem tarefas que consomem muito tempo e são repetitivas, como resposta de perguntas repetidas e acompanhamento individual.

F- Os tutores reconhecem que não possuem grandes conhecimentos sobre seus alunos nos âmbitos pessoal e educacional, e que isso pode interferir negativamente no acompanhamento.

G- O pouco que os tutores sabem sobre seus alunos se resume às atividades realizadas, que muitas vezes são copiadas, e por troca de mensagens, que nem sempre acontece.

H- A evasão, apesar de variar de acordo com diversos fatores, é um fato comum nos ambientes em que já trabalharam.

I- Todos os envolvidos acreditam que a atuação do tutor pode influenciar positivamente no aprendizado ou na diminuição da evasão.

J- Todos os entrevistados reagiram positivamente sobre a criação de ferramentas que possam ajudar tutores a acompanhar seus alunos em ambientes de aprendizagem online.

Esses tópicos são os principais pontos levantados por meio da pesquisa de campo. O protótipo foi desenvolvido baseado nos mesmos para tentar atender ao que foi constatado.

ETAPA II – Avaliação do protótipo

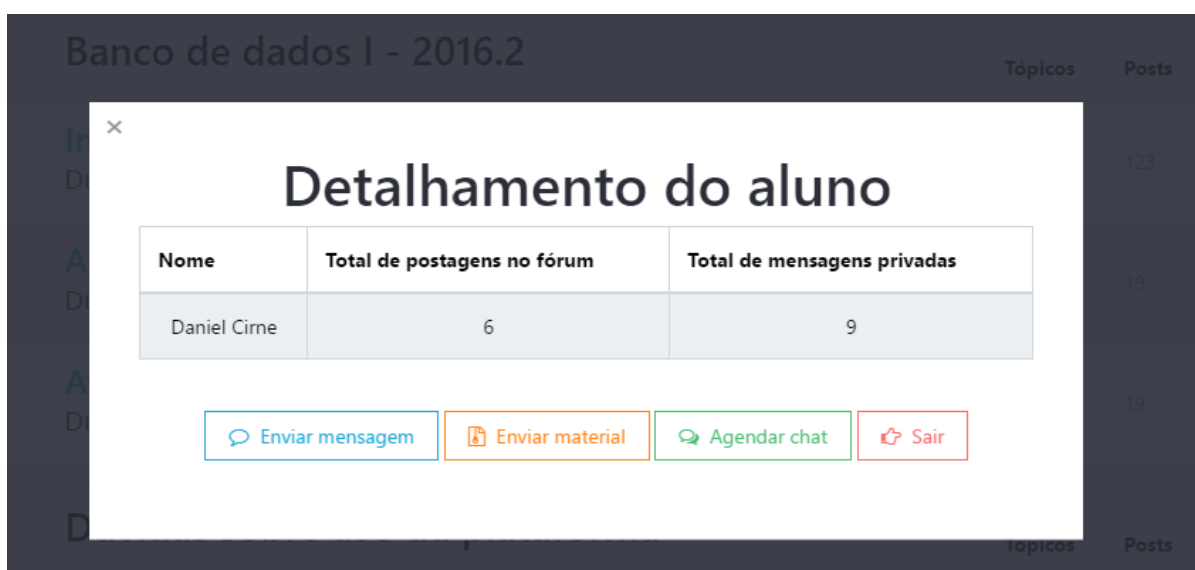
1) Para diminuir o número de respostas a perguntas repetidas, foi criado um mecanismo de postagem anônima. Sendo assim, os alunos que eventualmente se sintam constrangidos com seus questionamentos, tem a possibilidade de postar sem revelar sua identidade para a turma, permitindo que apenas o tutor saiba da mesma.



Fórum
Fórum de dúvidas e discussão sobre assuntos relacionados ao assunto e uso da plataforma

Banco de dados I - 2016.2		Tópicos	Posts	Última postagem
	Inner join dando erro Dúvida sobre o conteúdo	32	123	por Anônimo ⌚ 2 semanas atrás
	Aula 02 não roda Dúvida sobre o conteúdo	6	19	por Joana Dark ⌚ 1 mês atrás
	Atividade 1 Dúvida sobre as atividades	6	19	por Anônimo ⌚ 1 mês atrás

Dúvidas sobre uso da plataforma		Tópicos	Posts	Última postagem
	Perguntas frequentes Perguntas e respostas comuns sobre a plataforma	8	121	por João Rafael ⌚ 3 horas atrás
	Avisos importantes Avisos importantes sobre o funcionamento da plataforma	67	1 288	por Anônimo ⌚ 14 minutos atrás



Banco de dados I - 2016.2

Detalhamento do aluno

Nome	Total de postagens no fórum	Total de mensagens privadas
Daniel Cirne	6	9

Com relação ao que foi apresentado:

O que você achou da funcionalidade com relação ao(s) problema(s) apontado(s)

?

Como você classificaria a interface acima sobre ser intuitiva e/ou de fácil entendimento? (fácil ou difícil)

a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim e) Muito Ruim

De que forma você acha que a funcionalidade proposta pode interferir na atividade de tutoria?

Críticas, comentários e/ou sugestões?

2) Para permitir que os tutores possuam uma visualização da turma como um todo e dos alunos no ponto de vista das notas das atividades, foram criados gráficos de diversos tipos que permitem que os mesmos possam acompanhar seus alunos e interagir com eles por meio de um clique.



<input type="checkbox"/>	Aluno	Média das atividades
<input type="checkbox"/>	André Raul Farias	6
<input type="checkbox"/>	Anna Manuela Santana	7.4
<input type="checkbox"/>	Bruno Rafael Tavares	6
<input type="checkbox"/>	Carlos Henrique	7
<input checked="" type="checkbox"/>	Camilla Souza	6

Enviar mensagem Enviar material Agendar chat

Atividade em grupo Sair

Com relação ao que foi apresentado:

O que você achou da funcionalidade com relação ao(s) problema(s) apontado(s)?

Como você classificaria a interface acima sobre ser intuitiva e/ou de fácil entendimento?

a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim e) Muito Ruim

De que forma você acha que a funcionalidade proposta pode interferir na atividade de tutoria?

Críticas, comentários e/ou sugestões?

3) Partindo do pressuposto que a informação que os tutores têm sobre seus alunos se resume as atividades realizadas e algumas vezes ao histórico de acesso ao sistema. Desta forma, foi construída uma página de uso do ambiente, que fornece aos tutores informações sobre acessos semanais, interações individuais (download de material, envio de mensagens e resposta de atividades), interações em grupo (atividade

em grupo, postagem em fórum), quantidade de aulas assistidas, e média de acerto em questões ou avaliações, sendo possível interagir com os alunos por meio de um clique.



Detalhamento de alunos

Acessos semanais : 7-8
Total de alunos:22

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Aulas Assistidas
<input type="checkbox"/>	André Raul Farias	8	3	1	6.0	01, 02
<input type="checkbox"/>	Anna Manuela Santana	7	3	1	6.0	01, 02
<input checked="" type="checkbox"/>	Bruno Rafael Tavares	7	3	1	6.0	01
<input type="checkbox"/>	Carlos Henrique	7	3	1	6.0	02
<input type="checkbox"/>	Camilla Souza	8	3	1	6.0	01, 02

Enviar mensagem

Enviar material

Agendar chat

Atividade em grupo

Sair

Com relação ao que foi apresentado:

O que você achou da funcionalidade com relação ao(s) problema(s) apontado(s)?

Como você classificaria a interface acima sobre ser intuitiva e/ou de fácil entendimento?

a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim e) Muito Ruim

De que forma você acha que a funcionalidade proposta pode interferir na atividade de tutoria?

Críticas, comentários e/ou sugestões?


4) Visando facilitar o acompanhamento dos alunos e permitir ao tutor conhecer, classificar e atuar diretamente sobre alguns alunos e/ou grupos de alunos, foram utilizados recursos de inteligência artificial (agrupamento e classificação) para facilitar esse processo e prover novas funcionalidades.

I – Agrupamento de alunos : É possível agrupar alunos selecionando os atributos desejados e classificá-los para fins de acompanhamento, identificação e atuação sobre os mesmos

Classificação e acompanhamento

Selecione os atributos

Acessos Semanais Interações individuais Interações em grupo Média das atividades

 Agrupar alunos

Classificação e acompanhamento

Selecione os atributos

Acessos Semanais Interações individuais Interações em grupo Média das atividades

 Agrupar alunos

 55 ALUNOS AGRUPADOS	 24 ALUNOS AGRUPADOS	 22 ALUNOS AGRUPADOS
--	--	--

×

Classificar alunos

<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Classificação atual
<input type="checkbox"/>	André Raul Farias	6	3	1	6.0	
<input type="checkbox"/>	Anna Manuela Santana	6	3	1	6.0	Evasão
<input checked="" type="checkbox"/>	Bruno Rafael Tavares	6	3	1	6.0	Comp. atípico
<input type="checkbox"/>	Carlos Henrique	6	3	1	6.0	
<input type="checkbox"/>	Camilla Souza	6	3	1	6.0	Evasão

! Evasão **🔒** Comportamento atípico **💬** Precisa de atenção

Salvar Cancelar

Classificação e acompanhamento

Classificação realizada

Aluno	Acessos semanais	Interações individuais	Interações em grupo	Média das atividades	Classificação atual
André Raul Farias	6	3	1	6.0	
Anna Manuela Santana	6	3	1	6.0	Evasão
Bruno Rafael Tavares	6	3	1	6.0	Comp. atípico
Carlos Henrique	6	3	1	6.0	
Camilla Souza	6	3	1	6.0	Evasão

Diferenças encontradas para a classificação anterior

Aluno	Classificação anterior	Manter classificação?
Anna Manuela Santana	Comp. atípico	<input checked="" type="checkbox"/> SIM
Bruno Rafael Tavares		<input checked="" type="checkbox"/> SIM
Camilla Souza		<input checked="" type="checkbox"/> SIM

Com relação ao que foi apresentado:

O que você achou da funcionalidade com relação ao(s) problema(s) apontado(s)?

Como você classificaria a interface acima sobre ser intuitiva e/ou de fácil entendimento?

a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim e) Muito Ruim

De que forma você acha que a funcionalidade proposta pode interferir na atividade de tutoria?

Críticas, comentários e/ou sugestões?

II – A partir da classificação dada aos alunos é possível filtrar e interagir com os mesmos de maneira prática. Também pode ser gerado o modelo de classificação por meio de um clique, esse modelo servirá para comparar a atual classificação dos alunos e a classificação prevista de acordo com a mudança do comportamento dos estudantes ao longo do tempo.

Acompanhamento avançado

Alunos da disciplina

Comp. atípico Evasão Atenção

Aluno	Último acesso	Média	Indicadores
André Raul Farias	05/12/2016 19:30	6.0	Evasão
Anna Manuela Santana	09/12/2016 07:30	4.2	Evasão
Bruno Rafael Tavares	11/12/2016 12:22	7.9	Comportamento atípico
Carlos Henrique	05/12/2016 22:41	0	Atenção
Camilla Souza	05/12/2016 08:00	5.6	
Dário Cunha	03/01/2017 08:11	9.6	Comportamento atípico

1 2 3 4

Gerar modelo de classificação *

(*) Esse modelo é usado para prever a evolução dos alunos na página de acompanhamento

Modelo de classificação

Última classificação realizada em: 10/10/2016

Total de classificações divergentes

9 ALUNOS

Percentual de erro da classificação atual

20%

Lista de Alunos

Aluno	Classificação atual	Classificação prevista pelo modelo
André Raul Farias	Atenção	Evasão
Anna Manuela Santana	Evasão	Atenção
Bruno Rafael Tavares		Evasão
Carlos Henrique	Atenção	Comportamento atípico
Camilla Souza	Evasão	
Dário Cunha	Comportamento atípico	Atenção
Fernanda Maria das Dores	Atenção	Comportamento atípico
Priscilla Sampaio	Atenção	Evasão
Wilton Mendes Souza	Comportamento atípico	

Ir para agrupamento e classificação

Com relação ao que foi apresentado:

O que você achou da funcionalidade com relação ao(s) problema(s) apontado(s)?

Como você classificaria a interface acima sobre ser intuitiva e/ou de fácil entendimento?

a)Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim e) Muito Ruim

De que forma você acha que a funcionalidade proposta pode interferir na atividade de tutoria?

Críticas, comentários e/ou sugestões?