

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TRIÂNGULO MINEIRO – *CAMPUS* UBERABA
Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica
Mestrado Profissional em Educação Tecnológica**

ANDRÉ AUGUSTO CALABREZ

**EDUCAÇÃO COOPERATIVISTA E FORMAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS:
Um sistema de tutoria na Unimed Uberaba**

**Uberaba
2020**

ANDRÉ AUGUSTO CALABREZ

**EDUCAÇÃO COOPERATIVISTA E FORMAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS:
Um sistema de tutoria na Unimed Uberaba**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica - curso de Mestrado Profissional em Educação Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional.

Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), Inovação Tecnológica e Mudanças Educacionais.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino

**Uberaba
2020**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM –
Campus Uberaba-MG

C125e Calabrez, André Augusto
Educação cooperativista e formação continuada de médicos: um sistema de tutoria na Unimed Uberaba/ André Augusto Calabrez– 2020. 121f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Tecnológica)
Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberaba- MG, 2020.

1. Adaptatividade. 2. Sistema de tutoria inteligente. 3. Inteligência artificial. I. Rufino, Hugo Leonardo Pereira. II. Título.

CDD 371.33

André Augusto Calabrez

"Educação Cooperativista e Formação Continuada de Médicos: um sistema de tutoria na Unimed Uberaba"

FOLHA DE APROVAÇÃO DEFESA DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 23/10/2020

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e orientador:

Prof. Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro – IFTM
Campus Uberaba

Membro Titular

Prof. Dr. André Souza Lemos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro – IFTM
Campus Uberaba

Membro Titular

Prof. Dr. Henrique de Castro Neto
Universidade Federal de Uberlândia (Pós-doutorado) e Kyros
(Gerente de Operações Analytics)

NOTA: Excepcionalmente por conta da pandemia do COVID-19 e seguindo as instruções normativas IN02, IN03 e IN04 do IFTM e o Ofício Circular nº 10/2020-DAV/CAPES, as defesas presenciais estão suspensas, podendo ser realizadas apenas virtualmente. Assim, esta folha de aprovação foi assinada somente pelo Presidente da Banca e apresentada aos demais membros durante a defesa virtual, tendo os mesmos dado ciência e concordado com o seu teor.

Local: Sala de Videoconferência - Google meet

Rua João Batista Ribeiro, 4000 - Distrito Industrial II - CEP: 38064-790 - Uberaba/MG
Recepção: (34) 3319-6000 / Fax: (34) 3319-6001
www.iftm.edu.br/uberaba



Documento autenticado eletronicamente por HUGO LEONARDO PEREIRA RUFINO, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 23/10/2020, às 13:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015, a partir de documento original.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://www.iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **E7CD226** e o código CRC **7F300218**.

Ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo,
pelo estímulo, amor infinito, consolo e
abrigo em todos os tempos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me ajudar a completar essa trajetória. Sem Ele nada do que existe, existiria. Foram anos intensos de muita aprendizagem: cumprimento de disciplinas, reuniões de orientação, viagens, participação em palestras, seminários, eventos, leituras e releituras. No entanto, tudo valeu a pena. Ao meu Senhor, toda a honra eternamente!

Ao meu orientador, Professor Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino, pela sábia interlocução, constante prontidão, pela amizade sincera e por indicar caminhos e alertar sobre possíveis descaminhos.

À Valeriana, minha amada esposa e às minhas amadas filhas, Sarah e Amanda, obrigado por aceitarem tantas privações em prol da minha pesquisa.

À diretoria executiva da Unimed Uberaba, que sempre me deu todo o apoio em minha jornada acadêmica.

Aos meus superiores imediatos na Unimed Uberaba sr. Roberto Carlos Vargas e Dr. Gustavo Tiveron, pela paciência quanto aos momentos que precisei me ausentar de reuniões na empresa, para cumprir com minhas obrigações acadêmicas.

Ao professor Dr. André Souza Lemos, pelas sábias instruções e valiosas críticas nos distintos momentos de qualificação! Suas reflexões foram essenciais nessa caminhada e sua voz é constitutiva desta pesquisa.

Ao professor Dr. Henrique de Castro Neto, meu muito obrigado pelas riquíssimas sugestões na banca de qualificação da Dissertação. Outrossim, agradeço-lhe por carinhosamente ter aceitado compor a banca de defesa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, os quais muito contribuíram para minha formação como pesquisador, nos diferentes espaços institucionais; reitero os agradecimentos aos professores Adriano, Humberto, Geraldo, Luiz Maurício, Otaviano e Welisson.

Aos meus colegas de mestrado, Adriano, Ana Paula, Carolina, César, Cristina, Daniel, Marcelo, Maria Ângela, Meire, Selma e Thaís pelo companheirismo e parcerias e, também, por compartilhar tanto saber.

Aos colegas de trabalho na Unimed Uberaba com os quais tenho tido a grata satisfação de conviver e, também, aprendido muito nesses últimos dezesseis anos. São muitos os nomes, faço menção especial ao Cristiano, Edmar, Melissa, Leonardo, Fabiana, Júlia, Rogério, Renan, Douglas, Amanda, Ana Maria, Carolina, Gisele e Alessandra.

A todos os funcionários do PPGET e da Secretaria de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba. Agradeço também a todos os colegas discentes do PPGET, que em diferentes momentos fizeram parte dessa caminhada.

Qualquer reflexão sobre o futuro dos sistemas de educação e de formação na cibercultura deve ser fundada em uma análise prévia da mutação contemporânea da relação com o saber.

(LÉVY, 2010, p. 159)

RESUMO

A proposta do presente trabalho é o desenvolvimento de um Sistema de Tutoria Inteligente, que possa ser utilizado pela Unimed Uberaba como ferramenta de promoção da educação cooperativista e formação continuada de seus médicos cooperados. A educação cooperativista é um dos pilares do cooperativismo e, portanto, a sua promoção é vital para a sustentabilidade deste tipo de organização. Por se tratar de uma cooperativa de trabalho médico e operadora de saúde suplementar, existe uma grande dificuldade da Unimed Uberaba em desenvolver canais de formação dos cooperados eficazes, em função da complexidade do negócio e da agenda restrita dos médicos, pelos muitos compromissos que a atividade profissional demanda. Assim, um canal de educação cooperativista e formação continuada de Ensino a Distância, que possa estar disponível a qualquer tempo e lugar pela internet, adaptado ao estilo de aprendizagem do aluno, pode contribuir para alinhar a conduta dos médicos cooperados quanto à cultura da organização. Firmado nestas considerações, a entrega desta pesquisa é o protótipo de um sistema de tutoria, baseado na tecnologia de Sistemas Multiagentes, com recursos de Inteligência Artificial, integrado a um Ambiente Virtual de Aprendizagem, com funcionalidades que possibilitem organizar e recomendar atividades e conteúdos alinhados aos estilos de aprendizagem dos alunos, e que, a cada recomendação possa melhorar constantemente sua assertividade em função da sua capacidade de aprender artificialmente com os dados históricos do ambiente virtual. Na presente pesquisa, alguns trabalhos semelhantes, cuja essência é a proposta de promover a adaptatividade em ambientes virtuais de ensino a distância, foram identificados. Porém nenhum deles, com o mecanismo de organização e recomendação de atividades proposto, bem como a sua validação no contexto da educação cooperativista. Como resultado, 79% dos médicos cooperados que responderam ao questionário, consideraram como muito importante o auxílio de tutores virtuais sensíveis aos seus estilos de aprendizagem, na recomendação de atividades de cursos à distância, para a disseminação da educação cooperativista em cooperativas de trabalho médico como a Unimed Uberaba.

Palavras-chave: Adaptatividade. Sistema de Tutoria Inteligente. Inteligência Artificial.

ABSTRACT

The purpose of this work is the development of an Intelligent Mentoring System, which can be used by Unimed Uberaba as a tool to promote cooperative education and continued training for its cooperative doctors. Cooperative education is one of the pillars of cooperativism and, therefore, its promotion is vital for the sustainability of this type of organization. As it is a medical work cooperative and supplementary health operator, there is a great difficulty for Unimed Uberaba to develop training channels for effective members, due to the complexity of the business and the restricted agenda of doctors, due to the many commitments that the activity professional demand. Thus, the development of a cooperative education channel and continuing education of Distance Learning, which can be available at any time and place over the internet, adapted to the student's learning style, can contribute to align the conduct of students. cooperative doctors regarding the organization's culture. Based on these considerations, the delivery of this research is the prototype of a proposal for this work is to develop a tutoring system, tutoring system, based on Multiagent Systems technology, with Artificial Intelligence resources, integrated into a Virtual Learning Environment, with features that make it possible to organize and recommend to cooperative doctors and students of cooperative education and continuing education courses, activities and content aligned with their students' learning styles, and that, with each recommendation, they can constantly improve their assertiveness effectiveness due to their ability to learn artificially with each new recommendation, through the experience of students who have participated in courses previously with historical data from the virtual environment. In the present research, some similar works, whose essence is the proposal to promote adaptability in virtual distance learning environments, were identified. However, none of them, with the proposed mechanism of organization and recommendation of activities, as well as its validation in the context of cooperative education. As a result, 79% of the cooperative doctors who answered the questionnaire, considered as very important the help of virtual tutors sensitive to their learning styles, in the recommendation of distance learning activities, for the dissemination of cooperative education in medical work cooperatives as Unimed Uberaba.

Keywords: Adaptivity. Intelligent Mentoring System. Artificial intelligence

LISTA DE IMAGENS

Figura 1. Modelo de aprendizagem experiencial.....	23
Figura 2. Modelo de aprendizagem de Dunn e Dunn.....	25
Figura 3. Modelo de aprendizagem de Gregorc	26
Figura 4. Modelo de aprendizagem de Felder e Silverman.....	28
Figura 5. Modelo de aprendizagem VARK.....	30
Figura 6. Exemplo cálculo EA VARK	33
Figura 7. Mapa mental de um AVA	38
Figura 8. Algumas definições de inteligência artificial, organizadas em quatro categorias ...	42
Figura 9. Aplicações de IA	43
Figura 10. Protocolo de interação de solicitação do FIPA	46
Figura 11. Fórmula de utilidade de um item	51
Figura 12. Arquitetura de um sistema baseado em conteúdos	52
Figura 13. Exemplo de funcionamento do algoritmo KNN	53
Figura 14. Fórmula de cálculo da Distância Euclidiana.....	54
Figura 15. Expressão da similaridade da distância de Manhattan.....	54
Figura 16. Expressão da distância de Minkowski	54
Figura 17. Arquitetura Clássica de um STI.....	57
Figura 18. Arquitetura do Mazk	59
Figura 19. Modelo de STI desenvolvido no trabalho de Giuffra Palomino	61
Figura 20. Arquitetura do motor de busca.....	64
Figura 21. Resultados obtidos pela consulta ao banco de dados.....	65
Figura 22. Valor da pontuação para a preferência VARK “i”	65
Figura 23. Regras geradas pelo algoritmo Apriori	67
Figura 24. Instância virtual do AVA Moodle criada pelo autor.....	69
Figura 25. Detalhes da instância virtual do AVA Moodle criada pelo autor	69
Figura 26. Portal EduCoop para acesso ao AVA Moodle da pesquisa	70
Figura 27. Estrutura do plano de curso no AVA	71
Figura 28. Atividade para conhecimento do EA do médico cooperado.....	71
Figura 29. Resposta do questionário VARK	72
Figura 30. Números de questões respondidas por EA.....	73
Figura 31. Marcadores padrão cadastrados no Moodle.....	74
Figura 32. Marcadores padrão relacionados nas atividades	75
Figura 33. Fluxograma de interação entre os atores.....	76
Figura 34. Fluxo de ações entre os agentes do SMA.....	77
Figura 35. Exemplo do estado inicial da tabela ea_atividade	78
Figura 36. Exemplo da tabela ea_atividade após avaliação de uma atividade.....	79
Figura 37. Exemplo dos dados na tabela pontua_aderencia_atividade	81
Figura 38. Repositório de materiais.....	85
Figura 39. Pontuações das atividades pelo EA de cada médico.....	85
Figura 40. Relacionamento das atividades com os seus marcadores	86

Figura 41. Atividades lançadas pelo AT	87
Figura 42. Avaliação do professor.....	88
Figura 43. Nova atividade – Médico 1	89
Figura 44. Envio de mensagens realizado pelo AT	90
Figura 45. Especialidades médicas dos respondentes do questionário.....	91
Figura 46. Faixa etária dos respondentes.....	91
Figura 47. Sexo dos respondentes	92
Figura 48. Gráfico da pergunta 1	92
Figura 49. Gráfico da pergunta 2.....	93
Figura 50. Gráfico da pergunta 3.....	93
Figura 51. Gráfico da pergunta 4.....	94
Figura 52. Gráfico da pergunta 5.....	95
Figura 53. Gráfico da pergunta 6.....	95
Figura 54. Gráfico da pergunta 7.....	96
Figura 55. Gráfico da pergunta 8.....	97
Figura 56. Gráfico da pergunta 9.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Atividades propostas pelo modelo de Kolb.....	24
Quadro 2. Atividades propostas pelo modelo de Gregorc.....	27
Quadro 3. Técnicas de ensino e os estilos de aprendizagem VARK.....	31
Quadro 4. Modelo de aprendizagem VARK.....	32
Quadro 5. FIPA Parâmetros ACLMessage.....	47
Quadro 6. Tabelas do banco de dados utilizadas pelo SMA.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - AgenteAluno.java.....	72
ACL - Agent Communication Language.....	43
AM - AgenteMateriais.java	71
API - Application Programming Interface	46
AT - AgenteTutor.java	71
AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem.....	12
CCL - Constraint Choice Language	43
DEIS - Departamento de Engenharia Informática e Sistemas.....	61
EA - Estilo de Aprendizagem	12
EaD - Ensino à Distância.....	12
FIPA - Foundation for Intelligent Physical Agents	42
IA - Inteligência Artificial	12
ICL - Interagent Communication Language.....	46
ILS - Index of Learning Styles	29
IRE - Identifying Reference Expression.....	44
ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra	61
JADE - Java Agent DEvelopment	14
KIF - Knowledge Interchange Format	44
KNN - K-Nearest Neighbor.....	49
KQML - Knowledge Query and Manipulation Language	46
LabTec - Laboratório de Tecnologias Computacionais	56
OA - Objetos de Aprendizagem	14
OOA - Open Agent Architecture.....	46
PEP - Prontuário Eletrônico do Paciente.....	70
POA - Programação Orientada a Agentes 12ACL-Agent Communication Language	12
RBC - Raciocínio Baseado em Casos.....	54
RES - Registro Eletrônico de Saúde.....	70
SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados.....	65
SL - Semantic Language.....	44
SMA - Sistemas MultiAgentes	12
SR - Sistemas de Recomendação	46
STI - Sistemas Tutores Inteligentes.....	12
TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação	33
UML - Unified Modeling Language	42
VARK - Visual, Aural-Read, Write and Kinesthetic	22
XML - eXtensible Markup Language	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO I	
O COOPERATIVISMO E O SISTEMA UNIMED	
1.1 A história do cooperativismo.....	16
1.2 O cooperativismo no Brasil.....	18
1.3 O sistema Unimed.....	19
CAPÍTULO II	
OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM	
2.1 A teoria experiencial de Kolb.....	22
2.2 Estilos de aprendizagem de Dunn e Dunn.....	24
2.3 O modelo de aprendizagem de Gregorc.....	25
2.4 O modelo de estilos de aprendizagem de Felder e Silverman.....	27
2.5 A técnica de mapeamento de estilos de aprendizagem VARK.....	29
CAPÍTULO III	
O ENSINO À DISTÂNCIA	
3.1 A história e as características do Ensino à Distância.....	35
3.2 Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem.....	36
3.3 A plataforma Moodle.....	39
CAPÍTULO IV	
OS SISTEMAS DE TUTORIA INTELIGENTE MULTIAGENTES	
4.1 A Inteligência Artificial.....	41
4.2 Os Sistemas Multiagentes.....	44
4.3 Os Sistemas de Recomendação.....	50
4.4 A arquitetura dos Sistemas de Tutoria Inteligente.....	55
CAPÍTULO V	
TRABALHOS RELACIONADOS	
5.1 MAZK.....	58
5.2 Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.....	60
5.3 Sistema de recomendação inteligente para uma plataforma de E-learning.....	63
CAPÍTULO VI	
DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	
6.1 A instalação dos softwares envolvidos na pesquisa.....	68
6.2 A organização do plano de curso e repositório de materiais no AVA Moodle.....	70

6.3 O desenvolvimento dos agentes do SMA.....	75
6.4 A simulação da dinâmica de integração dos agentes SMA com o AVA Moodle	84
6.5 A coleta e análise dos dados	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE	111
ANEXOS	113

INTRODUÇÃO

Segundo Sousa et al. (2014, p. 496), uma cooperativa é uma sociedade de pessoas com gestão democrática, que se reúne para unir esforços em torno de objetivos comuns, visando as necessidades do grupo, em que a participação qualificada dos associados é fundamental para o desenvolvimento das cooperativas. Apesar de existir algumas peculiaridades entre os vários tipos de cooperativas, todas são regidas pelos mesmos princípios, que são os herdados dos Pioneiros de Rochdale (1844), na Inglaterra, afirmam Rios (1987) e Silva Filho (2002).

Dentre as cooperativas brasileiras, o sistema confederativo Unimed Brasil se desenvolveu com o objetivo de defender e valorizar o ato médico. Atualmente, conta com 114 mil médicos cooperados, 348 cooperativas, 18 milhões de beneficiários, 2.730 hospitais credenciados, 95 mil empregos diretos, 29% de participação no mercado nacional de planos de saúde e a marca Unimed vale R\$ 2.817 bilhões (Brand Finance), sendo a 21ª marca mais valiosa do Brasil (UNIMED, 2017).

A Unimed Uberaba é uma das singulares do sistema confederativo Unimed Brasil, fundada em 1971 e possui atualmente 84.618 beneficiários, 539 médicos cooperados, 100 prestadores de serviço, 337 colaboradores (UNIMED UBERABA, 2018).

Além de cooperativas de trabalho médico, as Unimeds são classificadas como operadoras de saúde suplementar. A saúde suplementar no Brasil é regulada pela Agência Nacional de Saúde (ANS), e as operadoras que atuam neste segmento, são responsáveis por prover ações e serviços privados de saúde por meio de planos de saúde, e não têm vínculo com o Sistema Único de Saúde (SUS).

A dificuldade em difundir e alinhar o conhecimento dos médicos cooperados quanto à complexidade de gestão de uma cooperativa de trabalho e operadora de saúde suplementar, tem sido um problema constante enfrentado pelo sistema Unimed. Aliados a este cenário, a retração econômica dos últimos anos, o aumento considerável do número de desempregados no Brasil e o surgimento de novos concorrentes, com a participação de grandes grupos de investidores, tem feito o sistema Unimed encolher. De 2014 a 2018, 25 cooperativas Unimed foram descredenciadas pela ANS (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE, 2019). Diante do exposto, é considerado fundamental pela Unimed Uberaba, criar meios de prover a formação de cooperados em temas relacionados à educação cooperativista, para sustentabilidade da instituição. Porém, tem sido constante a dificuldade de envolver, principalmente, os cooperados nos eventos presenciais patrocinados pela Unimed Uberaba, devido aos vários

compromissos que fazem parte do dia a dia do médico no Brasil. Esta dificuldade é um obstáculo importante para a consecução do objetivo fundamental de desenvolver a educação cooperativista. Desta forma, a adoção de uma plataforma web de Ensino a Distância (EaD), que se adapte ao Estilo de Aprendizagem (EA) do aluno e recomende, em tempo real, conteúdos alinhados às dificuldades apresentadas, pode ser um instrumento importante de disseminação da educação cooperativista, por estar disponível a qualquer tempo e de qualquer lugar com acesso à internet.

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) integrados com portais de EaD (Ensino à Distância), possibilitam a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos, capazes de se adaptarem às necessidades individuais de aprendizado de cada aluno. Além disso, o aluno pode receber orientações individualizadas para melhorar o seu aproveitamento.

Desta forma, a proposta deste trabalho é desenvolver um conjunto de agentes de Inteligência Artificial, baseados na Programação Orientada a Agentes (POA), que ao ser integrado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, possam auxiliar os médicos cooperados na assimilação dos conteúdos dos cursos voltados para educação cooperativista e formação continuada que serão disponibilizados pela Unimed Uberaba.

Segundo Wooldridge (2002, p. 61), a POA é uma arquitetura de Sistemas MultiAgentes (SMA), que é uma das subáreas da Inteligência Artificial (IA). Nesta arquitetura de sistemas distribuídos, todos os elementos possuem características de IA com possibilidade de cooperação, coordenação e negociação, sendo capazes, desta forma, de resolver problemas distribuídos.

A tecnologia de SMA proposta neste trabalho, segundo Bellifemine et al. (2007, p. 1), tem sido objeto de extensa discussão e investigação dentro da comunidade científica há vários anos, mas só recentemente é que houve um grau significativo de exploração em aplicações comerciais, justificado pela explosão do uso da IA nos mais variados segmentos de mercado. Os SMA são recursos cada vez mais explorados em aplicações comparativamente pequenas para assistência pessoal a sistemas abertos, complexos e de missão crítica de domínios industriais no controle, diagnóstico de sistema, fabricação, logística de transporte e gerenciamento de rede.

No trabalho de Júnior (2014), SMA foram desenvolvidos para simular a roteirização dinâmica de veículos de uma empresa OEM (Original Equipment Manufacturer) e, assim, melhorar o nível de serviço e reduzir o custo e o tempo de análise das estratégias de colaboração a serem executadas para obtenção de melhores rotas.

Silva (2009) propôs na sua pesquisa a atuação de SMA na proteção de sistemas elétricos de potência. As evidências do resultado apresentado pela análise da eficácia deste SMA desenvolvido pelo autor, demonstram que o seu uso é recomendável, pelo alto nível de flexibilidade e de confiança quanto ao desempenho do sistema de proteção.

Existem também muitas iniciativas de aplicação desta tecnologia integrada a ambientes virtuais na área de educação. De acordo com Filho (2007), inúmeros trabalhos integram agentes de software ao AVA com o objetivo de criar recursos no ambiente virtual para torná-los mais atrativos aos seus usuários, e, desta forma, justificar a utilização de SMA neste contexto.

Assim, o ineditismo desta pesquisa está na aplicação de um AVA integrado a um STI no contexto de uma cooperativa de trabalho médico – Unimed Uberaba e nos algoritmos de força bruta e de IA desenvolvidos através da tecnologia de SMA, para facilitar a participação dos médicos cooperados, ajudar na assimilação de conteúdos de educação cooperativista, através da adaptabilidade das recomendações da plataforma de acordo com o EA dos alunos participantes.

Fortalecer o princípio da educação cooperativista tem sido um grande desafio da Unimed Uberaba e das outras cooperativas de trabalho médico do sistema Unimed. A harmonização de práticas cooperativistas é fundamental para a sustentabilidade do sistema Unimed.

Desta forma, a pergunta da pesquisa é: um sistema de tutoria desenvolvido com recursos de IA pode contribuir para a formação em educação cooperativista dos médicos cooperados da Unimed Uberaba, seja pela disponibilidade do AVA, sem a necessidade de fixação de horários e deslocamentos, e por fornecer orientação adaptada ao perfil e percurso de cada aluno?

A hipótese da pesquisa é que um sistema de tutoria desenvolvido com recursos de IA pode ser um instrumento importante de educação cooperativista, por ser capaz de se adaptar ao EA de cada médico cooperado da Unimed Uberaba, conforme a disponibilidade de cada um, sem a necessidade de fixação de horários e deslocamentos, e fornecer orientação em tempo real às necessidades de cada aluno.

O objetivo geral da pesquisa é desenvolver um sistema de tutoria com recursos de IA, baseado na tecnologia de SMA, que possibilite acesso virtual aos médicos cooperados da Unimed Uberaba, aos conteúdos de educação cooperativista, através da internet, e recomendar conteúdos dentro dos planos de curso, adaptados ao EA e percurso de cada aluno, e, assim, contribuir para o acultramento dos participantes ao cooperativismo de trabalho médico.

Objetivos específicos

- Levantar os principais Estilos de Aprendizagem (EA) existentes na literatura, suas aplicações no meio científico e identificar, dentre eles, o que melhor se adequa ao se propões à presente pesquisa.
- Desenvolver e/ou adaptar algoritmos, baseados em IA, que possam apresentar resultados adequados na recomendação de atividades, dentro de um modelo de plano de curso definido no AVA.
- Lançar um modelo plano de curso e atividades no AVA, que se identifiquem com um tema relevante para a disseminação educação cooperativista da Unimed Uberaba.
- Validar a dinâmica das recomendações de atividades e mensagens orientativas do STI, a médicos cooperados fictícios matriculados no curso exemplo, dentro do AVA.
- Demonstrar e validar o protótipo desenvolvido com um grupo de médicos cooperados da Unimed Uberaba, e registrar esta experiência por meio de um questionário.

Metodologia e organização

No que se refere à metodologia da pesquisa, quanto à natureza, se classifica como descritiva, pois descreve as características da uma população para o estudo a ser realizado que são os médicos cooperados da Unimed Uberaba. Quanto ao objetivo, a pesquisa se classifica como aplicada, pois envolve a aplicação prática da ciência. É também qualitativa, por capturar as experiências individuais da população.

O universo e amostra da pesquisa são os dados das simulações realizados pelo autor no AVA Moodle e um questionário aplicado a um grupo de médicos cooperados da Unimed Uberaba depois da apresentação do protótipo desenvolvido.

A coleta de dados ocorre em dois momentos: durante a simulação da dinâmica dos direcionamentos do STI, integrado ao AVA; e após a demonstração do protótipo desenvolvido aos médicos cooperados, através da aplicação de um questionário para avaliar a experiência.

A técnica de análise será interpretativa dos dados obtidos para medir a capacidade do SMA em se adaptar ao perfil de cada aluno e a avaliação dos médicos cooperados diante de ambiente de EaD adaptativo.

Para melhor organização, esta pesquisa está dividida em seis capítulos: O cooperativismo e o sistema Unimed; os estilos de aprendizagem; o ensino à distância; os sistemas de tutoria inteligente multiagentes; trabalhos relacionados; e desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo I, discorre sobre a história do cooperativismo no mundo e no Brasil, o cooperativismo de trabalho, a história do sistema Unimed e da Unimed Uberaba.

O capítulo II, discorre sobre as técnicas para identificação dos estilos de aprendizagem de estudantes, as teorias e propostas nos modelos de Kolb, Dunn e Dunn, Gergorc, Felder e Silverman, e VARK.

O capítulo III, apresenta a história e as características do ensino à distância, os ambientes virtuais de aprendizagem e a plataforma Moodle.

O capítulo IV, apresenta a história e a evolução da Inteligência Artificial, as técnicas dos Sistemas Multiagentes e dos Sistemas de Recomendação e a arquitetura dos Sistemas de Tutoria Inteligente.

No capítulo V apresenta alguns trabalhos do meio acadêmico relacionados a esta pesquisa, como o portal MAZK, o modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem e o sistema de recomendação inteligente para uma plataforma de E-learning.

O capítulo VI aborda a organização e o desenvolvimento da pesquisa, que começa com a instalação dos softwares envolvidos, e passa pela organização do plano de curso e repositório de materiais no AVA Moodle, o desenvolvimento dos agentes do SMA, a simulação da dinâmica de integração dos agentes do SMA e a coleta e análise dos dados.

CAPÍTULO I O COOPERATIVISMO

O capítulo I trata da história do cooperativismo, seus fundamentos, sua evolução no Brasil, o sistema de cooperativas Unimed e a Unimed Uberaba.

1.1 A HISTÓRIA DO COOPERATIVISMO

Segundo Pinheiro (2015, p. 6) o cooperativismo é fruto da evolução de várias tentativas de alguns socialistas com o objetivo de encontrar uma alternativa ao modelo econômico e social de suas épocas, dentre eles, Robert Owen, Charles Fourier, Benjamin Burchez e Louis Blanc. As experiências desses homens contribuíram para o surgimento efetivo do que conhecemos como cooperativa.

Apesar de existir algumas peculiaridades entre os vários tipos de cooperativas, todas são regidas pelos mesmos princípios, que são os herdados dos Pioneiros de Rochdale (1844), na Inglaterra, afirmam Rios (1987) e Silva Filho (2002). A sociedade dos Pioneiros de Rochdale foi formada por um grupo de 28 operários da cidade de Rochdale na Inglaterra, pois, a mecanização da Revolução Industrial estava levando, cada vez mais, trabalhadores qualificados para a pobreza. Desta forma, estes operários decidiram se unir para abrir uma loja de venda de alimentos. Uma vez que as tentativas de cooperação fracassaram, eles desenvolveram os princípios de Rochdale, designados como “regras de ouro”. São eles: adesão livre; controle democrático; devolução do excedente ou retorno sobre as compras; juros limitados ao capital; neutralidade política, religiosa e racial; vendas a dinheiro e à vista; e fomento do ensino em todos os graus.

Segundo Meinen e Port (2016), com o objetivo de atender às demandas sociais e considerar novas formas de cooperativismo que surgiram, os princípios de Rochdale foram revistos através de congressos organizados pela Aliança Cooperativa Internacional – ACI, nos anos de 1937, 1966 e 1995. A lista revista em 1995 está vigente até hoje, e orienta as ações cooperativistas em qualquer parte do mundo.

O primeiro princípio é o da adesão livre e voluntária. Através do estatuto social, a cooperativa procura garantir o acesso livre a quem queira se cooperar, mediante a manifestação de adesão do próprio interessado, sem coação ao ingresso ou permanência na sociedade.

O segundo princípio é o da gestão democrática. Através da direção deste princípio, a sociedade cooperativa garante o direito ao cooperado de votar e ser votado, conforme as condições estatutárias, bem como os deveres fundamentais oriundos deste mecanismo democrático. A liderança escolhida pelo voto, deve instituir canais e outros mecanismos apropriados para que os cooperados possam acessar as informações de forma transparente e acompanhar o cotidiano de gestão da cooperativa. A assembleia geral é o fórum principal, onde os representantes da cooperativa são escolhidos. Se for uma cooperativa de primeiro grau, o voto tem igual peso para todos, independente de participação econômica e condição social. Quando se tratar de representação maior de um conjunto de cooperativas de primeiro grau, normalmente circunscrito a um estado ou região, denomina-se cooperativa de segundo grau. Neste caso, o voto múltiplo pode ser admitido, baseado no número de associados da base da cooperativa de primeiro grau. E quando se tratar da central cooperativa o voto múltiplo pode considerar o número de cooperativas de primeiro grau da cooperativa regional de segundo grau votante.

O terceiro princípio é o da participação econômica. Este princípio trata da formação e crescimento da estrutura patrimonial da cooperativa. É dever do cooperado contribuir para a formação patrimonial da cooperativa, através da integralização de cotas, quando ingressar ou mesmo durante o tempo de permanência na sociedade, e na decisão da transformação em reservas dos excedentes de cada exercício financeiro-contábil ou distribuição entre os associados.

O quarto princípio é da autonomia e independência. As cooperativas são organizações autônomas controladas pelos seus membros. Acordos com outras instituições públicas ou privadas não podem interferir nas condições que assegurem o controle democrático da cooperativa pelos seus associados e na sua autonomia.

O quinto princípio é o da educação, formação e informação. É responsabilidade da cooperativa promover a educação e a formação de seus membros, dos representantes eleitos e dos trabalhadores, para que possam contribuir, de forma eficaz, para o desenvolvimento sustentável de suas cooperativas. Como boa prática cooperativista, a expansão e a sustentabilidade do empreendimento, requer a preparação dos seus associados, dirigentes e prestadores de serviço quanto às especificidades e os apelos do cooperativismo. Segundo Zanco e Coltre (2016, p. 28), uma sociedade cooperativa trabalha em várias dimensões com objetivos econômicos e sociais, o que a torna, a princípio, uma organização complexa e distinta de outras formas de organização. Assim, o papel da educação é atuar equilibradamente na gestão social e empresarial, para proporcionar crescimento na

participação dos cooperados e na profissionalização da gestão singular da organização. A proposta da presente pesquisa é propor um STI que possa contribuir para a edificação deste princípio na Unimed Uberaba.

O sexto princípio é a intercooperação. Este princípio preconiza a força do movimento cooperativo, pelo trabalho em conjunto, através de estruturas locais, regionais, nacionais e internacionais, o que favorece as cooperativas a servir os seus membros de forma mais eficaz.

O último princípio é o interesse pela comunidade. As cooperativas devem procurar o desenvolvimento sustentável das comunidades onde estão inseridas, através de políticas aprovadas por seus cooperados, baseadas no respeito de suas peculiaridades sociais e vocação econômica, com soluções de negócios e ações humanitárias que vislumbrem a melhoria da qualidade de vida das pessoas dentro da sua área de atuação.

Este conjunto de princípios fornecem a base para as cooperativas em todo o mundo até os dias atuais.

1.2 O COOPERATIVISMO NO BRASIL

Segundo a OCB (2017), a história do cooperativismo no Brasil teve início em 1902, no Rio Grande do Sul, quando o padre jesuíta Theodor Amstadt que criou a 1ª cooperativa de crédito da América Latina, baseada no modelo de Friedrich Wilhelm Raiffeisen (1818-1888), no distrito de Nova Petrópolis - RS, a SICREDI Pioneira RS, atualmente uma das maiores do país e na ocasião denominada “Caixa de Economia e Empréstimos Amstad“. Esse modelo, tinha aplicação, principalmente, em pequenas comunidades rurais ou vilas e atuava basicamente junto aos pequenos produtores rurais. Não dava importância ao capital dos cooperados. A movimentação financeira era realizada através de depósitos, de pequenas remunerações que recebiam. As sobras eventualmente apuradas, eram reservadas para enfrentar os momentos de incerteza.

As cooperativas de crédito se multiplicaram fortemente por todo o país nas décadas seguintes, com apoio de uma legislação moderna e flexível, e estavam entre os principais agentes de financiamento da atividade rural, para concessão de crédito, até mesmo destinada à aquisição de terras.

No final de 1920, o modelo desenvolvido pelo italiano Luigi Luzzati (1841-1927) ganhou força por influência da Igreja Católica e por leigos que, conheceram o modelo de cooperativismo italiano através da participação de um Congresso Mariano em Roma. O modelo italiano diferenciava-se do modelo alemão, por exigir um pequeno capital, para

admitir qualquer cooperado e ter como público preferencial os assalariados, os artesãos e os pequenos empresários, comerciantes ou industriais.

O cooperativismo continuou a crescer no Brasil e se diversificou. Segundo Ninaut e Matos (2008, p. 43), o movimento cooperativista brasileiro está dividido em 13 ramos de atividades distintas: agropecuário, educacional, crédito, saúde, infraestrutura, habitacional, transporte, turismo e lazer, produção, especial, mineral, consumo e trabalho. De acordo com Braga e Reis (2002) e Neto (2001), a presença de cooperativas melhora a distribuição de renda e o estoque de capital social, principalmente na agricultura, em contextos de baixos índices de educação e desigualdade na posse da terra.

Sobre as cooperativas de trabalho, Amaral (2004) afirma que elas são constituídas por profissionais liberais da mesma ocupação ou de diversas profissões do mesmo ramo de atividade. Ferrari e Affonso (2002), conceituam as cooperativas de trabalho pela união de operários do mesmo ofício com a finalidade principal de melhoria de condições de trabalho e salários, sem a intervenção de um patrão, na contratação de obras, tarefas ou serviços públicos ou particulares.

Os objetivos das cooperativas de trabalho são basicamente: melhoria de renda e condições de trabalho, e recebimento das sobras conforme produtividade de cada cooperado e das condições de trabalho, já que a cooperativa transforma os trabalhadores - cooperados, em empresários.

Dentro do contexto de cooperativa de trabalho o sistema Unimed foi criado.

1.3 O SISTEMA UNIMED

Em 1967, a primeira cooperativa UNIMED surgiu da iniciativa do ginecologista obstetra Edmundo Castilho e de um grupo de médicos, dirigentes do sindicato da classe, na cidade de Santos, São Paulo, como uma forma de defesa do trabalho médico em função das primeiras empresas de medicina de grupo criadas por advogados, empresários e grupos de médicos não vinculados aos interesses da categoria. O objetivo era o exercício de uma medicina chamada liberal associada a uma qualidade melhor da assistência prestada. “Os médicos associados, sendo os proprietários, receberiam a justa remuneração por seu trabalho em troca de um alto padrão de atendimento aos usuários” (AKAMINE, 1997, p.37).

Segundo Unimed (1996), a estrutura do sistema Unimed está organizada em cooperativas de diferentes graus: cooperativas de primeiro grau, denominadas singulares, com áreas de atuação circunscritas a um ou mais municípios; cooperativas de segundo grau ou

federações que, conforme sua área de atuação, podem ser intrafederativas estaduais ou regionais; a cooperativa de terceiro grau é constituída pela confederação de âmbito nacional denominada Unimed Brasil.

As federações Unimed - denominadas cooperativas de segundo grau, surgiram na década de 1970 e, eram compostas por no mínimo três singulares, com o objetivo de padronizar as operações e estimular a troca de experiências entre as cooperativas de um mesmo estado. Em 28 de novembro de 1975 foi criada a Confederação Nacional das Cooperativas Médicas - Unimed do Brasil, entidade maior do Sistema Unimed, que congrega as federações e singulares do sistema. Em 1977, o sistema cooperativo contava com 60 singulares em todo o Brasil.

Atualmente, o sistema Unimed está presente em 84% do território nacional, formado por cerca de 348 cooperativas médicas e mais de 114 mil médicos cooperados.

De acordo com Unimed Uberaba (2020), a Unimed Uberaba foi fundada, em 19 de junho de 1971, sendo a vigésima primeira singular a ser criada, a partir da iniciativa de sessenta médicos e uma médica, Maria Rosa Bilharinho. O seu primeiro presidente foi o médico José Soares Bilharinho. Atualmente, Unimed Uberaba conta com 539 médicos cooperados e abrange dezessete municípios do triângulo mineiro.

CAPÍTULO II OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM

O capítulo II detalha as principais técnicas de identificação de estilos de aprendizagem individuais, conforme proposto no primeiro tópico dos objetivos específicos desta pesquisa.

Segundo Oliveira, Inácio e Buriolla (2016, p. 409), os estilos individuais têm sido amplamente estudados, em função do interesse dos pesquisadores pelas diferenças nos estilos cognitivos, intelectuais, de pensamento, de aprendizagem, de ensino, dentre outros. Os estilos intelectuais não se referem ao nível de inteligência do indivíduo, mas sim como ele emprega as suas habilidades intelectuais no dia a dia, no processamento de informações, aquisição de novos conhecimentos e resolução de problemas.

Dentre os conceitos de estilos de aprendizagem, Dunn e Dunn (1978), os descreve como um conjunto de condições, em que as pessoas começam a concentrar, absorver, processar e reter informações e habilidades novas ou difíceis. Para Gregorc (1979), os estilos de aprendizagem são características do comportamento que definem como a pessoa aprende e se adapta a partir do ambiente em que está inserida, ou seja, a sua interação com o contexto.

Segundo Cassidy (2004, p. 419), originalmente relacionado como atribuição teórica da Psicologia. No entanto, de acordo Li. et al. (2016, p. 90), à medida que a pesquisa sobre o estilo de aprendizagem se espalhava em outros campos, especialmente o da educação, começou a influenciar a prática de ensino e aprendizagem. Por esse motivo, têm sido um tema muito discutido em contextos acadêmicos, pedagógicos e comerciais.

Direta ou indiretamente, várias teorias psicológicas relacionadas com os estilos de aprendizagem foram desenvolvidas com o objetivo de descrever as diferenças observadas entre as inclinações dos alunos para a aprendizagem. Dentre elas, a teoria da aprendizagem experiencial de Kolb (1984), estilos de aprendizagem de Dunn e Dunn (1978), o modelo de estilos de aprendizagem e de ensino de Gregorc (1979), o modelo de estilos de aprendizagem de Felder e Silverman (1988) e a técnica de mapeamento de estilos de aprendizagem denominada de VARK (Visual, Aural-Read, Write and Kinesthetic) (VARK-LEARN, 2020), de Neil Fleming.

Porém, segundo Willingham, Hughes e Dobolyi (2015), há razões para pensar que as pessoas veem as teorias dos estilos de aprendizagem como amplamente válidas, mas, de fato, falta apoio científico a essas teorias. Mas, de acordo com Biesta (2010), existem trabalhos que levantaram questões fundamentais sobre a viabilidade da ideia da educação baseada em evidências. Na sua pesquisa, quanto aos domínios: epistemológico, há um déficit de

conhecimento; ontológico, um déficit de eficácia; prático, um déficit de aplicação. Juntos, esses déficits não apenas levantam algumas questões importantes sobre a própria ideia de prática de educação baseada em evidências.

Diante desta discussão, o objetivo da presente pesquisa não é se basear totalmente na premissa de que os estilos de aprendizagem são definitivos, mas que, de acordo com Neves (2014, p. 25), o EA de cada indivíduo pode se modificar, mesmo que não se aperceba. Desta forma, a proposta é o uso de um questionário de inventário de EA no momento em que o estudante inicia o do AVA, para identificar seu EA inicial. Conforme proposto no capítulo VI, ao desenvolver atividades avaliativas no AVA, os agentes de IA, podem se adaptar à possíveis mudanças nos EA dos estudantes.

2.1 A TEORIA EXPERIENCIAL DE KOLB

Segundo Cerqueira (2000, p. 62), em 1976, Kolb desenvolveu um mecanismo de mensuração denominado Inventário de Estilos de Aprendizagem (Learning Style Inventory - LSI). A base teórica do modelo estrutural da aprendizagem é centrada na pessoa, e requer dois aspectos fundamentais para o processo de aprendizagem, cada qual com orientações básicas opostas dialeticamente.

O modelo proposto por Kolb (1984) funciona como um inventário de estilos de aprendizagem para fazer a identificação dos mesmos. Este inventário é constituído de definições com as opções. Cada opção recebe um peso baseado no que o estudante acredita que melhor descreva suas atitudes e sentimentos no momento em que ele está aprendendo. A partir dos pesos atribuídos pelo estudante, são calculados quatro índices: experiência concreta, conceituação abstrata, observação reflexiva e experimentação ativa.

O índice de experiência concreta representa uma aceitação da abordagem baseada em experiências. Neste caso, o aprendizado está fundamentado em ponderações embasadas em sentimentos. Os indivíduos deste estilo tendem a ser empáticos. Eles consideram abordagens teóricas desnecessárias e preferem tratar cada circunstância como um caso único. Aprendem melhor por meio de exemplos específicos nos quais se sintam envolvidos. A tendência é que estes estudantes se relacionem melhor com outros estudantes, do que com uma autoridade como o professor.

Já o índice de conceituação abstrata demonstra um modo de aprendizado mais analítico e conceitual, baseado, principalmente, em raciocínio lógico. Estes indivíduos tendem a ser mais voltados a símbolos, do que a outros indivíduos. Conseguem aprender melhor

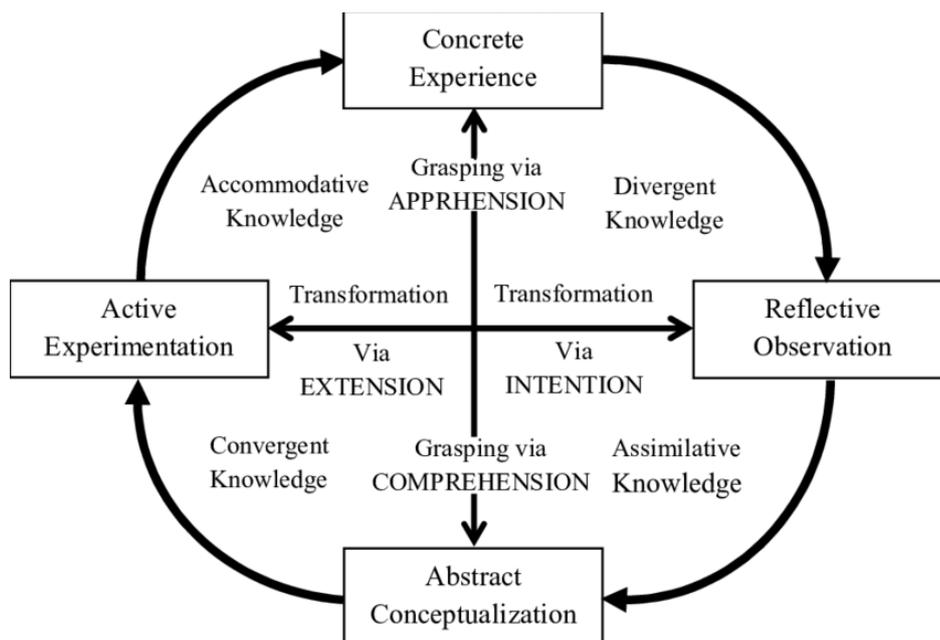
quando coordenados por uma autoridade de modo impessoal, com ênfase teórica e análise sistemática. Eles se sentem frustrados e têm baixo rendimento no aprendizado através de descobertas de modo desestruturado, como em exercícios e simulações.

O índice de observação reflexiva adota uma abordagem por tentativas, imparcial e reflexiva. O aprendizado dos indivíduos se baseia em cautelosas observações e os seus julgamentos. Eles preferem exercer o seu papel de observador e juiz imparcial ao assistir aulas e, assim, tendem a ser introvertidos.

O índice de experimentação ativa registra uma forte disposição do indivíduo em realizar atividades práticas. Eles aprendem com facilidade enquanto participam de projetos práticos e discussões em grupo, e realizam tarefas em casa. Não apreciam situação de aprendizado passivo como assistir aulas, e tendem a ser extrovertidos.

A figura 1, apresenta a dinâmica de relacionamento destes indicadores.

Figura 1 – Modelo de aprendizagem experiencial



Fonte: Kolb (1984)

Baseado no modelo de Kolb (1984), Svinicki e Dixon (1987, p. 142) propõe várias ações em sala de aula que os professores podem utilizar para organizar os diversos modos de aprendizagem dos alunos baseados no modelo de Kolb. O Quadro 1 lista uma série de atividades para apoiar cada parte do modelo de aprendizagem de Kolb.

Quadro 1 – Atividades propostas pelo modelo de Kolb

Experiência Concreta	Observação Reflexiva	Conceituação Abstrata	Experimentação Ativa
Exemplos de aula	Perguntas para reflexão	Palestras	Exemplos de aula
Conjuntos de problemas	Tempestade de ideias (<i>Brainstorming</i>)	<i>Papers</i>	Laboratórios
Leituras	Discussões	Analogias	Estudos de caso
Filmes	Juris	Leituras de textos	Tarefas em casa
Simulações	Jornais	Projetos	Projetos
Laboratórios		Modelos de construção	Trabalho de campo
Observações		Modelos críticos	
Trabalho de campo			

Fonte: Adaptado de Svinicki e Dixon (1987, p. 142)

2.2 ESTILOS DE APRENDIZAGEM DE DUNN E DUNN

O modelo proposto por Dunn e Dunn (1978) recomenda como os indivíduos reagem a estímulos ambientais, sociais, emocionais, físicos e psicológicos. Estas categorias estão agrupadas em diferentes condições que influenciam a aprendizagem.

Quanto aos estímulos ambientais, os indivíduos, enquanto aprendem, reagem de diferentes formas aos inúmeros fatores ambientais. Alguns optam por ouvir música, outros preferem silêncio, alguns necessitam estudar em locais bem iluminados para não ficarem sonolentos, outros gostam de ambientes com pouca luz. Também, os adeptos de lugares quentes ou mais frios e, aqueles que se sentem à vontade para estudar em ambientes informais.

Quanto aos estímulos emocionais, o modelo sugere que, quando os indivíduos estão motivados, são capazes de obter um bom desempenho, independente das situações em que seu estilo de aprendizagem não é destacado. Já os desmotivados necessitam de atividades bem definidas, supervisão e estímulos constantes.

Sobre os estímulos sociais, Dunn e Dunn (1978) sugere que os indivíduos podem aprender melhor sozinhos, em grupo ou com a presença de uma figura de autoridade. Em alguns casos, os indivíduos podem se adaptar bem a qualquer uma das situações anteriores.

Quanto aos estímulos físicos, alguns indivíduos preferem estudar por meio de textos, outros de imagens e diagramas. Alguns aprendem melhor de manhã bem cedo, enquanto outros, produzem melhor no final da manhã, precisam se movimentar enquanto estudam ou até mesmo comer algo para se concentrar.

Segundo Dunn e Dunn (1978), existem ainda os indivíduos adeptos aos estímulos psicológicos. Neste caso, os indivíduos analíticos aprendem melhor quando recebem as

informações passo-a-passo, em sequencias lógicas. Já os indivíduos do tipo global preferem entender o todo, para depois aprofundar nos detalhes.

Para mensuração do modelo, é atribuída uma pontuação de 20 a 80 pontos. De 40 a 60 de baixa preferência ou equilibrada para as duas extremidades de cada um dos 20 elementos, ou 60 a 80 pontos que representam uma preferência mais forte. Este esquema pode ser evidenciado na figura 2.

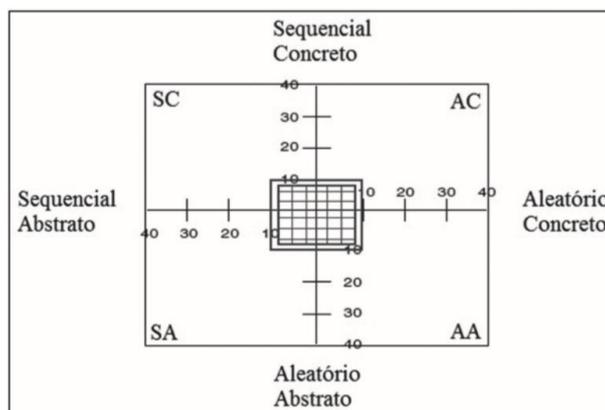
Figura 2 – Modelo de aprendizagem de Dunn e Dunn

	20	30	40	50	60	70	80	
Preferê silêncio								Preferê com som
Preferê penumbra (meia-luz)								Preferê com luz
Preferê ambiente fresco								Preferê ambiente quente
Preferê projeto informal								Preferê projeto formal
Baixa motivação								Alta motivação
Baixa persistência								Alta persistência
Baixa responsabilidade								Alta responsabilidade
Não gosta de estrutura								Gosta de estrutura
Preferê aprender sozinho								Preferê aprender com outros
Não há autoridade presente								Quer autoridade presente
Não aprenda de várias maneiras								Aprenda de várias maneiras
Baixo aprendizado auditivo								Preferê aprendizado auditivo
Baixo aprendizado visual								Preferê aprendizado visual
Baixo aprendizado tático								Preferê aprendizado tático
Baixo aprendizado cinestésico								Preferê aprendizado cinestésico
Não preferê o consumo								Preferê o consumo
Preferê a noite								Preferê a manhã
Não preferê final da manhã								Preferê final da manhã
Não preferê a tarde								Preferê a tarde
Não preferê mobilidade								Preferê mobilidade

Fonte: Dunn, Dunn e Price (1982)

2.3 O MODELO DE APRENDIZAGEM DE GREGORC

Para Claxton e Murrell (1987, p. 33), o modelo desenvolvido por Gregorc (1979) é análogo ao de Kolb (1984). Segundo estes autores, Gregorc afirma acreditar que as pessoas já nascem com uma inclinação para determinado EA e que, durante a sua vida, assimilam através de experiências concretas e da imaginação. Conforme a idade, na solução de problemas, esses dois polos agem de formas diferentes. Em cada uma das formas, o indivíduo aleatoriamente ou sequencialmente, através de quatro EA: Sequencial Concreto (SC), Aleatório Concreto (AC), Aleatório Abstrato (AA) e Sequencial Abstrato (AS), conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3 – Modelo de aprendizagem de Gregorc

Fonte: Adaptado de Gregorc (1979)

Com o objetivo de avaliar estes estilos, Gregorc desenvolve em 1982 o Style Delineator. Se trata de um mecanismo que mensura os tipos de virtudes mediadoras: percepção e ordem. É formado por dez conjuntos de quatro adjetivos. Os quatro adjetivos de cada conjunto devem ser ordenados pela atribuição de um valor entre 40 e 10. Cada adjetivo pertence a um EA, de acordo com a figura 3.

A palavra que melhor descreve o EA do indivíduo é aquela que recebe 40 pontos, enquanto a que menos corresponde a descrição, recebe 10 pontos. Estes resultados demonstram a posição do indivíduo em canais bidimensionais de tendências aos EA.

Segundo Gregorc (1979), a combinação destas dimensões, resultam nos quatro estilos citados: sequencial concreto, sequencial abstrato, aleatório abstrato e aleatório concreto.

No estilo sequencial concreto, o indivíduo é classificado como estruturado, minucioso e pragmático. Percebe o mundo de forma ordenada sequencialmente, direta e de dimensão única. Tem pensamento determinados e metódicos, com clareza do princípio e o fim, e aprende passo a passo. Sua atenção foca em realidades concretas e objetos físicos, e confirmam suas convicções através dos sentidos.

Os indivíduos do estilo sequencial abstrato, são lógicos, analíticos, conceituais e estudiosos. Os estudantes com pontuações altas nesta escala norteiam suas conjecturas no intelecto e nas leis lógicas. Preferem o pensamento lógico e concreto, e a instrução verbal. Buscam confirmar pessoalmente a informação.

Já os indivíduos que incorporam o estilo aleatório abstrato são sensitivos, sociáveis, criativos e expressivos. Procuram se situar em um mundo de sentimentos e imaginação. Notam os acontecimentos de forma integral, com pensamentos orientados aos sentimentos. Julgam sob a influência de experiências emocionais vividas e validam suas ideias internamente.

Os indivíduos do estilo aleatório concreto são intuitivos, originais, investigadores e exímios solucionadores de problemas. Procuram aprender através de ensaios e erros, de forma intuitiva.

Quanto à percepção humana, segundo Gregorc (1979), toda mente possui duas qualidades. A primeira é a percepção concreta, que possibilita o registro direto de informações por meio dos cinco sentidos humanos: visão, olfato, tato, paladar e audição. Ao serem utilizados se conectam com o tangível. Enquanto isso, a segunda percepção permite visualizar, conceber ideias, entender ou acreditar naquilo no que é abstrato. Nessa esfera é empregada a intuição, a imaginação e o intelecto.

O quadro 2 lista as atividades integradas para cada dimensão a ser trabalhada nesse modelo de estilo de aprendizagem.

Quadro 2 – Atividades propostas pelo modelo de Gregorc

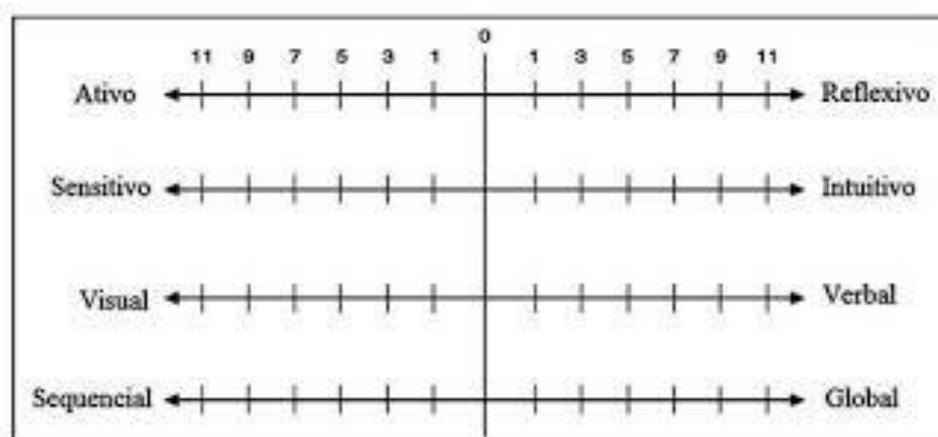
Sequencial Concreto	Sequencial Abstrato	Aleatório Abstrato	Aleatório Concreto
<i>Checklists</i> (listas)	Palestras	Mapeamentos	Tempestade de ideias (<i>Brainstorming</i>)
Planilhas	Esboços	Trabalho em grupo	Criando possibilidades
Esboços	Documentos	<i>Cartoons</i>	Estudos de Caso
Gráficos	Leitura longa	Música	Experiência prática
Mapas	CDs de áudio	Humor	Mapeamentos
Demonstrações	Redação de relatórios	Discussão	Leitura opcional
Excursões	Pesquisas	Interação Social	Simulações
Diagramas	<i>Papers</i>	Fazer entrevistas	Investigações
Fluxogramas		Revistas	Resolução de Problemas

Fonte: Adaptado de Butler (1986, p. 6)

2.4 O MODELO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM DE FELDER E SILVERMAN

No desenvolvimento de seu modelo, Felder e Silverman (1988) se basearam na preferência dos indivíduos em receber e processar a informação. Segundo Araújo et al. (2019, p. 4), o modelo contempla quatro dimensões de estilos de aprendizagem, conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4 – Modelo de aprendizagem de Felder e Silverman



Fonte: Adaptado de Felder e Silverman (1988)

A primeira dimensão, denominada processamento, identifica os estudantes ativos e reflexivos. Os estudantes ativos preferem atividades mais práticas e trabalhos em grupo em seu processo de aprendizagem. Compreendem melhor a informação ao participar ativamente de alguma atividade, através da discussão e explicação. Os estudantes reflexivos adotam uma postura mais passiva. Preferem refletir calmamente sobre a informação. Apreciam trabalhos individuais ou em duplas.

A segunda dimensão, denominada percepção, identifica os estudantes como sensitivos e intuitivos, de acordo com a forma com que eles notam o conteúdo. Os estudantes sensitivos preferem conteúdos mais concretos, baseados em fatos e exemplos. Gostam de resolver problemas pela adoção de procedimentos bem definidos, livres de complicações e surpresas. Por outro lado, os estudantes intuitivos preferem conteúdos mais abstratos, como teorias e modelos matemáticos. Gostam de inovação e não apreciam a repetição e idealizar possibilidades e suas inter-relações.

A terceira dimensão, denominada entrada, indica a preferência dos estudantes quanto à forma que recebem o conteúdo. Os estudantes visuais preferem recursos tais como, diagramas, quadros, gráficos, filmes e vídeos, enquanto os verbais os recursos textuais ou falados. Preferem ouvir do que tomar notas.

A quarta dimensão, denominada organização, determina a forma com que os estudantes preferem que o conteúdo seja organizado. Os estudantes sequenciais optam por apresentações que aconteçam de forma mais progressiva e sequencial, enquanto os globais preferem buscar uma visão geral do que é ensinado, com uma navegação mais livre.

Com o objetivo de estabelecer uma forma de mensurar a aderência dos estudantes a estas dimensões, Felder e Soloman (1991) desenvolveram um questionário para avaliar a teoria da classificação de Felder-Silverman, denominado Index of Learning Styles (ILS). Segundo Silva et al. (2015, p. 1302-1303), se trata de um instrumento para determinar as preferências de aprendizagem nas quatro dimensões do modelo de Felder-Silverman. É um questionário composto por 44 questões utilizadas para identificar o EA de estudantes. Cada uma das quatro dimensões contém 11 questões com duas alternativas cada. Ao final, os estudantes são classificados por valores de -11 a +11 em cada dimensão. De acordo com Felder e Spurlin (2005), apesar de ser um instrumento validado estatisticamente, seu preenchimento manual causa descontentamento e desmotivação por parte dos estudantes, o que pode levar a eventuais respostas imprecisas. A figura 4, demonstra a variação das escalas, conforme a dimensão avaliada.

Quanto à confiabilidade e validade do ILS, vários trabalhos publicados, como o de Felder e Spurlin (2005), Zywno (2003), Litzinger et al. (2005), Litzinger et al. (2007) e Kuri (2004), demonstraram confiabilidade e validade para o recurso. Isso indica que o ILS é um instrumento psicométrico apropriado para reconhecer estilos de aprendizagem. Além disso, por ter sido traduzido em diversos idiomas, o acesso ao instrumento se tornou fácil. Mesmo assim, Zywno (2003, p. 13) reconhece a necessidade de muitos estudos com amostras e dados variados, para assegurar a confiabilidade e a validade de qualquer instrumento e, por isso, sugere que as pesquisas devam prosseguir.

Segundo Felder (2010, p. 5), embora a validade do ILS seja questionada na literatura de psicologia, os inventários de estilos de aprendizagem têm sido empregados frequentemente para ajudar professores a desenvolver meios que ajudem os alunos a compreender seus próprios processos de aprendizagem e, em conjunto, perceberem que as pessoas não são iguais e que as diferenças, muitas vezes, têm que ser celebradas.

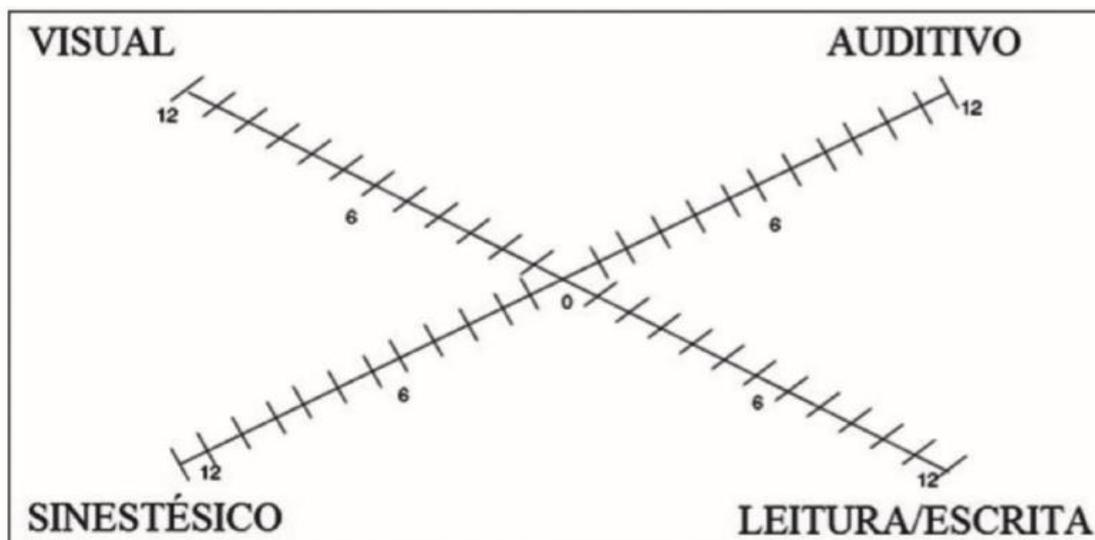
Além disso, segundo Araújo et al. (2019, p. 4), este modelo se baseia na ideia de que cada indivíduo tem uma preferência (ou tendência) para um dos dois EAs de cada uma das quatro dimensões, o que representa uma característica diferencial. Esta característica pode permitir que sistemas educacionais inteligentes criem perfis de estudantes mais detalhados e, assim, proporcionar uma personalização mais precisa com experiências adaptativas mais efetivas.

2.5 A TÉCNICA DE MAPEAMENTO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM VARK

Segundo Diaz (2012, p. 6), cada aluno, conforme suas particularidades, interesse, preferência ou prazer, se sente mais confortável em oportunidades de aprendizado adaptadas, como é o caso de estudantes considerados ativos, que aprendem melhor em atividades de treinamento com experiências. Já os estudantes adeptos da observação, durante a exposição, eles aprendem melhor através da reflexão sobre o conteúdo apresentado. Outro grupo de estudantes consegue maior aproveitamento nos momentos em que o conhecimento é compartilhado por meio de conceitos, teorias, leis, etc. Esse grupo é classificado como teórico. Finalmente, há alunos que aprendem melhor através de atividades práticas.

Baseado nestas considerações, de acordo com Vark-Learn (2020), Neil Fleming criou em 1992, uma técnica de mapeamento de estilos de aprendizagem denominada de VARK (Visual, Aural-Read, Write and Kinesthetic). Segundo Fleming e Bonwell (2019, p. 1), um estilo de aprendizagem se refere às formas preferidas que um indivíduo detém de coletar, organizar e pensar em informações. VARK é a parte que lida com os modos perceptivos, o que significa que está focado nas diferentes maneiras pelas quais os alunos aprendem, fornecem ou expressam informações. Esta técnica analisa o ser humano por meio de quatro canais, conforme a figura 5.

Figura 5 – Modelo de aprendizagem VARK



Fonte: Adaptado de Fleming (2001)

Os indivíduos classificados, no modelo de Fleming, como Visuais, aprendem melhor através de informações providas por apresentações ricas em recursos visuais e descrições. Elas apreciam a utilização de listas para nutrir o raciocínio e organizar os seus pensamentos. Possuem facilidade em lembrar dos rostos de pessoas conhecidas, mas se esquecem

facilmente os nomes delas. Se distraem com movimentos e ações, mas geralmente ignoram distúrbios causados por sons.

Os indivíduos Auditivos gostam de apresentações providas por instruções faladas. Se adaptam melhor em ambientes que propõem soluções de problemas com discussões e diálogos. São facilmente distraídos por sons.

Já os indivíduos que preferem tomar notas, durante atividades como palestras e leitura de materiais complexo, são classificados como Leitura/Escrita. Segundo Hawk e Shah (2007), geralmente, estes indivíduos são adeptos de listas, ensaios, relatórios, livros didáticos, definições, manuais impressos, leituras, manuais, páginas da Web e anotações.

Finalmente, os indivíduos classificados como sinestésicos, gostam de viagens de campo, experimentação e observação. Atividades com abordagens práticas, aguçam seus sentidos para solução de problemas (HAWK e SHAH, 2007).

O quadro 3, estabelece uma relação entre as técnicas de ensino e dos estilos de aprendizagem do modelo VARK.

Quadro 3 – Técnicas de ensino e os estilos de aprendizagem VARK

Visual	Auditivo	Leitura/Escrita	Sinestésico
Diagramas	Debates, palestras	Livros, textos	Estudos de caso
Gráficos/Imagens	Discussões	Folhetos	Modelos de Trabalho
Aula expositiva	Conversas	Leitura de artigos	Palestrantes convidados
Vídeos	CDs de áudio	Comentários escritos	Demonstrações
Resolução de exercícios	Áudio e Vídeo	Desenvolvimento de resumos	Atividade Física
Pesquisa na Internet	Seminários	Ensaio	Resolução de exercícios
Aulas práticas	Música	Múltipla escolha	Palestras
Projeções (<i>slides</i>)	Dramatização	Bibliografias	Aulas Práticas

Fonte: Adaptado de Fleming (2001)

Para estabelecer a pontuação dentro dos quatro canais, Fleming (2001) desenvolveu o questionário do inventário VARK. Na sua versão mais atual, o questionário contém dezesseis perguntas. Cada pergunta descreve determinada situação que possibilita a escolha de uma ou opções de respostas, dentre as quatro disponíveis. Cada opção de resposta corresponde a uma preferência de estilo de aprendizagem do VARK.

O mapeamento do EA de um indivíduo pelo VARK pode ser obtido através do preenchimento do questionário VARK¹. Segundo Vark-Learn (2020), se trata de um questionário de dezesseis perguntas, que fornece aos usuários informações sobre suas preferências de aprendizagem. Essas preferências estão relacionadas às maneiras como desejam receber e fornecer informações.

O motivo de serem realizadas somente dezesseis perguntas, está baseada na experiência de que, se houver muitas perguntas, vinte e cinco ou mais, algumas pessoas levam o questionário menos a sério e algumas podem ficar entediadas com ele ou fornecer respostas falsas por causa do cansaço da pesquisa.

Segundo Fleming e Bonwell (2019, p. 8), cada uma das dezesseis perguntas, possuem quatro respostas que correspondem às preferências do respondente. Pode ser marcada mais de uma resposta para cada pergunta. A primeira opção de resposta sinaliza para a preferência de EA visual, a segunda para EA auditivo, a terceira para EA leitura/escrita e a quarta para EA cinestésico.

Para apurar a pontuação obtida por cada indivíduo, após responder ao questionário VARK, e determinar o EA do respondente, segundo Fleming (2009, p. 4-5), podem ser aplicados os algoritmos padrão e de pesquisa.

O algoritmo padrão é baseado em uma "linha" de pontuações em que as quatro pontuações e o total de um respondente podem ser computados em uma categoria VARK. Por exemplo, se um respondente obtivesse a seguinte pontuação: V = 6; A = 1; R = 9; K = 7; Total de pontos = 6 + 1 + 9 + 7 = 23. O primeiro passo do algoritmo é ordenar a pontuação em ordem decrescente de pontos em cada EA. O segundo passo é calcular a distância de pontos entre os EAs, através da subtração da pontuação entre eles. O(s) EA(s) que ficaram na dentro da faixa de distâncias, conforme o quadro 4 e a figura 6, indicam a classificação final que EA do indivíduo vai receber.

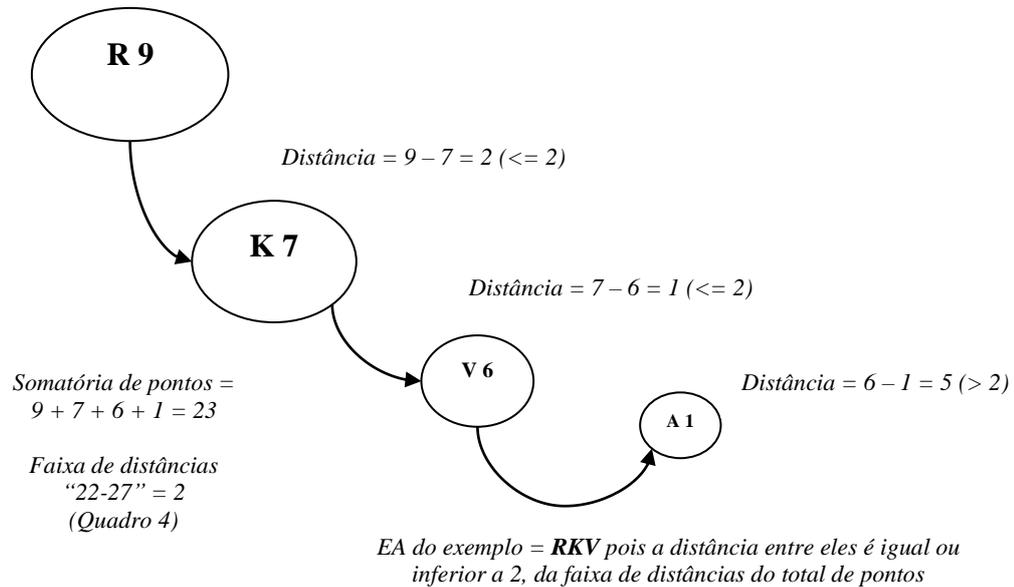
Quadro 4 – Modelo de aprendizagem VARK

Somatória da pontuação de cada EA	Distância entre os EAs
14-21	1
22-27	2
28-32	3
Mais que 32	4

Fonte: Adaptado de Vark-Learn (2020)

¹ <https://vark-learn.com/questionario/>

Figura 6 – Exemplo cálculo EA VARK



Fonte: Adaptado de Vark-Learn (2020)

Já o algoritmo de pesquisa é baseado em uma "coluna" de pontuações onde as quatro pontuações do respondente são comparadas com as quatro pontuações dos outros respondentes, do banco de dados de respostas de questionários anteriores, e categorizadas em um EA VARK. No site público do questionário VARK é aplicado o algoritmo padrão.

Ainda de acordo com Vark-Learn (2020), mais de 1.325.000 pessoas responderam ao questionário VARK em 2018. A análise do banco de dados aponta que existem diferenças nas preferências VARK entre homens e mulheres e, variações conforme a idade.

Quanto ao sexo, os homens têm mais respostas cinestésicas e as mulheres, mais respostas de leitura / escrita.

Quanto a idade, existem mais pessoas com preferências individuais em grupos de idade mais avançada. Os jovens de 19 a 25 anos tinham 36% com preferências individuais e aqueles com mais de 55 anos tinham 43% nessa categoria. Além disso, algumas pessoas relatam que quando eram mais jovens, seu perfil VARK teria sido diferente e que, é a sua exposição a diferentes experiências de vida, viagens, recreação, trabalho e relacionamentos, que teria feito uma mudança em como eles preferem aprender. Porém, estudos longitudinais suficientes não foram feitos para ter certeza disso.

A técnica de mapeamento de estilos de aprendizagem VARK foi escolhida pelo autor para identificar o EA de cada aluno no protótipo desenvolvido, conforme proposto no primeiro tópico dos objetivos específicos desta pesquisa. Esta escolha se justifica, segundo

Fleming e Bonwell (2019, p. 4), visto a sua ampla utilização por instituições educacionais e de negócios, pela sua poderosa simplicidade e capacidade de gerar discussões sobre a aprendizagem. Além disso, o questionário VARK tem sido aprimorado regularmente. Desde de que foi projetado, passou por quatro grandes revisões, a última em 2019 na sua versão 8.0.

CAPÍTULO III O ENSINO À DISTÂNCIA

O capítulo III aborda a história e as características do ensino a distância, dos ambientes virtuais de aprendizagem e da plataforma Moodle.

Segundo Lopes e Pereira (2019, p. 9), a democratização do acesso à educação pode ser compreendida como o meio para a promoção da cidadania e do desenvolvimento, principalmente dos países mais pobres. Assim, a adoção de práticas educacionais mais flexíveis, com o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) se torna essencial.

A adoção das TICs na educação levou à reorganização do trabalho didático e, para alguns, configurou uma nova modalidade de educação, denominada de Educação a Distância (EaD).

O estudo das práticas de EaD assumiu posição de destaque no cenário da educação brasileira e mundial.

3.1 A HISTÓRIA E AS CARACTERÍSTICAS DO ENSINO À DISTÂNCIA

Segundo Saraiva (1996, p. 18), baseada na pesquisa realizada pelo professor Francisco José Silveira Lobo Neto, o primeiro marco da EaD foi um anúncio publicado na Gazeta de Boston, em dia 20/03/1728, pelo professor de taquigrafia Cauleb Phillips: "Toda pessoa da região, desejosa de aprender esta arte, pode receber em sua casa várias lições semanalmente e ser perfeitamente instruída, como as pessoas que vivem em Boston". Na sequência, outro anúncio publicado na Suécia, em 1833, se referia ao ensino por correspondência e, na Inglaterra, em 1840, Isaac Pitman sintetiza os princípios da taquigrafia em cartões postais que trocava com seus alunos. Porém, o desenvolvimento de uma ação institucionalizada de EaD tem início a partir da metade do século XIX.

Para a Pelli e Vieira (2018, p. 4) o ensino por correspondência, marca o início do EaD em todo o mundo e no Brasil na primeira metade do Século XIX, enquanto a teleducação, surge no Brasil no final dos anos 70, com transmissão de aulas ou veiculação de programas educacionais pré-gravados por emissoras educativas, ainda preserva o uso de material impresso e incorpora a adoção da televisão e de videoaulas, audiocassetes e sistemas de telefonia. Em seguida, surgem os ambientes interativos, acessados através de redes de comunicação interativas, como a Internet e os sistemas de videoconferência, e incorpora as mídias anteriores e cria oportunidades para um aprendizado cooperativo online.

Para Saykılı (2018, p. 14), as próximas gerações do EaD precisam combinar tecnologias e pedagogias distintas. Mesmo que um único modelo pedagógico sozinho não consegue responder a todas as questões associadas a como a aprendizagem ocorre, estas pedagogias juntas se apoiam e se complementam. Assim, a medida que surgem inovações tecnológicas, novas áreas de aprendizagem, novas práticas e, portanto, tendências em educação a distância surgem. A formulação de qualquer experiência de aprendizagem a distância, deve considerar como a relação de alunos, professores e recursos é construída em função da pedagogia empregada e tecnologias disponíveis.

Quanto às características do EaD, Rurato et al. (2020, p. 2), afirmam que estas, podem ser resumidas pelos seguintes aspectos: abertura; flexibilidade; eficácia; formação permanente; economia; e, padronização.

A abertura se dá pela diversidade e amplitude de oferta de cursos, através da eliminação de barreiras e requisitos de acesso, e abrangência de uma população numerosa e dispersa com níveis e estilos de aprendizagem diferenciados.

Outra característica é a flexibilidade de espaço, assistência, tempo e ritmos de aprendizagem, com percursos distintos que possibilitem variadas entradas e saídas, e a combinação entre trabalho/estudo/família.

A eficácia se dá quando motiva o indivíduo a se tornar sujeito de sua própria aprendizagem, a aplicar o que aprende, a se avaliar, e, para isso, deve receber todo suporte pedagógico, administrativo e cognitivo, através dos meios de comunicação bidirecional.

Quanto à formação permanente, há uma constante demanda no campo profissional por continuidade da educação formal e, assim, a necessidade regular de aquisição de novos valores, interesses, atitudes e conhecimentos.

As últimas características são a economia, pois evita a necessidade de deslocamento e a ausência do local de trabalho, e a padronização, que minimiza a transmissão de conhecimento de forma diversificada, o que provoca diferentes níveis de formação dos estudantes.

Atualmente, para que estratégias do EaD se consolidem, é fundamental a existência de ferramentas que possibilitem a articulação dessas características, como os ambientes virtuais de aprendizagem.

3.2 OS AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Segundo Giufra Palominio apud Al-ajlan e Zedans (2017, p. 23), ambientes virtuais de ensino-aprendizagem podem ser estabelecidos como um conjunto de ferramentas de

aprendizagem interativas integradas, em que recursos de conteúdo e pedagógicos estão disponíveis online e são considerados indispensáveis na educação.

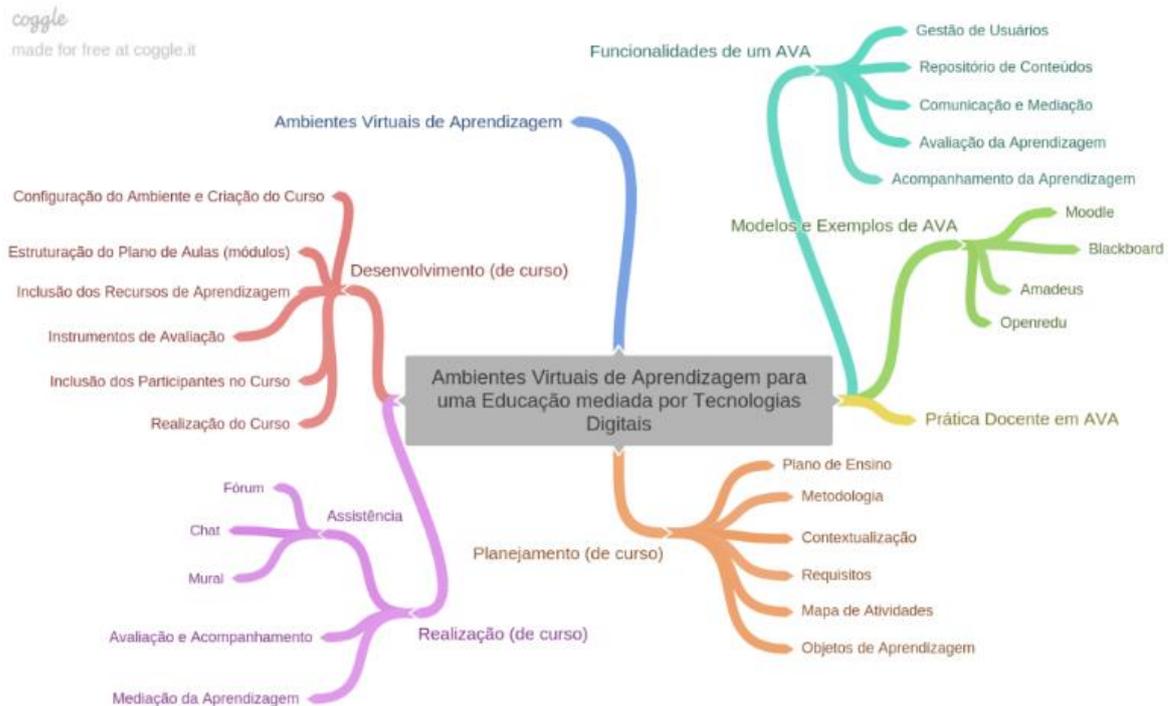
De acordo Almeida (2003, p. 331), os ambientes virtuais são sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Eles permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções, tendo em vista atingir determinados objetivos.

Os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são utilizados por diferentes tipos de usuários, dentre eles, professores, estudantes, tutores, entre outros. Pelo fato de serem sistemas que possibilitam o acesso por grande quantidade deles, principalmente estudantes e, por estes terem características diferentes, tanto em estilos de aprendizagem quanto em habilidades de aprendizagem, o desenvolvimento de ambientes adaptativos se torna cada vez mais relevante.

Habitualmente, os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são usados de forma satisfatória em ensino online, mas não se comportam de forma interativa e personalizada com os alunos. Para Zuasnabar (2003), o uso de interfaces inteligentes torna os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem na web mais intuitivos, pois conseguem adaptar a conduta do sistema às características individuais dos estudantes.

A figura 7 descreve um mapa mental do universo dos principais AVAs no momento desta pesquisa.

Figura 7 – Mapa mental de um AVA



Fonte: Pimentel e Gomes (2019)

Segundo Pimentel e Gomes (2019), os principais recursos de um AVA são: estruturação de um plano de aulas; inclusão de recursos de aprendizagem, como um arquivo no formato pdf, slides, textos, até um link de vídeo externo que ilustre o assunto tratado na disciplina; instrumentos de avaliação, por exemplo, a entrega de um material ou a resposta a uma série de perguntas ao final de um ciclo, com a possibilidade de *feedback* para o estudante; inclusão dos participantes no curso; e assistência aos alunos, através de fóruns, *chats*, murais e mediação da aprendizagem.

A partir do advento da chamada Web 2.0, surge a urgência por ambientes virtuais de segunda geração. De acordo com Harris e Rea (2020, p. 137), as tecnologias da Web 2.0 abrangem uma variedade de diferentes significados que incluem uma maior ênfase no usuário, através do compartilhamento de conteúdo, esforço colaborativo, novas maneiras de interagir com aplicativos baseados na Web, e o uso da web como plataforma social para gerar, reposicionar e consumir conteúdo.

Segundo Filatro e Piconez (2008, p. 80), esses ambientes virtuais são nós de uma rede de conteúdos, conectados a outros nós e serviços de conteúdos utilizados por outros alunos.

Nessa visão, os sistemas para educação a distância deixam de ser aplicativos institucionais ou corporativos e ferramentas para entrega/consumo de conteúdo para transformarem-se em centros de aprendizagem pessoal, nos quais as ferramentas de

autoria/criação permitem que o conteúdo seja reutilizado e recombinado de acordo com as necessidades e interesses do aluno. (FILATRO; PICONEZ, 2008, p. 80).

A presente pesquisa está focada em apresentar um modelo de integração de um ambiente virtual de aprendizagem com agentes de inteligência artificial, com o objetivo de auxiliar na adaptatividade dos alunos à variedade de conteúdos concorrem com a atenção destes alunos a partir do advento da Web 2.0.

Ainda, segundo Pimentel e Gomes (2019), existem algumas plataformas como o Moodle e Blackboard, e outras concebidas no Brasil como as plataformas Amadeus e Openredu.

A plataforma Blackboard Learn é um AVA e, também, um sistema de gerenciamento de cursos desenvolvido pela Blackboard Inc. É um software com tecnologia baseado na Web, com arquitetura personalizável e *design* escalável, que possibilita a integração com sistemas acadêmicos e protocolos de autenticação. Pode ser instalado em servidores locais ou hospedado pelo Blackboard ASP Solutions. Sua licença de distribuição é proprietária, diferenciando-se do tipo de licença livre que é adotada pelo Moodle.

A plataforma Amadeus usa, também, tecnologia baseado na Web, porém, fez uso de elementos que possibilitam aos usuários manipular a própria plataforma, por meio da linguagem de programação Java Script.

Essa forma de construir suas interfaces Web permitiu eliminar a necessidade de navegação, pois as diferentes partes do sistema poderiam ser apresentadas na página inicial sem necessidade de carregamento de uma nova página Web a cada solicitação do usuário. (PIMENTEL; GOMES, 2019)

Além disso, a plataforma Amadeus permite a integração com diversas mídias em sua interface, tais como: jogos e simulações multiusuários (que agregam recursos da realidade virtual), vídeos, conteúdo textual, áudio e imagens.

A plataforma Moodle é o AVA a ser adotada nesta pesquisa, pois além de muito utilizada, por ser de código aberto, possibilita fácil adaptação e integração com STIs.

3.3 A PLATAFORMA MOODLE

Segundo Moodle (2019), este AVA foi criado em 2001 e é uma plataforma de aprendizado projetada para fornecer aos educadores, administradores e alunos um sistema robusto, seguro e integrado para criar ambientes de aprendizado personalizados. Por ser de

código aberto, este ambiente virtual pode ser personalizado e adaptado. O design modular e interoperável possibilita que os desenvolvedores possam criar plugins e integrar a aplicativos externos e, assim, obter funcionalidades específicas.

O AVA Moodle possui inúmeras funcionalidades, que incluem a administração do ambiente, configurações de cursos e criação de atividades e conteúdos. Quanto às atividades e conteúdos, a plataforma permite criar: enquetes de uma única questão, com respostas de múltipla escolha e atribuição de notas; lições que permitem a disponibilização do conteúdo de modo flexível, por meio de páginas organizadas sequencialmente; pesquisas com a elaboração de consultas personalizadas e questões de acordo com seus interesses; pesquisa de avaliação com a realização de consulta aos alunos sobre suas percepções, atitudes e motivações no contexto da disciplina; recurso com diversas páginas em formato de livro, com capítulos e subcapítulos; rótulos com títulos e textos curtos, o que possibilita a nomeação e a organização das informações nas páginas da disciplina; inserções nas disciplinas de um endereço de qualquer página da web; chats para comunicação escrita síncrona, em tempo real, entre os participantes da disciplina; questionários com questões de vários tipos, dentre elas, múltipla escolha, verdadeiro ou falso, correspondência ou resposta curta; tarefas que permitem aos participantes a postagem de arquivos em diferentes formatos (documentos, imagens, PDF, apresentações, vídeos, áudios etc.) ou de um texto redigido no editor de texto da própria ferramenta; dentre outros.

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa, para demonstrar a integração dos agentes de inteligência artificial com o Moodle, insere somente tarefas como atividade para os alunos nos tópicos do curso. A inserção das demais atividades e conteúdos poderão ser previstos em futuras evoluções desta pesquisa.

Além disso, a capacidade do Moodle em obter funcionalidades específicas pela integração com aplicativos externos, possibilita o acoplamento de novos STI que podem ser adaptados ao contexto do tipo de estudante que utilizará suas funcionalidades.

CAPÍTULO IV OS SISTEMAS DE TUTORIA INTELIGENTE MULTIAGENTES

O capítulo IV discorre sobre as técnicas e arquitetura adotados pelos sistemas de tutoria inteligente, baseados em sistemas multiagentes, a história e evolução da inteligência artificial e dos algoritmos dos sistemas de recomendação.

De acordo Giraffa (1999), os STI, que utilizam a tecnologia de agentes nos seus projetos, são formados por uma associação de agentes que atuam de forma cooperativa através de diversas técnicas de IA.

Na computação, Wooldridge (2013, p. 4) afirma que agentes inteligentes são sistemas computacionais situados em algum ambiente, com capacidade de agirem de forma autônoma, a fim de atingirem seus objetivos, ou seja, sem a intervenção de seres humanos e de outros sistemas. Eles têm controle tanto sobre seus próprios estados internos quanto sobre seus comportamentos.

Este capítulo detalha os recursos que suportam os STI multiagentes: a Inteligência Artificial, a arquitetura dos STI, Sistemas Multiagentes, a aprendizagem de máquina e os algoritmos dos agentes inteligentes propostos na pesquisa.

4.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Para Rosa (2011), a definição de IA é motivo de discussão entre os pesquisadores, pois definir “Artificial” é simples, mas “Inteligência” é bem mais complicado. Uma definição bastante esclarecedora é: “IA é o estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas as quais, até o momento, os homens fazem melhor” (RICK, 1994). A figura 8, traz outras definições de IA.

Figura 8 – Algumas definições de inteligência artificial, organizadas em quatro categorias

Pensando como um humano	Pensando racionalmente
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) <i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
Agindo como seres humanos	Agindo racionalmente
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

Fonte: Russel e Norvig (2013)

Russel e Norvig (2013) relatam que o primeiro trabalho reconhecido como IA foi realizado por Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943. A base deste trabalho foi o conhecimento da fisiologia básica e da função dos neurônios no cérebro, a análise formal da lógica proposicional criada por Russell e Whitehead, e a teoria da computação de Turing. Desta forma, esses pesquisadores propuseram um modelo de neurônios artificiais, em que cada neurônio pode estar “ligado” ou “desligado”, com a troca para “ligado” provocada pela estimulação de um número razoável de neurônios próximos.

Na sequência, ainda segundo Russel e Norvig (2013), em 1950, os alunos de Harvard, Marvin Minsky e Dean Edmonds, desenvolveram o primeiro computador de rede neural, denominado SNARC. Este computador usava 3.000 válvulas eletrônicas e um mecanismo de piloto automático retirado de um bombardeiro B-24 para simular uma rede de 40 neurônios. Também surgiram exemplos de trabalhos que atualmente podem ser caracterizados como IA, mas a visão de Alan Turing foi talvez a mais influente. Em 1950, através do artigo “Computing Machinery and Intelligence”, ele apresentou o teste de Turing, aprendizagem de máquina, algoritmos genéticos e aprendizagem por reforço. Em 1956, John McCarthy, outra figura influente na IA, propôs a reunião de pesquisadores dos Estados Unidos interessados em teoria de autômatos, redes neurais e estudo da inteligência, para prosseguir com o estudo de que cada aspecto da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência pode, em princípio, ser descrita tão precisamente a ponto de ser construída uma máquina para simulá-la.

Segundo Machado (2020, p. 13), entre 1952 e 1969, a IA teve vários marcos históricos: em 1958 John McCarthy no Lab Memo n.1 do MIT define a linguagem de

programação LISP (List Processing) que se transformou na linguagem dominante da IA, e publicou um artigo intitulado “Programs with common sense”, onde descrevia um programa hipotético designado por “Advice taker”, o qual pode ser visto como o primeiro sistema completo da IA; em 1959 a IBM produz alguns dos programas de IA, denominados Geometry Theorem Prover; Arthur Samuel desenvolveu um programa capaz de jogar damas ao nível de um jogador de torneio. Depois deste período, até 1974, a IA praticamente esteve restrita ao ambiente acadêmico.

É interessante notar que o fato de que não havia interesse em construir programas de IA “de verdade”, isto é, com aplicações práticas, não se deve a uma eventual incompetência em programação dos pesquisadores em IA. Pelo contrário, foi a inspiração desses “hackers” que levou a conceitos hoje integrados à ciência da computação, como: tempo compartilhado, processamento simbólico de listas, ambientes de desenvolvimento de “software”, orientação objeto, etc., além da mudança da relação usuário-computador ao eliminar a intermediação de um operador e colocar cada usuário diante de sua estação de trabalho (MACHADO, 2020, p. 13).

A partir da década de 80, a IA transforma-se numa indústria, com o desenvolvimento de softwares nas mais diversas áreas do conhecimento, como saúde, transporte, educação, dentre outras.

Segundo Rosa (2011), as aplicações de IA vão desde jogos até prova de teoremas, conforme demonstrado na figura 9.

Figura 9 – Aplicações de IA

TAREFAS “CORRIQUEIRAS”	
Percepção •Visão •Fala	Linguagem natural •Entendimento •Geração •Tradução
Raciocínio de senso comum	Controle de robôs

TAREFAS FORMAIS	
Jogos •Xadrez •Etc.	Matemática •Geometria •Lógica •Cálculo integral

TAREFAS ESPECIALISTAS	
Engenharia •Projeto •Descoberta de falhas •Planejamento de manufatura	Análise científica
	Diagnóstico médico
	Análise financeira

Fonte: Rosa (2011)

Para Rowe (1988, p. 15), a IA inclui o desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de: se comunicarem com o ser humano em línguas naturais, através de um dispositivo computacional, pela digitação ou fala; se lembrarem de fatos complicados, inter-relacioná-los e obter conclusões; planejarem sequência de ações para alcançar metas; oferecerem ajuda baseada em regras complexas, nas mais diversas situações; reconhecerem imagens com a utilização de câmeras; se moverem entre objetos do mundo real.

Segundo Bazzan (2010, p. 111), um dos objetivos da IA tem sido a de fazer computadores simularem o raciocínio humano. Porém, os espaços sociais nos quais os seres humanos agem, praticamente esteve relegado a um segundo plano. Com os recentes avanços em tecnologia da informação e comunicação, torna-se necessário a introdução de um novo paradigma que possa levar em conta as interações sociais entre os agentes inteligentes. Daí o surgimento de sistemas multiagentes.

4.2 OS SISTEMAS MULTIAGENTES

Segundo Russell e Norvig (2013), um agente é um sistema capaz de perceber através de sensores as informações do ambiente onde está inserido e reagir através de atuadores. É um software que possui várias propriedades específicas associadas ao seu objetivo ou papel na sociedade multiagente que faz parte.

Nas definições de Wooldridge (2002, p. 15) e Franklin e Graesser (1996, p. 4) sobre os agentes, alguns conceitos importantes em comum se destacam: estar situados em um ambiente; descobrir de forma autônoma o que fazer; perseguir sua própria programação; agir ao longo do tempo. Assim, os agentes podem ter uma arquitetura reativa ou deliberativa.

De acordo com Bazzan (2010, p. 112), houve pouco movimento no sentido de integrar os agentes em sistemas holísticos. A área de sistemas multiagentes surgiu justamente como tentativa de integrar os diversos componentes em uma entidade denominada agente.

Desta forma os SMA surgiram numa área de pesquisa da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) e, se concentra em estudar o comportamento de uma associação entre agentes, que possuem autonomia, e realizam tarefas que não são possíveis de serem realizadas individualmente.

Para Silva (2009), os SMA são constituídos de vários agentes que produzem conjuntamente, de forma a realizar um determinado número de tarefas ou objetivos. Tais objetivos podem ser comuns a todos os agentes ou não. Os agentes dentro de um SMA podem

ser divergentes ou semelhantes, cooperativos ou concorrentes, dentre outros. A definição dos tipos de agentes depende da finalidade da aplicação que o SMA está inserido.

Segundo Chopra e Singh (2013, p. 101), SMA são sistemas distribuídos e projetá-lo significa especificar rigorosamente as comunicações entre os agentes por meio de protocolos de interação. Isso torna a especificação dos protocolos de interação especialmente interessante e desafiadora, porque os agentes são entidades autônomas e heterogêneas. Os protocolos para SMA se tornam fundamentalmente diferentes de outros tipos de sistemas distribuídos, como redes de computadores e bancos de dados distribuídos.

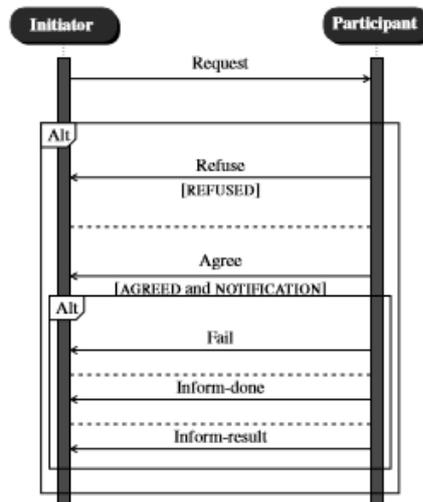
4.2.1 Protocolos de Sistemas Multiagentes

Devido às especificidades de se estabelecer protocolos de comunicação entre os agentes em SMA, surgiu a *Foundation for Intelligent Physical Agents* (FIPA). Segundo FIPA (2020), a instituição foi originalmente formada como uma organização com sede na Suíça em 1996 para produzir especificações de padrões de software para agentes heterogêneos e sistemas baseados em agentes. Desde a sua fundação, a FIPA tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento de padrões para agentes e promoveu uma série de iniciativas e eventos que contribuíram para o desenvolvimento e a adoção da tecnologia de agentes. Além disso, muitas das ideias originadas e desenvolvidas na FIPA estão agora em foco nas novas gerações de tecnologia da Web / Internet e especificações relacionadas.

Para que haja uma comunicação organizada dos agentes de uma SMA, é fundamental se adotar um protocolo padronizado. Segundo Chopra e Singh (2013, p. 111), o protocolo de solicitação da FIPA trata dos detalhes operacionais de quando determinadas mensagens podem ou devem ser enviadas, mas não aborda os significados das próprias mensagens. Neste aspecto se desvia da computação distribuída tradicional.

A figura 10 mostra o protocolo FIPA em tratamento de uma solicitação de interação, demonstrado na notação de diagrama de sequência da Unified Modeling Language (UML). Este protocolo envolve duas funções, um INICIADOR e um PARTICIPANTE. O INICIADOR envia um pedido ao PARTICIPANTE, que responde à solicitação. Ao responder, o protocolo segue com a resposta detalhada, que pode ser uma falha ou uma informação. O PARTICIPANTE pode omitir a mensagem de concordância, a menos que o INICIADOR solicite uma notificação.

Figura 10 – Protocolo de interação de solicitação do FIPA



Fonte: Chopra e Singh (2013, p. 112)

Ainda segundo Chopra e Singh (2013, p. 116), a FIPA desenvolveu também a linguagem Agent Communication Language (ACL), com o objetivo de definir uma sintaxe de interoperabilidade entre agentes criados, e facilitar a comunicação entre eles. A semântica desta linguagem é baseada na formalização de conceitos cognitivos, como crenças e intenções de agentes.

Segundo Mendonça (2016, p. 8), o quadro 5 mostra os parâmetros de mensagens FIPA ACL com uma breve descrição para facilitar o entendimento e o uso destes. Cada mensagem de representação de ACL possui descrições precisas da sintaxe da codificação baseadas em *eXtensible Markup Language* (XML), cadeias de textos e vários outros esquemas.

Quadro 5 – FIPA Parâmetros ACLMessage

Parâmetro	Categoria	Descrição
performative	Atos Comunicativos	Indica o tipo do ato comunicativo
sender	Participante na comunicação	Indica a identidade do remetente
receiver	Participante na comunicação	Indica a identidade dos destinatários
reply-to	Participante na comunicação	Indica que as mensagens serão direcionadas para o agente nomeado no reply-to.
content	Conteúdo da mensagem	Indica o conteúdo da mensagem
language	Descrição da conteúdo	Indica o idioma no qual é expresso.
encoding	Descrição da conteúdo	Denota a codificação específica
ontology	Descrição da conteúdo	Indica a ontologia que é utilizada
protocol	Controle de conversação	Protocolo de interação que o agente está empregando
conversation-id	Controle de conversação	Introduz um identificador de conversação
reply-with	Controle de conversação	Introduz uma expressão que será usada na resposta do agente
in-reply-to	Controle de conversação	Denota uma expressão que faz referência a uma ação
reply-by	Controle de conversação	Denota um tempo

Fonte: Mendonça (2016, p. 8)

Para a comunicação efetiva de agentes que precisam efetuar trabalho colaborativo, Poslad e Charlton (2001, p. 115), afirmam ser necessário que estes estejam dotados de um modelo de socialização. Assim, os agentes necessitam adotar um vocabulário comum e compreender a relação entre os conceitos definidos, de modo a reproduzir conhecimento e analisar as mensagens trocadas, para realizar corretamente as suas tarefas. Segundo Fornara (2003, p. 68), na IA a definição lógica e relação entre estes conceitos é classificada como ontologia.

Para Teixeira (2019, p. 26), uma ontologia especifica a representação de vocabulário para um determinado domínio e as suas relações e funcionalidade, enquanto Gruber (1993, p. 1), a define como uma especificação e conceitualização do conhecimento, que uma comunidade de agentes pode usar na sua comunicação.

Hadzic et al. (2009), afirmam que, para os agentes utilizarem uma ontologia, é necessário haver concordância com os conceitos definidos nela, bem como a sua representação. Mas, é possível que um agente possa usar mais do que uma ontologia, onde a utilização de cada uma delas permite a comunicação com um determinado agente.

De acordo McArthur et al. (2007, p. 1754), o conteúdo que trafega numa mensagem envolve a linguagem de conteúdo e ontologia, sendo que a linguagem fornece a sintaxe do conteúdo, e a ontologia o léxico que ele contém. Fornara (2003, p. 69) declara que, de modo a representar o conteúdo das mensagens utilizado pelo padrão de comunicação FIPA ACL, a FIPA definiu linguagens de conteúdo de forma a expressar a formalidade, objetos,

proposições, relações e funções. Estas linguagens são: FIPA *Semantic Language* (SL); FIPA *Constraint Choice Language* (CCL); *Knowledge Interchange Format* (KIF) e RDF.

Na proposta da linguagem de representação FIPA SL, de acordo com FIPA (2002a), é definida por uma fórmula o que possibilita a atribuição de um valor verdadeiro num determinado contexto. A ação pode ser realizada em sequência ou paralelamente a outras ações, e o *Identifying Reference Expression* (IRE), identifica o objeto num determinado domínio.

Já a FIPA CCL, segundo FIPA (2002b), é baseada na representação de problemas relacionados com múltiplas opções inter-relacionadas e permite tratar problemas pela satisfação de restrições.

A KIF, conforme Genesereth e Fikes (1992, p. 13), conta uma semântica declarativa e tem como objetivo descrever fatos sobre o mundo em vez de processos ou procedimentos, através de funções, relações e regras. A sua lógica é de primeira ordem, e por isso fornece a expressão arbitrária no cálculo de predicados.

A RDF, de acordo com W3C (2014), é uma linguagem em que suas vantagens são caracterizadas pela extensibilidade, reutilização, simplicidade, além de ser um padrão para aplicações web. Sua sintaxe pode ser codificada em *eXtensible Markup Language* (XML), Turtle, N3, Ntriple, Json-LD, entre outros.

4.2.2 Plataformas de desenvolvimento de Sistemas Multiagentes

De acordo Rousset et al. (2014, p. 2), o interesse por ambientes de programação distribuídos de SMA aumentou, pois, estas plataformas paralelas oferecem mais recursos para executar simulações de agentes e possibilita conquistar resultados ou comportamentos que não foram possíveis de obter com menor número de agentes. O desenvolvimento destes SMA pode ser bastante complexo, principalmente no desenho da arquitetura, dos modelos dos agentes e das suas comunicações. As plataformas de desenvolvimento, ajudam a simplificar este processo, através da disponibilização de serviços que realizam a gestão do ciclo de vida dos agentes, da comunicação entre eles, e da percepção dos agentes perante o ambiente.

Segundo Teixeira (2019, p. 25), algumas das plataformas mais conhecidas são: FIPA-OS, ZEUS, OAA e JADE.

A plataforma FIPA-OS (*Open Source*) foi desenvolvida originalmente pela multinacional norte-americana/canadense Nortel Networks e atualmente está sendo mantida pela empresa Emorphia. Esta plataforma foi uma das primeiras implementações de FIPA-

ACL disponíveis no mercado, e a versão 1.0 foi liberada no ano de 1999. Segundo Poslad et al. (2000, p. 2-3), a ferramenta possui: diferentes tipos de agentes; diferentes camadas para comunicação entre agentes; gestão das mensagens e diálogos entre agentes; plataforma dinâmica que suporta vários protocolos de transporte de mensagens; interfaces abstratas para padrões; e ferramentas de diagnóstico e visualização. As linguagens utilizadas por esta ferramenta também suportam os padrões definidos pela FIPA, nomeadamente a FIPA ACL para a linguagem de comunicação, e FIPA SL, FIPA CCL e FIPA RDF como linguagens de conteúdo.

Segundo Collis et al. (1998, p. 62-65), a plataforma ZEUS permite a elaboração de SMA colaborativos e utiliza a linguagem de programação Java, e aproveita os melhores recursos da sua natureza orientada a objetos. Esta ferramenta possui três componentes: a biblioteca de componentes do agente, que possibilita o desenvolvimento das funcionalidades necessárias para a criação de um agente colaborativo, ou seja, comunicação assíncrona, mailbox, ontologias, planeamento de tarefas, dentre outras; visualização para depuração de código dos agentes; e construção de agentes, que respeita uma metodologia de desenvolvimento bem definida, com definição do domínio, agentes, a sua organização, coordenação, tarefas, regras e definições de fatos. A ferramenta também segue os padrões da FIPA e utiliza as linguagens *Knowledge Query and Manipulation Language* (KQML) e FIPA SL.

A plataforma *Open Agent Architecture* (OOA), segundo Martin e al. (1999, p. 2), tem foco na construção de uma comunidade distribuída de agentes. Sua principal característica é a utilização do registo das tarefas a executar num “quadro-negro”, onde o agente facilitador coordena os agentes do sistema que vão executar essas tarefas conforme as suas capacidades. Possui três tipos de agentes: aplicativos, que fazem conexão com Application Programming Interface (API); meta-agentes que se servem de conhecimento e raciocínio para coordenar agentes consoante regras; e de interface com o utilizador, que recolhem dados provenientes do utilizador, como gestos, discurso, etc. Os agentes estabelecem as suas comunicações através da linguagem *Interagent Communication Language* (ICL).

Uma das plataformas mais citadas em trabalhos científicos é o *framework* JADE. De acordo com Bellifemine et al. (2007, p. 1-2), JADE é uma ferramenta desenvolvida na linguagem JAVA e segue os padrões criados pela FIPA, que permite a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos. Esta plataforma disponibiliza serviços para a criação de agentes, que abrange os seus comportamentos e comunicações segundo a linguagem de comunicação FIPA ACL, além de disponibilizar ferramentas gráficas para acompanhamento das

comunicações. Possibilita serviços de depuração de código, pesquisa de serviços, mobilidade de agentes, entre outros. Quanto à linguagem de representação de conteúdo, a ferramenta utiliza o padrão FIPA SL, mas permite a utilização de outras linguagens através da serialização e desserialização de dados.

A plataforma escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho é a JADE, por ser uma das ferramentas mais utilizadas em trabalhos correlatos e pela familiaridade do autor com a linguagem de programação JAVA.

4.3 OS SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Segundo Rivera et al. (2018, p. 937), os Sistemas de Recomendação (SR), são softwares que recuperam e filtram os dados por meio de conteúdo e perfis semelhantes. Esses sistemas são geralmente usados no comércio eletrônico. Alguns sites, como o Amazon², por meio de SR oferece recomendações de produtos que os usuários não conhecem e que podem ser do seu interesse. As recomendações sugeridas reduzem o trabalho do usuário na busca por produtos do seu interesse. Porém, essa tecnologia não é usada apenas para vender produtos, mas também para sugerir vídeos (YouTube³), filmes (NetFlix⁴), amigos (Facebook⁵), dentre outros.

Para Schafer et al. (1999, p. 158), o aumento de meios de disponibilização de conteúdo, de produtos ou informação, através da Web, acarreta uma situação em que o usuário possui muitas opções de escolha antes mesmo de estar preparado para selecionar uma alternativa que atenda suas necessidades. Um dos objetivos dos SR é amenizar os impactos gerados por essa sobrecarga de informação.

Os SRs utilizam repositórios de informação e dados de preferência dos usuários para direcionar conteúdos aos indivíduos com potenciais interesses. Um dos desafios dos SRs é realizar a indicação de produtos, serviços e/ou informação que melhor atendam as expectativas dos usuários (e ao seu perfil) (SILVA ET AL., 2013, p. 68)

O uso de SR se estende por vários segmentos, entre os quais, o educacional. Para Rivera et al. (2018, p. 938), os SR, aplicados na educação, têm o papel de apoiar as atividades de ensino e aprendizagem através da recuperação precisa de informações. Estes sistemas podem auxiliar os alunos pela sugestão de textos, vídeos, áudios, animações, dentre outros,

² <https://www.amazon.com/>

³ <https://www.youtube.com/>

⁴ <https://www.netflix.com/br/>

⁵ <https://www.facebook.com/>

que são utilizados nos AVA, de acordo com as características do seu perfil. Desta forma, podem contribuir com os profissionais de educação, pois, de acordo com Silva et al. (2011, p. 257), auxiliam no processo de indicar ou receber indicação de materiais que, de alguma forma, possam ser úteis para um usuário ou um grupo de usuários.

Objetivamente, Adomavicius e Tuzhilin (2005, p. 735), definem que o problema de recomendação pode ser representado por C , que é o conjunto de todos os usuários do sistema e S , como o conjunto de itens que podem ser recomendados. Desta forma a função de utilidade u pode medir quão útil o item I pode ser para o usuário: $u: C \times S \rightarrow R$, onde R é um conjunto limitado e conhecido.

Então, para cada usuário $c \in C$, o que o SR precisa encontrar é o item $s \in S$ com maior utilidade para o usuário, de acordo com a figura 11.

Figura 11 – Fórmula de utilidade de um item

$$\forall c \in C, s'_c = \arg \max_{s \in S} (c, s)$$

Fonte: Adomavicius e Tuzhilin (2005, p. 735)

Segundo Aloise (2016, p. 20), geralmente nos SRs, esta função de utilidade é que arbitra se um usuário em particular gostou de um determinado item, baseado nas avaliações realizadas anteriormente pelos usuários. Para isto, é necessário calcular uma métrica para um item que o usuário não viu e, assim, as recomendações possam ser feitas.

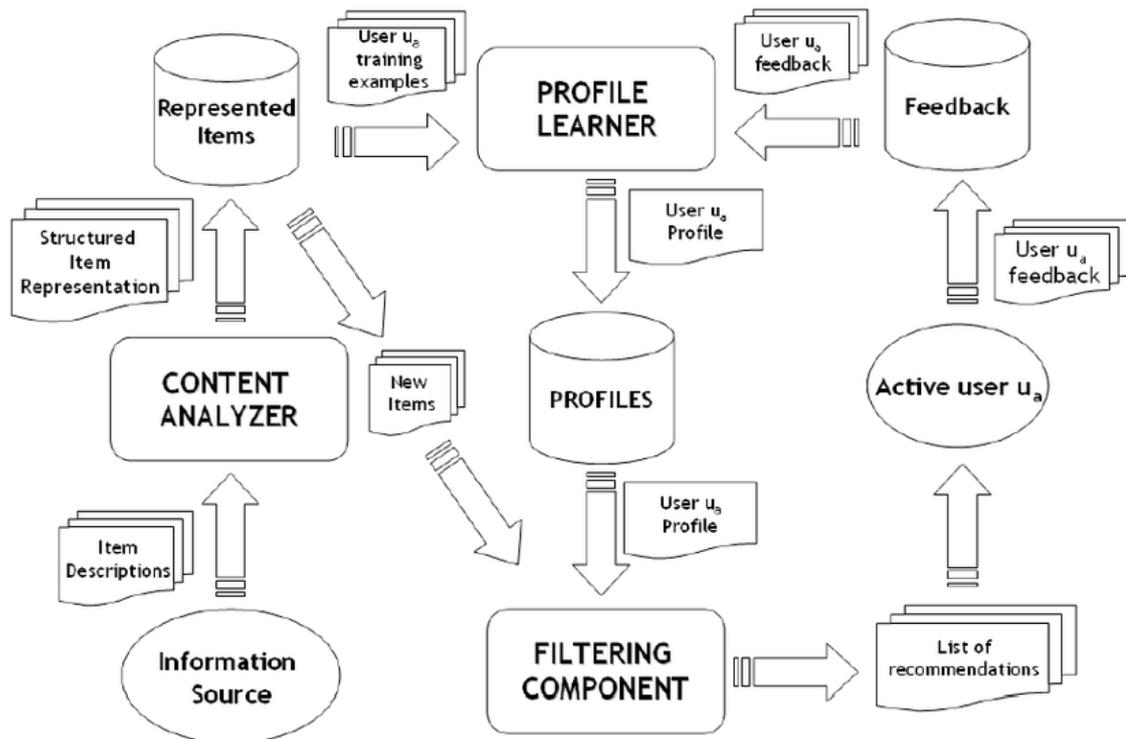
4.3.1 Predição dos Sistemas de Recomendação no ensino eletrônico

Para Júnior (2018, p. 40), as formas de se predizer os valores da métrica, no contexto do ensino eletrônico, são divididas comumente em três categorias: filtragem colaborativa, baseada em conteúdo e híbrida.

Na técnica de filtragem colaborativa, os OA recomendados para um grupo de estudantes com preferências e perfis similares são recomendados para novos estudantes que possuem características semelhantes. “Esta técnica baseia as suas recomendações nos comportamentos/interesses dos utilizadores do sistema. O interesse do utilizador sobre um produto, pode ser obtido de forma explícita ou implícita” (MOREIRA, 2019, p. 37).

Na técnica de filtragem baseada em conteúdo, a recomendação de OAs considera a similaridade entre o conteúdo dos OA e dos perfis dos estudantes. Segundo Isinkaye et al. (2015, p. 264), esta técnica usa recursos extraídos de conteúdos acessados e avaliados no passado, principalmente, com classificação positiva, para recomendar itens que mais se aproximam aos interesses do usuário, conforme demonstrado na figura 12.

Figura 12 – Arquitetura de um sistema baseado em conteúdos



Fonte: Koene et al. (2015, p. 3)

Dentre os componentes da figura 12, o *Content Analyzer*, é quem cuida da análise e normalização dos dados. O *Profile Learner*, cuida de criar o perfil do utilizador e o *Filtering Component* filtra os produtos mais interessantes para o utilizador.

4.3.1 Aplicação do algoritmo *K-Nearest Neighbor* em Sistemas de Recomendação

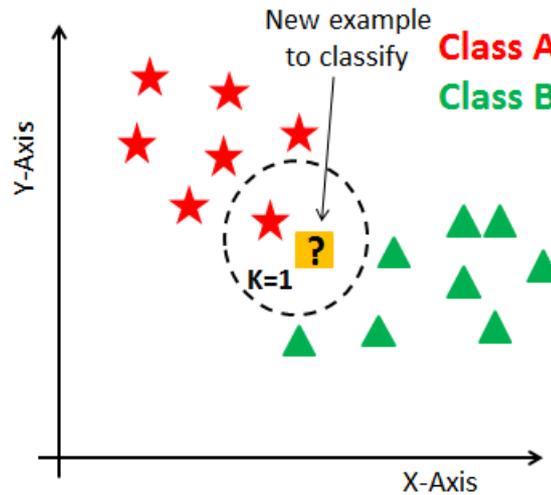
Alguns algoritmos podem ser utilizados para filtragem de conteúdo em sistemas de recomendação, dentre eles, o *K-Nearest Neighbor* (KNN), de acordo com Pazzani e Billsus (1997).

No algoritmo KNN, de acordo com Andoni e Indyk (2008, p. 117), o problema do vizinho mais próximo é definido da seguinte maneira: dado um conjunto de n pontos, tenta determinar em qual grupo um ponto está, através dos pontos ao seu redor. Esse problema é de

grande importância em várias áreas; alguns exemplos são: compactação de dados, bancos de dados, mineração de dados, recuperação de informações, imagem e vídeo bancos de dados, aprendizado de máquina, reconhecimento de padrões, estatística e análise de dados.

Para Luz (2019), a figura 13 exemplifica o funcionamento do algoritmo KNN.

Figura 13 – Exemplo de funcionamento do algoritmo KNN



Fonte: Luz (2019)

No exemplo da figura 13, uma variável chamada de K , a qual é parte do nome do modelo e também o principal parâmetro a ser selecionado. Este parâmetro direcionará a quantidade de vizinhos. Imagine que temos um valor $P1$ o qual queremos prever, entre um grupo de duas classes em que o valor atribuído a K foi 1 ($K=1$), primeiro é necessário identificar o ponto mais próximo a ele e depois qual a classe que o identifica, neste caso a classe A, das estrelas vermelhas. Caso o valor atribuído a K seja maior que 1, é preciso realizar uma votação em que a maioria dos pontos mais próximos indica a que classe este ponto $P1$ realmente faz parte. Para calcular a distância entre os pontos, algumas medidas podem ser utilizadas, como: distância Euclidiana; distância de Hamming, distância Manhattan; distância de Minkowski.

Quanto à distância Euclidiana, para Marques e Neto (2020, p. 3), nas ligações simples o agrupamento é feito pela junção de dois grupos com menor distância ou maior similaridade. Singh et al. (2013, p. 13) afirma que esta medida é calculada pela raiz da diferença quadrada entre coordenadas de par de objetos, conforme a figura 14.

Figura 14 – Fórmula de cálculo da Distância Euclidiana

$$Dist_{XY} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

Fonte: Singh et al. (2013, p. 13)

Já a distância de Hamming, de acordo com Forouzan(2010, p. 274), é a menor distância entre todos os pares possíveis em um conjunto de palavras. Por exemplo, a distância de Hamming entre: "elabore" e "melhore" é 4; 2173896 e 2233796 é 3; 11011 e 10011 é 1.

A distância de Manhattan também é uma métrica que calcula a proximidade entre dois pontos, porém é baseada na soma das diferenças absolutas de suas coordenadas.

Essa distância tem esse nome porque simula o trajeto que um táxi faria ao se deslocar entre os dois pontos nos quarteirões da cidade de Manhattan. Para ter essa distância, basta somar as diferenças absolutas entre os valores dos eixos x e y nos dois pontos. O resultado pode ser maior do que a distância real, mas em muitos casos pode servir como uma boa aproximação a um custo computacional consideravelmente menor (FONSECA, 2018, p. 32).

A distância de Manhattan pode ser definida pela expressão exibida na figura 15.

Figura 15 – Expressão da similaridade da distância de Manhattan

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

Fonte: Silva e Ribeiro (2018, p. 110)

A figura 15 acima mostra a expressão utilizada para calcular a distância Manhattan, onde: $d(x,y)$ é a distância entre os padrões x_i , y_i no espaço de dimensão 1; n é a quantidade de componentes (coordenadas) de cada ponto; x_i e y_i são respectivamente o valor do i -ésimo atributo para os dados x e y .

A distância de Minkowski, segundo Gerreiro e Breve (2017, p. 2), é fundamentada no plano euclidiano, e representa uma forma mais genérica da própria distância euclidiana, conforme a figura 16.

Figura 16 – Expressão da distância de Minkowski

$$d(x, y) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p}$$

Fonte: Gerreiro e Breve (2015, p. 2)

O fator que diferencia a distância de Minkowski para a Euclidiana está no valor de p , que conforme for escolhido afeta o cálculo da distância. Para o caso de $p = 2$ temos exatamente a fórmula da distância Euclidiana.

A última técnica de filtragem é a recomendação híbrida. Esta técnica combina a filtragem colaborativa com a baseada em conteúdo para se amparar das vantagens de ambas as técnicas e aumentar a performance. Segundo Cotter e Smyth (2000), esta abordagem consiste em desenvolver métodos de filtragem colaborativos e baseados em conteúdo para produzir listas separadas de recomendações e mesclar seus resultados.

Para Dias (2019, p. 23), o método de recomendação híbrido possibilita tirar proveito do melhor das abordagens de filtragem colaborativa e baseada em conteúdo, e ainda superar os problemas inerentes a cada uma delas. A filtragem baseada em conteúdo ajuda a contornar os problemas de partida a frio e de escassez de filtros classificados, enquanto a filtragem colaborativa ajuda a contornar o problema da superespecialização, através da restrição da nova classificação necessária ao contexto baseado no conteúdo.

Burke (2002, p. 6) propôs uma taxonomia para sistemas de recomendação híbrida, com diferentes estratégias de hibridação. Estas estratégias podem ser organizadas em três grupos: híbridos monolíticos, híbridos paralelos e híbridos baseados em pipeline. O grupo de híbridos monolíticos incorporam diferentes métodos de recomendação em um único algoritmo. Já os grupos de híbridos paralelos e baseados em pipeline têm implementações separadas de recomendação que são então combinadas, através de diferentes métodos, para gerar a recomendação a ser apresentada ao usuário.

No presente trabalho, o objetivo é aplicar filtragem colaborativa na recomendação de atividades aos alunos do curso de educação cooperativista, conforme será detalhado no capítulo VI desta dissertação.

4.4 A ARQUITETURA DOS SISTEMAS DE TUTORIA INTELIGENTE

De acordo com Frasson et al. (1997), Sistemas de Tutores Inteligentes são sistemas complexos com vários tipos de especialidades ou conhecimentos, dentre eles, o conhecimento a respeito do assunto abordado, dos métodos pedagógicos que podem ser adotados e do perfil do estudante.

Para Giuffra Palomino (2017, p. 27), os STIs são considerados como um campo multidisciplinar que estuda como desenvolver sistemas educacionais que gerem instruções individualizadas adequadas às necessidades dos estudantes. As pesquisas relacionadas a estes

sistemas estão voltadas para a construção de ambientes que possibilitem um aprendizado mais eficiente.

Bolzan e Giraffa (2002, p. 6), afirmam que, o princípio pedagógico geral que rege a concepção de um STI deve considerar que estudantes possuem diferentes estilos ou formas de aprendizagem. Desta forma, é fundamental que esta modalidade de sistema seja capaz de fornecer instrução personalizada, ou seja, deve ser capaz de adaptar suas instruções para satisfazer os EA de cada aprendiz.

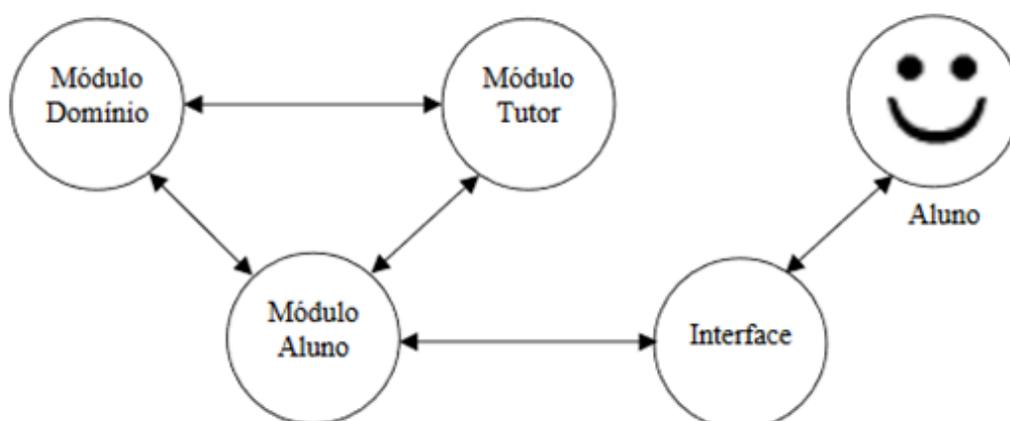
Neste contexto, o uso de IA se tornou essencial para prover adaptatividade em ambientes de aprendizagem, de acordo com as características e o desempenho dos alunos e possibilitar um alto grau de interatividade entre o ambiente e os usuários, conforme reconhece Silveira (1998).

Segundo Gonzalez et al. (2019, p. 41), os STI são sistemas educacionais inteligentes por conter domínio de conhecimento adequado, e sua finalidade é transmiti-lo aos alunos através de processos iterativos individualizados, assim como um tutor humano orienta o aluno em seu caminho de aprendizado. Assim, desenvolver e implementar um STI é uma tarefa difícil, pois a tecnologia necessária geralmente envolve a maioria das áreas de IA: representação do conhecimento, diagnóstico, modelagem cognitiva, processamento qualitativo e processo de modelagem causal. Além disso, é necessário ter um bom conhecimento do tema proposto a ser ensinado.

Ainda segundo Gonzalez et al. (2019, p. 41), a inteligência do STI é constituída pelo processo de diagnóstico e adaptação do processo de tutoria, de acordo com o perfil do aluno. Nesse sentido, um objetivo desafiador é desenvolver STI com características adaptativas. Os STI adaptativos podem ser interagir com os alunos em vários níveis: no momento em que os materiais são apresentados; de acordo com a dificuldade dos problemas propostos; durante a seleção da estratégia instrucional adequada de acordo com suas capacidades, habilidades e EI preferidos.

Quanto à arquitetura os STI, segundo Giraffa (1999), utilizam a tecnologia de agentes nos seus projetos, que substitui os módulos da arquitetura tradicional por uma associação de agentes que atuam de forma cooperativa usando diversas técnicas de IA e integrados como um SMA, conforme a figura 17 da organização clássica de um STI.

Figura 17 – Arquitetura Clássica de um STI



Fonte: Adaptado de Giraffa (1999)

Nesta arquitetura clássica, o agente Módulo Aluno armazena informações específicas para cada estudante de forma individual, e representa o conhecimento e as habilidades cognitivas do aluno em um dado momento. Contém uma representação do estado do conhecimento do aluno no momento que interage com o STI.

O agente Módulo Tutor oferece uma metodologia para o processo de aprendizado e possui o conhecimento sobre as estratégias e táticas para selecioná-las em função das características do aluno.

O agente Módulo Domínio armazena a informação que o tutor está ensinando e procura uma representação do conhecimento que esteja preparada para o crescimento incremental do domínio.

O agente Interface intermedia a interação entre o tutor e o aluno, que pode ser desde simples janelas de diálogo até linguagem natural e reconhecimento de voz.

Para o presente trabalho o autor propõe a recomendação de materiais pelo STI, conforme o seu EA, em cada tópico do plano de curso e, após a realização de uma atividade, se o aproveitamento não for satisfatório. Para isso, o STI, também se utiliza do envio de mensagens orientativas e de incentivo ao aluno. Este mecanismo será melhor detalhado no capítulo VI desta dissertação.

CAPÍTULO V TRABALHOS RELACIONADOS

No capítulo V são apresentados alguns dos principais trabalhos relacionados ao proposto pela presente pesquisa, que utilizam sistemas de tutoria inteligente, com técnicas multiagentes, baseados em inteligência artificial.

5.1 MAZK

O Mazk (2020) é um tutor inteligente para ensino e aprendizagem de diversos temas. Neste aplicativo os professores podem incluir os materiais e os estudantes aprender sobre um determinado conteúdo com quiz de perguntas e respostas, jogos, explicações e exercícios. Nele a identificação dos níveis de conhecimento do aluno, assim como o de dificuldades dos exercícios, são ajustados automaticamente conforme a interação do estudante com o tutor.

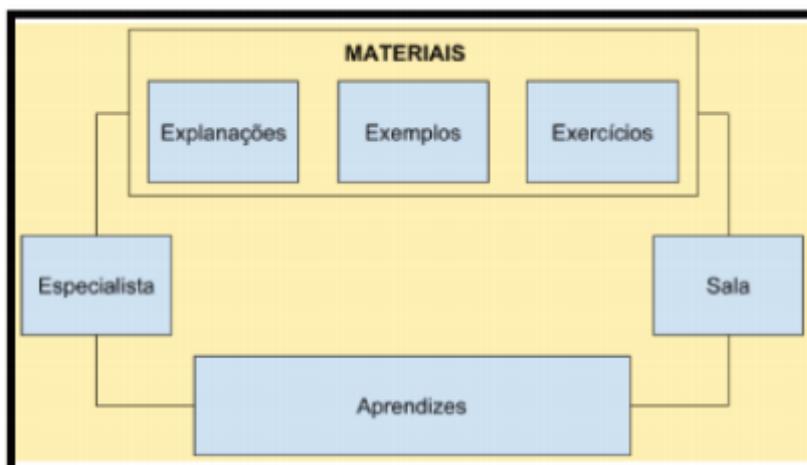
Por este aplicativo é possível oferecer vários cursos por área, as quais, gerenciar o nível de acesso, através dos perfis de administrador, professor e estudante. O aluno poderá acessar o conteúdo, responder questionários, visualizar seu desempenho com índices estatísticos e comparações com os demais usuários, e o professor pode editar e inserir novos conteúdos com diferentes estratégias pedagógicas.

O Mazk foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Tecnologias Computacionais (LabTeC) da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, com a participação dos alunos de graduação e pós-graduação da universidade.

Segundo Bittencourt (2018, p. 68), o objetivo geral do MAZK, é ser um instrumento de apoio pedagógico para aproximar o professor das tecnologias educacionais e contribuir para qualidade de ensino dos alunos, de forma adaptativa e colaborativa.

A figura 18 demonstrado a arquitetura do Mazk.

Figura 18 – Arquitetura do Mazk



Fonte: Bittencourt (2018, p. 73)

Para garantir um bom funcionamento do aplicativo, as seguintes etapas são necessárias: cadastramento do professor participante para liberar o acesso ao sistema MAZK e suas funcionalidades; cadastramento das explicações e exemplos; cadastramento dos conteúdos teóricos; inserção de tags identificadoras para relacionar a explicação com o material; inserção de questões; agrupamento das explicações, exemplos e perguntas; os alunos acessam o sistema MAZK para questionário de nivelamento inicial e, na última etapa, os dados da experiência serão coletados e analisados.

Algumas pesquisas relacionadas à utilização do MARK foram publicadas. Bittencourt (2018, p. 23), propôs identificar a partir do posicionamento dos docentes que utilizam o sistema tutor inteligente MAZK, qual é a aderência que a ferramenta possui para apoiar o processo de ensino em diferentes níveis da educação. Nesta pesquisa Bittencourt (2018, p. 83) evidencia que 71% dos professores foram receptivos à ferramenta. Dentre os pontos positivos, foram destacados: facilidade de cadastro para aderir ao Mazk; interface intuitiva para navegação; construção simplificada das aulas através de exemplos, perguntas e explicações; personalização da ferramenta para atendimento individual ao aluno.

Vidotto et al. (2017, p. 1373), propôs a aplicação do Mazk com sete estudantes do Ensino Fundamental II da Oficina Tecnológica do Colégio SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina, situado no município de Criciúma, no estado de Santa Catarina. Para isso, conteúdo desenvolvido com a turma, dentro da disciplina de Ciências, foi “Movimentos da Terra”, através do qual foram abordados os movimentos de rotação e translação e suas implicações. Esta prática ocorreu no laboratório de informática da escola, onde as professoras disponibilizaram o conteúdo e as orientações sobre a utilização do Mazk. Os alunos fizeram o registro e o cadastro no sistema Mazk e acessaram a sala proposta

pelas professoras. Os alunos estudaram a explanação do conteúdo e na sequência acessaram, através do link perguntas, o questionário correspondente ao tema.

De acordo com Vidotto et al. (2017, p. 1375), após a aplicação dos testes e realização da prática com o sistema tutor inteligente Mazk, foi possível observar que os aspectos mais relevantes do ambiente são as possibilidades de personalização de conteúdo que o Mazk propicia, tanto pela interação da IA com o perfil de cada estudante, quanto pela inclusão de conteúdos pelo professor ou especialista.

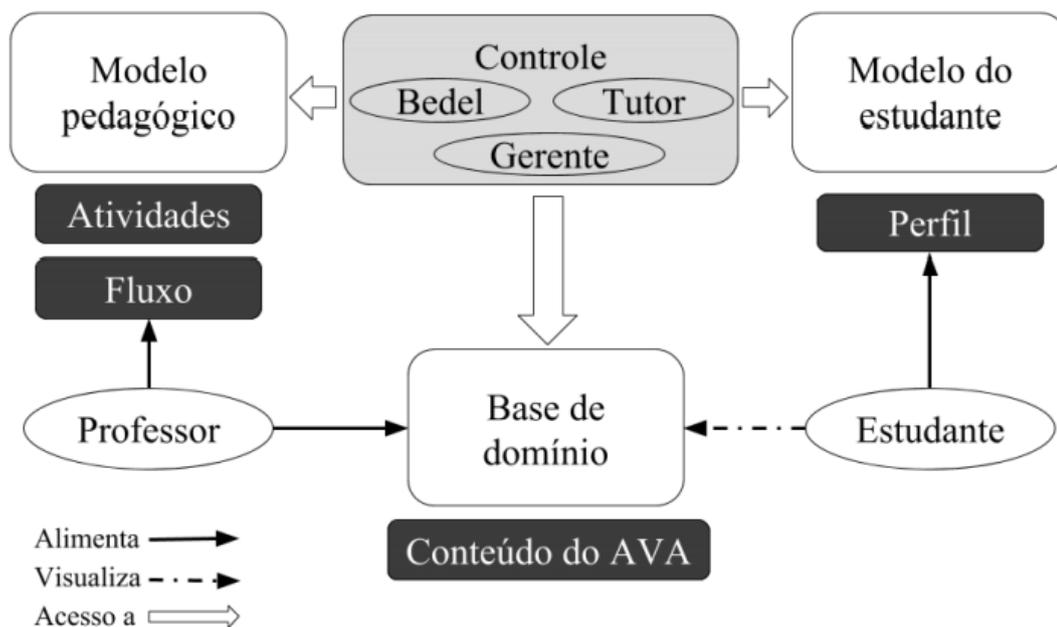
Existem ainda outros trabalhos relacionados com a aplicação do STI Mazk, como o de Moro et al. (2018, p. 21), que propôs o uso do sistema para criar aulas relacionadas à disciplina de geografia, com foco no tema que estuda sobre regiões brasileiras para alunos de uma escola rural de educação básica.

5.2 APLICAÇÃO DE UM MODELO ADAPTATIVO DE TUTORES INTELIGENTES PARA DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO EM AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Giuffra Palomino (2017, p. 28) propôs em seu trabalho o desenvolvimento de um ambiente inteligente de aprendizagem, com a utilização de agentes, capaz de disponibilizar aos estudantes, recursos e atividades do ambiente, inseridos ou criados pelo professor ou responsável pela turma, classificados pelo nível de dificuldade, segundo o desempenho dos estudantes, de forma personalizada. Também, para servir de apoio e reforço aos estudantes que ingressam na universidade com baixo nível de conhecimento, para ficar disponível sem ter nenhum acompanhamento constante de um tutor humano, mas para apresentar os conceitos teóricos aos estudantes, como base para seus estudos. Neste trabalho, o modelo adaptativo é aplicado, segundo o desempenho dos alunos.

A figura 19 demonstra o modelo desenvolvido pela autora.

Figura 19 – Modelo de STI desenvolvido no trabalho de Giuffra Palomino



Fonte: Giuffra Palomino (2017, p. 68)

Segundo Giuffra Palomino (2017, p. 66), este modelo proposto foi baseado na arquitetura clássica de tutores inteligentes, e é composto pelos seguintes componentes: modelo pedagógico; módulo de controle; modelo do estudante; base de domínio.

O modelo pedagógico é definido pelo professor, durante a fase de design instrucional do curso. Este componente é responsável pelas atividades a serem realizadas pelo estudante e o fluxo entre elas, de acordo com o seu desempenho. Entre os elementos do modelo, o modelo pedagógico é essencial no desenvolvimento do sistema adaptativo, por conter as informações sobre a configuração do fluxo de atividades.

O módulo de controle, do qual fazem parte os agentes, consiste no processo, através do qual os agentes acessam estes elementos e obtêm as informações necessárias para conseguir executar suas ações.

O modelo do estudante é representado pelas informações do perfil do aluno, ou seja, as suas interações com o ambiente e os resultados das avaliações realizadas.

A base de domínio contém o conteúdo do curso, inserido pelo professor, nas diversas lições do curso, bem como as informações do ambiente, armazenadas no banco de dados.

De acordo com Giuffra Palomino (2017, p. 65), para o desenvolvimento do protótipo a autora utilizou o AVA Moodle. A escolha deste ambiente se deu pelo fato deste ser uma ferramenta flexível e de código aberto, e que oferece facilidades para o desenvolvimento, além de ser o ambiente virtual utilizado pela instituição de ensino onde a pesquisa foi realizada.

Quanto ao modelo pedagógico, as seguintes etapas são necessárias para execução do sistema; 1) A turma é criada no ambiente; 2) O professor é cadastrado como professor da turma; 3) O professor insere os conteúdos definidos para o curso no ambiente; 4) O professor ativa o bloco Tutor (implementado e disponibilizado no Moodle); 4) O professor configura o bloco Tutor que controla o comportamento dos agentes; 5) Um grafo com as relações entre os conteúdos e atividades é gerado pelo bloco Tutor do Moodle.

Giuffra Palomino (2017, p. 67) afirma que logo após a criação da turma no ambiente, o professor é cadastrado com todas as permissões de edição habilitadas. O bloco Tutor, pode ser ativado antes ou depois da inserção ou criação do conteúdo. Quando este bloco é ativado, a turma pode ser configurada para se tornar adaptativa, e, assim, os agentes podem executar seus planos.

O módulo de controle do sistema conta com os seguintes agentes: Gerente, Bedel e Tutor.

O agente Gerente se encarrega de criar os agentes Bedel e Tutor cada vez que uma turma é considerada adaptativa no Moodle ou quando um estudante é inserido em uma turma adaptativa. Para cada turma uma instância do agente Bedel é criada e, para cada estudante, uma instância do agente Tutor. Existe só uma instância de agente Gerente para todo o sistema.

O Bedel é o agente que trabalha a adaptatividade na turma, pois fornece aos estudantes diferentes níveis de conteúdo, em cada tópico seguinte, conforme as notas que estes obtêm na avaliação realizada relativa ao tópico atual.

Já o agente Tutor recebe a mensagem do agente Bedel e verifica a nota que o estudante na última atividade. Se for a última atividade, ele envia mensagens de incentivo ao aluno pela finalização do curso e fica na espera de uma próxima mensagem. Como o agente Tutor é o agente do estudante, assim, ele pode receber mensagens de diferentes agentes Bedel de outras turmas adaptativas, de outros cursos, nas quais o mesmo estudante participa.

O agente Tutor entra em ação quando uma atividade é avaliada. Se a atividade avaliada não for a última, o agente verifica se o estudante tirou uma nota maior que 2,5. Caso ele tenha tirado uma nota maior, o Tutor verifica se o estudante já fez alguma atividade do curso antes. Se sim, verifica o perfil dele e se melhorou em sua média ou não. Em seguida, envia uma mensagem de incentivo, quando ele teve uma queda no desempenho, ou parabéns, quando ele melhorou a sua média.

Se o aluno tirou uma nota menor que 2,5, não pode avançar para os próximos conteúdos do curso. Nesta situação, o agente Tutor verifica se o estudante está com

dificuldade nessa atividade específica, e se ela já foi realizada anteriormente por ele, com uma nota menor de 2,5.

Se for a primeira vez que o aluno realizou essa atividade, o agente Tutor envia uma mensagem a ele com o aviso de que foram disponibilizadas atividades de revisão opcionais, com o objetivo de lembrar conceitos e também que a atividade que realizou foi atualizada para ser respondida novamente. Se é a segunda vez que o estudante fez a atividade, o agente Tutor envia uma nova mensagem para o estudante, e sugere que faça a revisão dos conteúdos opcionais que foram disponibilizados para ele na primeira vez que respondeu a atividade.

Caso persista a situação do estudante em não atingir a pontuação de 2,5 para continuar avançar e ter acesso a outros conteúdos, o agente Tutor verifica o nível da atividade em que o estudante se encontra e libera para ele uma atividade com um nível imediatamente inferior. Assim, se o estudante estava no perfil avançado, o agente libera para ele a atividade do perfil médio, e se estava no perfil médio, o agente Tutor libera para ele a atividade do perfil básico.

Dentre as perguntas realizadas através de questionário para validar a pesquisa, segundo Giuffra Palomino (2017, p. 129), 87,5% dos alunos entrevistados, consideraram interessante o fato do curso ser adaptativo, dos exercícios serem apresentados conforme o nível de dificuldade e desempenho do estudante e de ter um tutor para acompanhar os seus resultados.

5.3 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO INTELIGENTE PARA UMA PLATAFORMA DE E-LEARNING

Neste trabalho, Neves (2014, p. 1) propõe o desenvolvimento quatro módulos a serem acoplados na plataforma (ADAPT, 2014). Se trata de uma plataforma de EaD inteligente de aprendizagem assistida e automática que pretende ajudar os alunos, inicialmente do Departamento de Engenharia Informática e Sistemas (DEIS) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), ao longo de sua trajetória acadêmica, através da disponibilização de conteúdos programáticos ajustados às necessidades de cada aluno e sua forma de aprender.

A figura 20 demonstra a arquitetura do motor de busca.

Figura 20 – Arquitetura do motor de busca



Fonte: Neves (2014, p. 13)

O primeiro módulo do sistema é o motor de busca. Este recurso, permite sugerir aos alunos melhores conteúdos com base em parâmetros sociais, como a média das notas dos alunos que consultaram os artigos e o seu tempo de visualização médio. Segundo Neves (2014, p. 9) neste desenvolvimento foi utilizado o framework Lucene (2020) para os métodos de indexação e pesquisa com a inclusão de alguns parâmetros com o objetivo de criar uma nova fórmula de ordenação de resultados que leva em conta os seguintes parâmetros: 1) Similaridade de cosseno – proximidade entre os termos da query de pesquisa e os conteúdos indexados; 2) Pontuação de cada conteúdo – a média das notas dos alunos que consultaram o conteúdo por um tempo superior a 2 minutos; 3) Tempo de navegação de um conteúdo – a média do tempo de navegação de cada conteúdo por um período de tempo superior a 2 minutos; 4) EA predominante do conteúdo.

O critério de ordenação baseado na similaridade de cosseno, mede a proximidade de cada conteúdo encontrado com aquele que o usuário se encontra no momento de visualizar. Se existir um empate entre os valores da similaridade de cosseno dos conteúdos é utilizada uma fórmula que considera os três restantes parâmetros. Este critério possibilita aos alunos acesso aos OAs que mais se assemelham ao que se almeja consultar, e aqueles associados a um maior tempo de navegação, melhores médias e maior proximidade ao EA do aluno.

O segundo módulo do sistema é o classificador. Este recurso avalia se o EA dos alunos sofre mudanças ao longo de sua trajetória acadêmica. Se a resposta for positiva, a trilha de aprendizagem do aluno altera. O objetivo deste módulo é classificar um determinado conteúdo consultado numa das quatro dimensões previstas pelo modelo, e verificar se o perfil de aprendizagem de cada aluno está em concordância com os conteúdos que ele tem consultado nas semanas antecedentes. Se não estiver em concordância, o módulo alerta para esse fato e sugere ao STI ADAPT uma mudança na trilha do curso para aquele indivíduo.

Quanto ao algoritmo implementado para este módulo, primeiramente, é efetuada uma consulta ao banco de dados para verificar quais os OA que cada usuário consultou com aplicação de um filtro que leva em conta o tempo de permanência, no mínimo de 2 minutos no OA em questão em X semanas, conforme a informação representada na figura 21.

Figura 21 – Resultados obtidos pela consulta ao banco de dados

IDUSER	VISUAL	AURAL	READWRITE	KINESTHETIK	TempoPermanenciaNoLink	BLOOM
26	50.0	0.0	30.0	20.0	4500	6
26	0.0	99.9	0.0	0.0	36482	5
26	50.0	0.0	30.0	20.0	1986	6
26	30.0	0.0	20.0	50.0	4080	3
26	35.0	0.0	30.0	35.0	1206	5
26	50.0	50.0	0.0	0.0	1380	4
26	15.0	0.0	90.0	50.0	7800	1
27	65.0	0.0	50.0	30.0	30780	3
27	50.0	0.0	30.0	20.0	5100	6

Fonte: Neves (2014, p. 28)

Depois de obter os resultados, o EA predominante de cada OA pode ser determinado, através do cálculo com base no parâmetro VARK (visual, aural, readwrite ou kinesthetic) mais elevado. Na figura 21, o primeiro OA consultado recebe a classificação de visual, o segundo aural e assim sucessivamente.

Os OAs consultados por cada aluno são classificados por EA e os parâmetros “TempoPermanênciaLink” (tempo de consulta do OA) e “BLOOM” (classificação do OA de acordo com as taxonomias de Bloom) são somados ao contador de OAs de cada EA para o aluno de acordo com a equação da figura 22.

Figura 22 – Valor da pontuação para a preferência VARK “i”

$$M_i = \sum_{j=0}^l (\text{TempoPermanenciaLink} * \text{bloom})$$

Fonte: Neves (2014, p. 28)

A equação da figura 22, gera um valor que corresponde à contribuição “M” do OA “j” para a preferência VARK “i” de cada aluno, que resultam em novas preferências VARK do aluno obtidas através da multiplicação do “TempoPermanênciaLink” e “bloom” de cada OA consultado. Finalmente, se o EA de cada aluno está de acordo com o tipo de OAs que predominantemente consultou durante as X semanas anteriores. Caso não esteja, o módulo sugere ao STI uma adaptação da trilha do curso segundo os novos parâmetros VARK.

O terceiro módulo consiste no desenvolvimento de uma plataforma de extração de conhecimento da base de dados para que os professores/tutores possam entender o progresso dos seus alunos, o EA associado a melhores notas, entre outras funcionalidades. O objetivo

deste módulo é levantar as seguintes informações: 1) Grupos de utilizadores consoante o seu sexo, idade, estilo de aprendizagem predominante e conteúdos consultados; 2) Média das notas por estilo de aprendizagem, por disciplina; 3) Verificação de um possível impacto da idade e estilo de aprendizagem nos resultados alcançados; 4) Se a porcentagem de visualização de artigos por EA está de acordo com os que conduzem a melhor nota; 5) Se a porcentagem de alunos cujo EA sofreu alteração e quais as mudanças mais frequentes. 6) Média das notas e predominância de EA por cada disciplina de cada curso; 7) Distribuição dos alunos por estilo de aprendizagem; 8) Média das notas dos alunos por cada disciplina; 9) Predição das notas dos alunos que ainda não foram avaliados com base nas notas dos seus colegas e nos OA que têm vindo a consultar; 10) Identificação de grupos de utilizadores consoante os seus parâmetros VARK, a média e desvio padrão dos parâmetros VARK dos OA que consultou, número de OA consultados e pontuação média.

O quarto módulo consiste no desenvolvimento de um sistema de recomendações capaz de sugerir aos alunos os melhores conteúdos consultados pelos seus colegas com perfis académicos semelhantes. Segundo Neves (2014, p. 57), o objetivo deste módulo é fazer sugestões de uma maneira mais geral, não com base em palavras-chave ou conteúdos, mas sim nos artigos consultados pelos alunos mais próximos do aluno em consideração, ou seja, alunos com as mesmas disciplinas e EA predominante. Para isso o algoritmo implementado percorre as seguintes etapas: 1) Aplicar um algoritmo de extração de regras de associação sobre o conjunto de dados de modo a obter regras úteis sobre os OA consultados; 2) Verificar se o aluno se enquadra em alguma ou algumas dessas regras.

Para a extração das regras de associação foi utilizado o algoritmo Apriori. Este algoritmo é uma implementação da plataforma Weka (2020). Esta plataforma é um framework de código aberto implementado na linguagem de programação Java. Este algoritmo foi parametrizado para gerar no máximo 50 regras, o que pode ser um número aceitável, pois a geração de mais regras tenderia a criar regras com pouco interesse, com um mínimo de 75% de confiança e com dependência de atributos como, quem consulta um OA também consulta outro. Neste caso os atributos estão relacionados. O algoritmo gera algumas regras como as que são apresentadas na figura 23.

Figura 23 – Regras geradas pelo algoritmo Apriori

```

Best rules found:

1. ConsultedLO0=LO 147 1 ==> ConsultedLO1=LO 180 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
2. ConsultedLO1=LO 180 1 ==> ConsultedLO0=LO 147 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
3. ConsultedLO0=LO 147 1 ==> ConsultedLO2=LO 185 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
4. ConsultedLO2=LO 185 1 ==> ConsultedLO0=LO 147 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
5. ConsultedLO0=LO 115 1 ==> ConsultedLO1=LO 146 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
6. ConsultedLO1=LO 146 1 ==> ConsultedLO0=LO 115 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
7. ConsultedLO0=LO 115 1 ==> ConsultedLO2=LO 179 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
8. ConsultedLO2=LO 179 1 ==> ConsultedLO0=LO 115 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
9. ConsultedLO0=LO 122 1 ==> ConsultedLO1=LO 130 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
10. ConsultedLO1=LO 130 1 ==> ConsultedLO0=LO 122 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
11. ConsultedLO0=LO 122 1 ==> ConsultedLO2=LO 178 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
12. ConsultedLO2=LO 178 1 ==> ConsultedLO0=LO 122 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
13. ConsultedLO0=LO 100 1 ==> ConsultedLO1=LO 103 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
14. ConsultedLO1=LO 103 1 ==> ConsultedLO0=LO 100 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
15. ConsultedLO0=LO 100 1 ==> ConsultedLO2=LO 108 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
16. ConsultedLO2=LO 108 1 ==> ConsultedLO0=LO 100 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
17. ConsultedLO1=LO 180 1 ==> ConsultedLO2=LO 185 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
18. ConsultedLO2=LO 185 1 ==> ConsultedLO1=LO 180 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
19. ConsultedLO1=LO 146 1 ==> ConsultedLO2=LO 179 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)
20. ConsultedLO2=LO 179 1 ==> ConsultedLO1=LO 146 1 conf: (1) lift: (4) lev: (0.19) [0] conv: (0.75)

```

Fonte: Neves (2014, p. 61)

Conforme demonstrado na figura 23, a regra 1, por exemplo, quem consulta o OA 147 também consulta o 180 com uma confiança de 100%. A regra 10 afirma que quem consulta o OA 130 também consulta o 122 com uma confiança de 100%.

Para verificar se o aluno se encaixa em alguma dessas regras, basta verificar se os OAS que consultou está presente na lista de OA que figuram no antecedente das regras geradas.

CAPÍTULO VI DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O capítulo VI trata das etapas de desenvolvimento da pesquisa através da instalação dos softwares envolvidos, da organização do plano de curso e repositório de materiais no AVA Moodle, do desenvolvimento dos agentes do SMA, da simulação da dinâmica de integração dos agentes do SMA com o AVA Moodle, da coleta e análise dos dados referentes à apresentação do protótipo ao grupo de médicos cooperados.

Segundo Unimed Uberaba (2020), a organização possui dois órgãos executivos, o conselho de administração e a diretoria executiva. O conselho de administração é composto por onze médicos cooperados, enquanto a diretoria executiva por cinco. Desta forma, como este grupo foi eleito pela assembleia geral de cooperados para gestão da cooperativa, para validar esta pesquisa, o questionário será aplicado aos médicos destes órgãos.

6.1 A INSTALAÇÃO DOS SOFTWARES ENVOLVIDOS NA PESQUISA

Quanto ao AVA Moodle, foi instalada a versão 3.8.2, *build* 20200508, por se tratar do pacote mais atualizado na data da instalação.

O sistema operacional adotado para suportar o AVA Moodle foi o Linux Ubuntu, por ser de código aberto e de maior domínio pelo autor da pesquisa. A release do sistema operacional instalada foi a 16.04, devido a ser o pacote mais atualizado, disponível na data da instalação.

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) adotado para o AVA Moodle, foi o MariaDB, que é a atual versão de código aberto do SGBD Mysql disponível para a comunidade pública que aprimora a ferramenta pela internet. Esta escolha se deu por ser um dos sistemas indicados pela documentação de instalação do AVA Moodle, conforme Moodle (2020), e de maior domínio pelo autor da pesquisa.

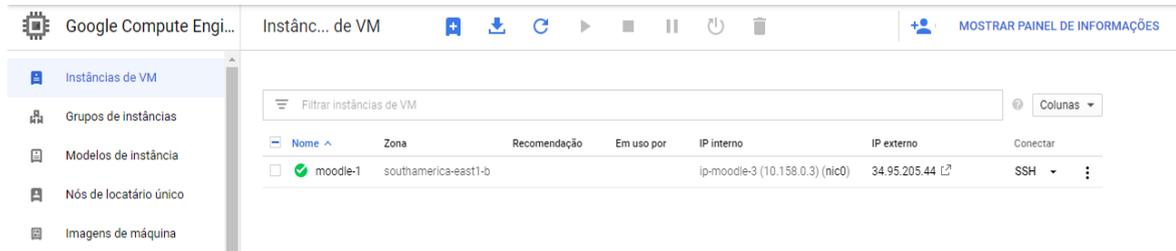
O software servidor de páginas WEB adotado para o AVA Moodle foi o Apache, por se tratar de ser o mais utilizado e indicado para instalações do sistema em ambientes Linux.

O processo de instalação do AVA Moodle seguiu as etapas do tutorial do artigo de Fabrício (2016). A seção que trata da versão do AVA no tutorial foi atualizada pelo autor da pesquisa com o objetivo de instalar o pacote mais atualizado do AVA.

Quanto à infraestrutura física para disponibilização do AVA Moodle pela internet, foi utilizada a nuvem da Google (2020), que disponibiliza computadores e unidades de disco

rígido, bem como recursos virtuais, máquinas virtuais, localizados em data centers da empresa por todo o mundo. Nesta pesquisa, a instalação do AVA Moodle se deu através do recurso de instância virtual, conforme apresentado nas figuras 24 e 25.

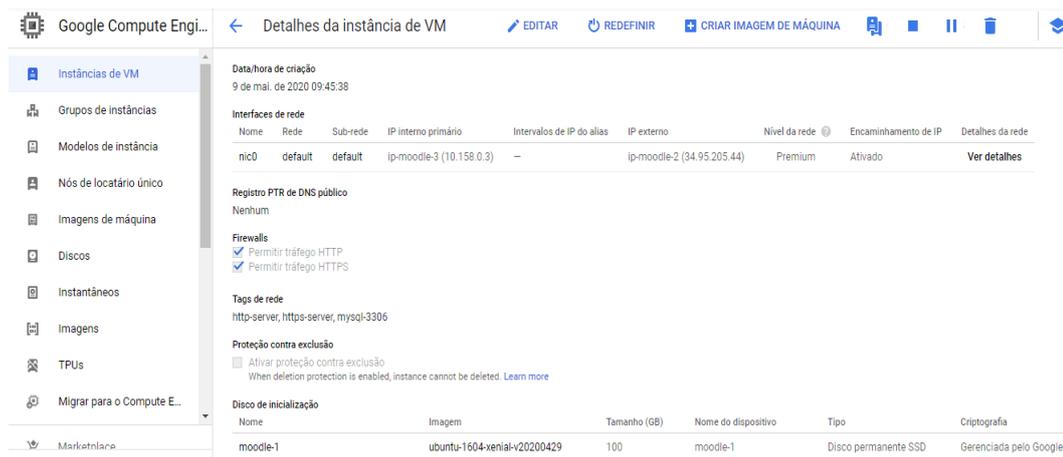
Figura 24 – Instância virtual do AVA Moodle criada pelo autor



Nome	Zona	Recomendação	Em uso por	IP interno	IP externo	Conectar
<input type="checkbox"/> moodle-1	southamerica-east1-b			ip-moodle-3 (10.158.0.3) (nic0)	34.95.205.44	SSH

Fonte: Autor (2020)

Figura 25 – Detalhes da instância virtual do AVA Moodle criada pelo autor



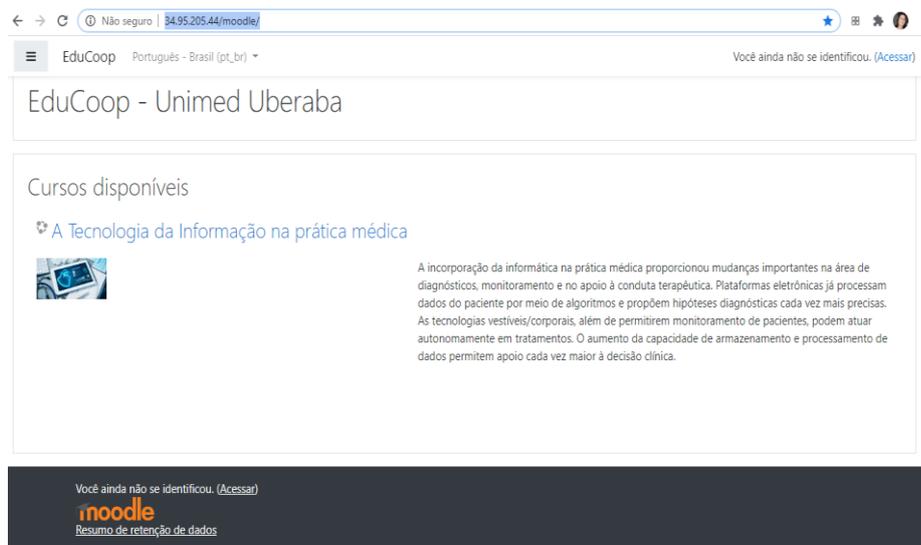
Nome	Rede	Sub-rede	IP interno primário	Intervalos de IP do alias	IP externo	Nível da rede	Encaminhamento de IP	Detalhes da rede
nic0	default	default	ip-moodle-3 (10.158.0.3)	–	ip-moodle-2 (34.95.205.44)	Premium	Ativado	Ver detalhes

Nome	Imagem	Tamanho (GB)	Nome do dispositivo	Tipo	Criptografia
moodle-1	ubuntu-1604-xenial-v20200429	100	moodle-1	Disco permanente SSD	Gerenciada pelo Google

Fonte: Autor (2020)

O portal de acesso ao AVA Moodle recebeu o nome de EduCoop, por fazer alusão ao conteúdo de educação cooperativista, que é tratado nesta pesquisa, e ficou disponível através do link <http://34.95.205.44/moodle/> durante a apresentação do protótipo aos médicos cooperados. A figura 26 apresenta a página inicial do portal, com acesso ao plano de curso desenvolvido para validar a pesquisa.

Figura 26 – Portal EduCoop para acesso ao AVA Moodle da pesquisa



Fonte: Autor (2020)

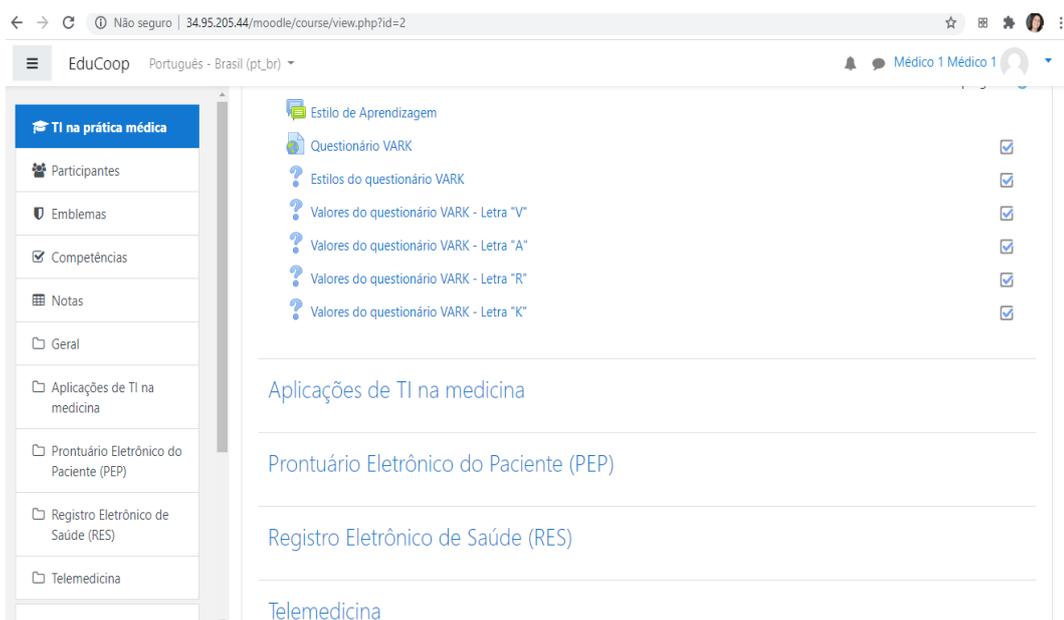
Para desenvolvimento dos agentes do SMA, foi instalado o *framework* JADE, versão 4.5, linguagem de programação Java, versão 1.8.0_211, Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM 25.211-b12, runtime 1.8.0_211-b12, e o ambiente de desenvolvimento Netbeans, versão 8.0.1. Todas estas ferramentas são de código aberto.

6.2 A ORGANIZAÇÃO DO PLANO DE CURSO E REPOSITÓRIO DE MATERIAIS NO AVA MOODLE

Por se tratar de um plano de curso para validar a pesquisa, o foco é apresentar o tema em poucos tópicos, com uma atividade a ser realizada em cada tópico que recebe uma avaliação na sequência. Com isso é possível perceber e acompanhar a dinâmica de ação dos agentes do SMA, integrados ao AVA Moodle, através da adaptação de cada atividade disponibilizada nos tópicos do curso, de acordo com o EA do aluno, antes do início do curso, ou durante a sua realização, quando o aluno não atingir a nota estipulada de setenta pontos. Além disso, enviar notificações orientativas quanto a ação do tutor e à atividade realizada.

Conforme demonstra a figura 27, o exemplo de plano de curso para demonstração aos médicos cooperados foi desenvolvido em cinco tópicos: Estilos de aprendizagem; Aplicações de TI na medicina; Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP); Registro Eletrônico de Saúde (RES) e Telemedicina. Esta estrutura está assim organizada, conforme proposto no terceiro tópico dos objetivos específicos desta pesquisa. Ao acessar o portal, esta estrutura é apresentada.

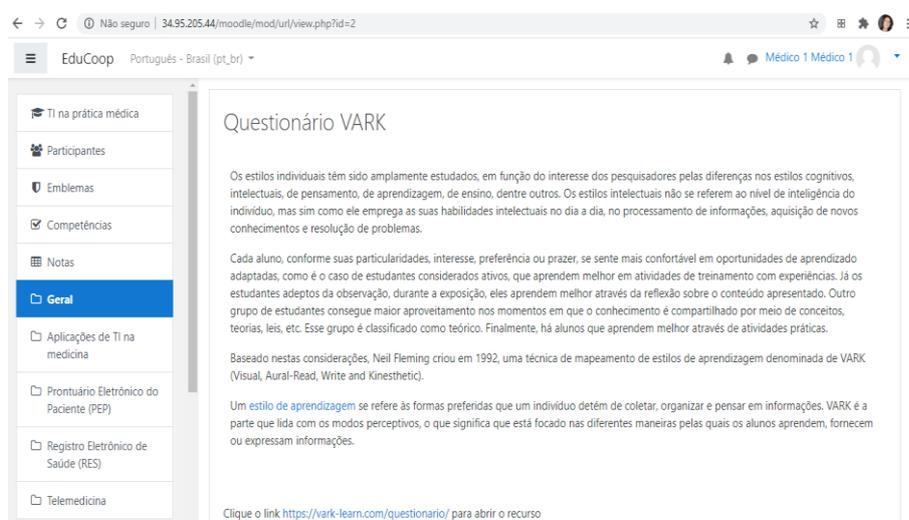
Figura 27 – Estrutura do plano de curso no AVA



Fonte: Autor (2020)

O objetivo do primeiro tópico do exemplo de curso, denominado “Estilos de Aprendizagem”, é conhecer o EA do médico cooperado, de acordo com o preenchimento das perguntas do questionário VARK (2020), disponível no link indicado. As perguntas deste questionário estão listadas no anexo A. A atividade programada neste tópico, consiste em que o aluno, ao receber o resultado do questionário VARK, preenche as respostas no Moodle, para que os agentes do SMA se utilizem destes dados. As figuras, 28 e 29, demonstram as páginas da atividade do primeiro tópico

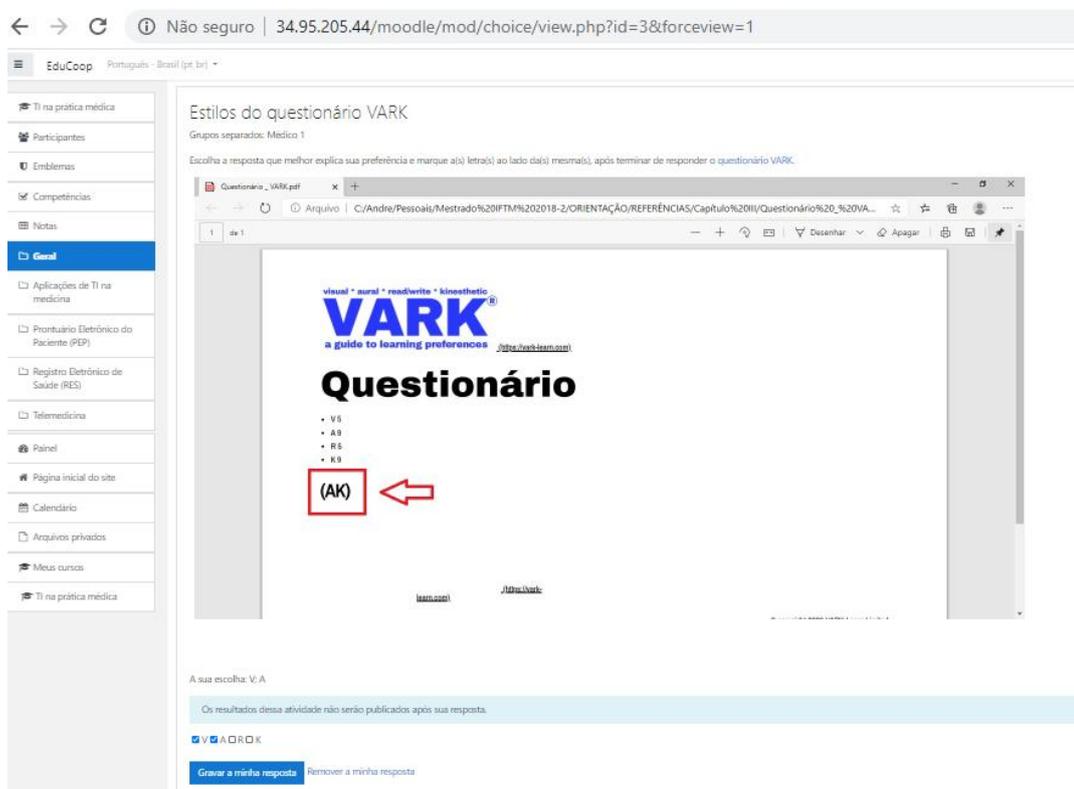
Figura 28 – Atividade para conhecimento do EA do médico cooperado



Fonte: Autor (2020)

A figura 28 demonstra a página do portal com uma breve explicação sobre o questionário VARK e o link de acesso para o seu preenchimento.

Figura 29 – Resposta do questionário VARK



Fonte: Autor (2020)

A figura 29 demonstra a como o preenchimento do questionário VARK apresenta o resultado ao respondente e as caixas de marcação que devem ser preenchidas no Moodle.

A figura 30 demonstra a como o preenchimento do questionário VARK apresenta o resultado de quantas respostas para cada característica o respondente preencheu e as caixas de marcação que devem ser preenchidas no Moodle.

Figura 30 – Números de questões respondidas por EA

The screenshot shows a Moodle quiz page. The browser address bar indicates the URL: 34.95.205.44/moodle/mod/choice/view.php?id=15&forceview=1. The Moodle page header shows 'EduCoop' and 'Português - Brasil (pt_br)'. The left sidebar contains a menu with items like 'TI na prática médica', 'Participantes', 'Emblemas', 'Competências', 'Notas', 'Geral', 'Aplicações de TI na medicina', 'Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)', 'Registro Eletrônico de Saúde (RES)', 'Telemedicina', 'Painel', 'Página inicial do site', 'Calendário', 'Arquivos privados', 'Meus cursos', and 'TI na prática médica'. The main content area displays the quiz title 'A Tecnologia da Informação na prática médica' and the specific quiz 'Valores do questionário VARK - Letra "V"'. Below this, it says 'Grupos separados: Médico 1' and 'Baseado nos valores do questionário VARK, assinale o valor pontuado para a letra "V".'. The VARK logo is prominently displayed with the tagline 'a guide to learning preferences'. The question is '(AK)' and the user's choice is 10. A progress bar at the bottom shows 10 out of 16 questions completed.

Fonte: Autor (2020)

Não foi estipulada nota avaliativa para o primeiro tópico por se tratar de uma atividade para conhecer o EA do aluno.

Os demais tópicos do exemplo de plano de curso são: Aplicações de TI na medicina; Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP); Registro Eletrônico de Saúde (RES); e Telemedicina.

Para o adequado funcionamento dos agentes do SMA, foram criados dois recursos do Moodle: um tópico denominado “Repositório de Materiais”; e o cadastro de marcadores de padrão do sistema.

O tópico “Repositório de Materiais” não fica visível para os alunos. Nele o professor organizador do curso disponibiliza o material ou a atividade a serem empregados. Apesar do Moodle possibilitar a disponibilização de materiais e atividades, tais como, base de dados, chats, escolhas, ferramentas externas, fóruns, glossários, laboratórios de avaliação, lições, pesquisas de avaliação, questionários, tarefas, wikis, dentre outras, os agentes de SMA foram desenvolvidos para tratar somente as tarefas inseridas. As demais modalidades disponíveis poderão ser tratadas em evoluções futuras desta pesquisa.

No cadastro de marcadores padrão do Moodle, foram cadastradas marcações que possibilitem relacionar a tarefa ao tópico relacionado listado no curso, ou indicar o tipo de

atividade, conforme demonstrado no quadro 3, anteriormente. A figura 31 demonstra os marcadores cadastrados.

Figura 31 – Marcadores padrão cadastrados no Moodle

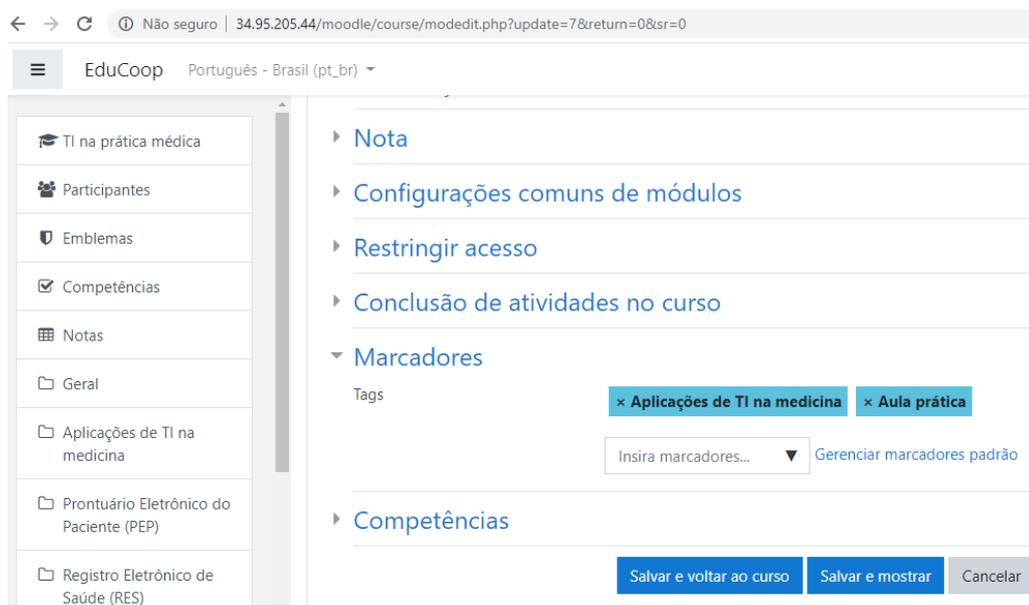
The screenshot shows the Moodle interface for managing default tags. The page title is 'Coleção padrão'. There is a search bar and a '+ Adicionar marcadores padrão' button. A table lists the following tags:

Selecionar	Nome de marcador	Nome / Sobrenome	Contar	Sinalizar	Modificad
<input type="checkbox"/>	Aplicações de TI na medicina	André Augusto Calabrez	8		37 dias 3 horas
<input type="checkbox"/>	Leitura de artigo	André Augusto Calabrez	2		45 dias 20 horas
<input type="checkbox"/>	Áudio	André Augusto Calabrez	2		45 dias 20 horas
<input type="checkbox"/>	Aula expositiva	André Augusto	0		45 dias 20 horas

Fonte: Autor (2020)

Para relacionar a atividade lançada aos marcadores padrão, no momento do cadastramento da tarefa, é necessário relacioná-la aos marcadores que identificam a qual tópico e tipo de atividade pertencem, conforme demonstrado na figura 32.

Figura 32 – Marcadores padrão relacionados nas atividades



Fonte: Autor (2020)

Através destas marcações, os algoritmos dos agentes desenvolvidos no SMA, identificam o tópico que a atividade pertence e com qual letra da sigla VARK se identifica, ou seja, se o material é voltado para alunos mais visuais, auditivos, leitores ou sinestésicos, conforme demonstrado no quadro 3.

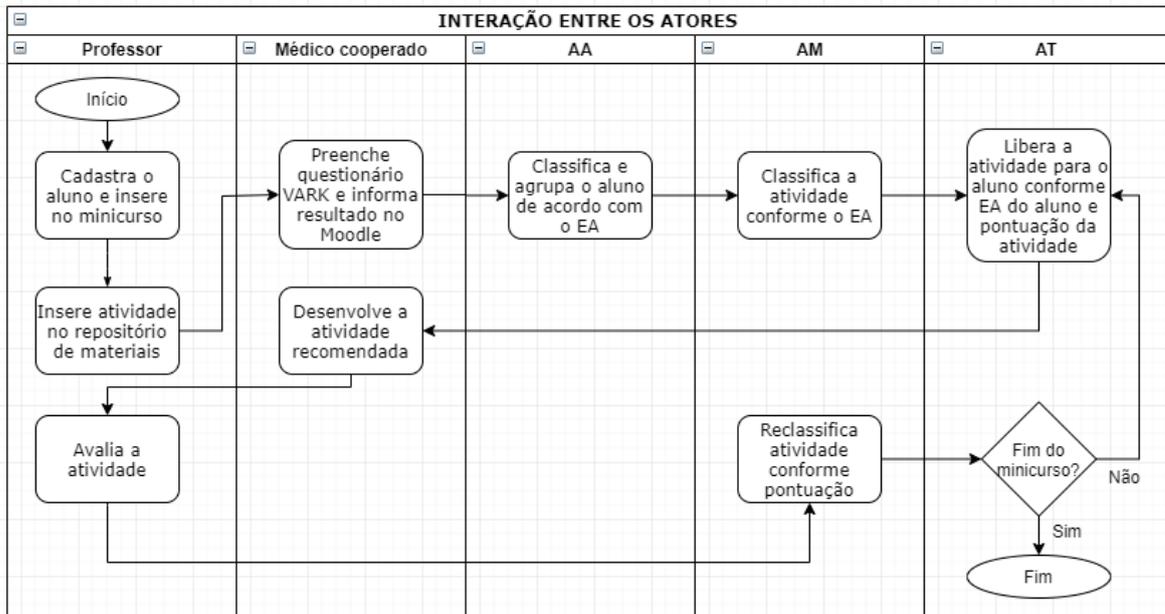
6.3 O DESENVOLVIMENTO DOS AGENTES DO SMA

Esta seção trata do desenvolvimento de algoritmos, baseados em IA, que possam apresentar resultados adequados na recomendação de atividades, dentro de um modelo de plano de curso definido no AVA, conforme proposto no segundo tópico dos objetivos específicos desta pesquisa.

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa incluiu a criação de três agentes do SMA. São eles: AgenteAluno.java (AA); AgenteMateriais.java (AM); e AgenteTutor.java (AT).

A figura 33 demonstra a dinâmica do relacionamento entre os agentes do SMA, o professor e o aluno do curso.

Figura 33 – Fluxograma de interação entre os atores



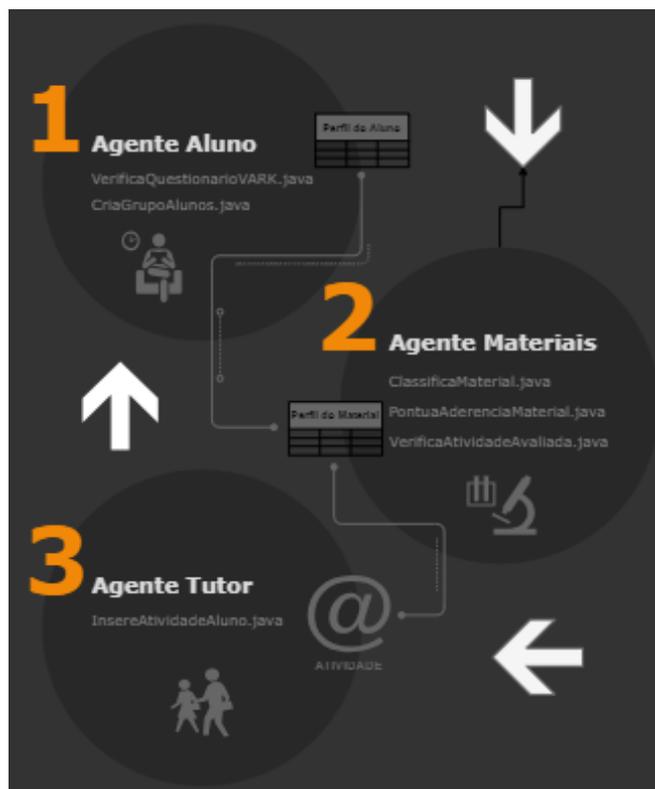
Fonte: Autor (2020)

O processo se inicia com o cadastramento do médico cooperado e aluno pelo professor. Em seguida, ou paralelamente, o professor insere as atividades no repositório de materiais.

Quando o aluno acessa o protótipo, ele é orientado a preencher o questionário VARK, que indica qual o EA deste aluno e quantas perguntas que apontam foram respondidas para cada EA, conforme detalhado na seção 2.5 sobre a técnica de mapeamento de estilos de aprendizagem VARK.

Na sequência os agentes do SMA entram em ação, conforme apresentado na figura 34, que demonstra o fluxo de ações entre eles e seus comportamentos.

Figura 34 – Fluxo de ações entre os agentes do SMA



Fonte: Autor (2020)

6.3.1 Agente Aluno

O AA possui dois comportamentos: `VerificaQuestionarioVARK.java` e `CriaGrupoAlunos.java`.

O comportamento `verificaQuestionarioVARK.java` é responsável por interpretar os dados armazenados no Moodle com os resultados do questionário VARK, data de nascimento e sexo, e gravar na tabela `ea_aluno`. O gatilho para sua ação ocorre após o médico cooperado, aluno do curso, preencher o questionário VARK e registrar o resultado no Moodle, conforme demonstrado na figura 30.

O campo data de nascimento é convertido em idade e distribuído em faixas etárias numeradas de 1 a 5: de 0 a 9 anos; 10 a 21 anos; de 22 a 36 anos; de 37 a 58 anos; e acima de 59 anos. Segundo Andrade e al. (2020, p. 5), esta divisão de faixa etária representa as gerações Alpha, Z, Y, X e baby boomers.

Outra divisão que o AA faz através do comportamento `verificaQuestionarioVARK.java` é por sexo masculino e feminino.

Não é objetivo desta pesquisa responder se idade e sexo influenciam na recomendação de determinado tipo de material, conforme o EA do estudante. A criação destes campos na

tabela do banco de dados, para esta pesquisa, é meramente ilustrativa, mas pode ser útil para basear futuros trabalhos que abordem estes cenários. Mesmo porque, os pesquisadores da técnica de mapeamento de EA VARK, conforme detalhado na seção 2.5, sinalizam que podem existir diferenças nas preferências de EA de acordo com idade e sexo, mas que esta matéria, necessita de um maior aprofundamento dos estudos.

Enfim, o comportamento `CriaGrupoAlunos.java` é responsável por inserir grupos e agrupamentos para cada aluno matriculado no curso. O objetivo desta ação é criar um mecanismo de adaptatividade no Moodle e, assim, possibilitar a geração de atividades diferentes, conforme o EA de cada médico cooperado, aluno do curso.

6.3.2 Agente Materiais

O AM possui três comportamentos: `ClassificaMaterial.java`; `VerificaAtividadeAvaliada.java`; e `PontuaAderenciaMaterial.java`.

O comportamento `ClassificaMaterial.java` é responsável por classificar o material disponibilizado pelo professor como atividade para os alunos. Esta ação acontece quando uma atividade é inserida no repositório de materiais pelo professor. O objetivo é traduzir o quadro 3, em visual, auditivo, leitura/escrita ou cinestésico para a coluna “classe”, com valores iniciais zerados, das colunas “v”, “a”, “r”, “k” e “pontuacao”. A coluna “faixa” representa a faixa etária, conforme detalhado na subseção 6.3.1. A coluna “sexo”, M (Masculino) e F (Feminino). Estes dados são gravados na tabela `ea_atividade`, com a inserção de uma linha para cada faixa etária e sexo. A figura 35 é um exemplo do estado da tabela `ea_atividade`, após a ação deste comportamento.

Figura 35 – Exemplo do estado inicial da tabela `ea_atividade`

id	idAtividade	v	a	r	k	pontuacao	faixa	sexo	classe
321	1	0	0	0	0	0.00	1	M	VK
322	1	0	0	0	0	0.00	1	F	VK
323	1	0	0	0	0	0.00	2	M	VK
324	1	0	0	0	0	0.00	2	F	VK
325	1	0	0	0	0	0.00	3	M	VK
326	1	0	0	0	0	0.00	3	F	VK
327	1	0	0	0	0	0.00	4	M	VK
328	1	0	0	0	0	0.00	4	F	VK
329	1	0	0	0	0	0.00	5	M	VK
330	1	0	0	0	0	0.00	5	F	VK

Fonte: Autor (2020)

Conforme demonstra a figura 35, foram gravadas dez linhas da atividade com a coluna “idAtividade” = 1. Uma linha para cada faixa etária e sexo ($5 \times 2 = 10$). Neste exemplo, se trata de uma atividade voltada para alunos visuais (V) e/ou cinestésicos (K), coluna “classe” = VK. O objetivo de inserir os dados desta forma é fornecer um parâmetro inicial para o cálculo de aderência de cada uma destas atividades ao EA dos alunos inscritos, pelo comportamento PontuaAderenciaMaterial.java.

O comportamento VerificaAtividadeAvaliada.java é responsável por inserir na tabela ea_atividade a atividade com pontuação obtida pelo aluno após a avaliação do professor. O critério de pontuação segue o padrão de sugestão do Moodle, de 0 a 100 pontos por atividade. Se o aluno obtiver menos de 70 pontos, o agente considera pontuação insuficiente para avançar no curso e, assim, o comportamento sinaliza ao AT que uma nova atividade precisa ser indicada ao aluno dentro do mesmo tópico, através da inserção de dados na tabela recomendar_atividade_reforco. A figura 36, exemplifica o estado da tabela ea_atividade após o professor estabelecer a nota de uma atividade postada pelo aluno.

Figura 36 – Exemplo da tabela ea_atividade após avaliação de uma atividade

	id	idAtividade	v	a	r	k	pontuacao	faixa	sexo	classe
	401	1	10	8	3	4	60,00	3	M	VA
	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Fonte: Autor (2020)

No exemplo da figura 36, um determinado aluno postou a atividade com a coluna “idAtividade” = 1, que recebeu 60 pontos na avaliação do professor, coluna “pontuação” = 60,00. Se trata de um aluno, que ao responder o questionário VARK, no início do curso, foi classificado com EA visual e auditivo, “classe” = VA, com: 10 perguntas respondidas que apontam para EA visual, coluna “v” = 10; 8 perguntas que apontam para EA auditivo, coluna “a” = 8; 3 perguntas que apontam para EA de leitura e escrita, coluna “r” = 3; e 4 perguntas que apontam para EA cinestésico, coluna “k” = 4. Além disso, a faixa etária deste aluno é a 3, coluna “faixa” = 3, ou seja, tem entre 22 e 36 anos, conforme detalhado na subseção 6.3.1. É um aluno do sexo masculino, coluna “sexo” = M.

Já o comportamento PontuaAderenciaMaterial.java é responsável por estabelecer uma pontuação de aderência entre o perfil de cada aluno matriculado no curso e cada atividade postada pelo professor no repositório de materiais. Esta pontuação é armazenada na tabela pontua_aderencia_atividade. Cada linha gravada na tabela ea_atividade pelos comportamentos ClassificaMaterial.java e VerificaAtividadeAvaliada.java, gera novas linhas

na tabela `pontua_aderencia_atividade`, com o cálculo da aderência individual da atividade a cada aluno que preencheu o questionário VARK, gravado na tabela `ea_aluno`.

Para fazer o cálculo de aderência da atividade ao aluno, são utilizados os seguintes critérios: similaridade do EA do material e do aluno; percentual de proximidade da distância Euclidiana da quantidade de respostas que apontam para cada EA do questionário VARK; percentual de aproveitamento dos alunos na avaliação da atividade; percentual de proximidade da distância Euclidiana da faixa etária do material e do aluno; similaridade do sexo do aluno e do material; e pontuação obtida por outros alunos na realização da atividade.

O primeiro critério de similaridade do EA do material e do aluno, tem como pontuação máxima 35 pontos. Assim, basta que o material seja indicado para o EA do aluno, conforme detalhado no quadro 3, que esta pontuação é atribuída na íntegra. Por exemplo: se o EA do aluno for V (Visual), e o material for um vídeo, o comportamento `PontuaAderenciaMaterial.java` atribui 35 pontos para indicar a aderência deste material ao aluno, pois, de acordo com o quadro 3, este tipo de material é compatível com o EA visual.

O segundo critério do percentual de proximidade da distância Euclidiana da quantidade de respostas que apontam para cada EA do questionário VARK, é baseado no número de respostas do aluno, que apontaram para um determinado EA, aqui denominado `NREA_aluno`, e este mesmo dado de outros alunos em relação ao material que está em tratamento pelo comportamento `ClassificaMaterial.java`, denominado `NREA_material`. Para isso, este comportamento calcula o percentual de proximidade, da distância Euclidiana do `NREA` do aluno versus do material. Por exemplo:

- `NREA_aluno`:
 - (V)isual = 10;
 - (A)uditivo = 8;
 - (R)ead/Write = 3;
 - (K)inesthetic = 4;
- `NREA_material`:
 - (V)isual = 7;
 - (A)uditivo = 9;
 - (R)ead/Write = 12;
 - (K)inesthetic = 6;

Cálculo da distância Euclidiana:

- (V)isual => $10 - 7 = 3$;
- (A)uditivo = $8 - 9 = - 1$;

- (R)ead/Write = $3 - 12 = -9$;
- (K)inesthetic = $4 - 6 = -2$;
- $\Sigma = 3^2 + (-1^2) + (-9^2) + (-2^2) = 95$
- $\sqrt{95} = 9,75$
- Percentual de proximidade da distância Euclidiana = $(1 - 9,75 / 64) \times 100 = 84,76\%$.
- Pontos atribuídos neste critério = $35 \text{ pontos} \times 84,76\% = 29,67$.

Para o terceiro critério, o percentual de aproveitamento dos alunos nas avaliações da atividade, são distribuídos 15 pontos. Por exemplo: se um aluno anterior que fez a atividade recebeu 60 pontos de 100 como nota de avaliação, conseqüentemente, a pontuação atribuída ao material é de 9 pontos, $15 \times 60\%$.

O quarto critério é do percentual de proximidade da distância Euclidiana da faixa etária do material e do aluno. Para este critério é atribuído 10 pontos. Por exemplo: se um aluno anterior que realizou esta mesma atividade estava na faixa etária 1 e o aluno para o qual o cálculo se encontra em realização, na faixa etária 4, a distância Euclidiana entre eles é de 3. Assim $(1 - 3 / 5) \times 100 = 40$. Neste caso $10 \times 40\%$ equivale a 4 pontos neste critério.

O quinto critério é a do sexo de um aluno anterior que já realizou a atividade, ou da atribuição inicial recebida pela atividade pelo comportamento ClassificaMaterial.java, com o aluno para o qual o cálculo está em execução. Neste caso, se o sexo coincidir é atribuído 5 pontos para este critério.

A figura 37 exemplifica a ação do comportamento PontuaAderenciaMaterial.java, ao inserir os dados calculados na tabela

Figura 37 – Exemplo dos dados na tabela pontua_aderencia_atividade

	idEA_Atividade	idAluno	idAtividade	pontuacao	p_classe	p_faixa	p_vark	p_sexo	p_pont
	401	5	1	92.03	35.00	10.00	33.03	5.00	9.00

Fonte: Autor (2020)

Neste caso a figura 37 demonstra que a atividade nº 1, coluna “idAtividade” = 1, para o aluno nº 5, coluna “idAluno” = 5, obteve uma pontuação de 92,03 pontos, coluna “pontuação” = 93.03, distribuída da seguinte forma: 35 pontos para o critério de similaridade do EA do material e do aluno, coluna “p_classe” = 35.00; 33,03 pontos para o critério do percentual de proximidade da distância Euclidiana da quantidade de respostas que apontam para cada EA do questionário VARK, coluna “p_vark” = 33.03; 9 pontos para o critério do percentual de aproveitamento dos alunos na avaliação da atividade, coluna “p_pont” = 9.00;

10 pontos para o critério do percentual de proximidade da distância Euclidiana da faixa etária do material e do aluno, coluna “p_faixa” = 10.00; e 5 pontos para o critério do sexo de um aluno anterior que já realizou a atividade, coluna “p_sexo” = 5.00.

Para o cálculo da distância Euclidiana dos segundo e quarto critérios, foi desenvolvido um algoritmo KNN baseado na técnica apresentada na subseção 4.3.1.

6.3.3 Agente Tutor

O AT possui o comportamento `InserAtividadeAluno.java`. Este comportamento busca em ordem decrescente de pontuação, todas as atividades inseridas no repositório de materiais do Moodle, para o aluno em questão, na tabela `pontua_aderencia_atividade`. Em seguida, recomenda aquela que obteve a maior pontuação encontrada, em cada tópico do curso. Desta forma o material com maior aderência ao perfil do aluno é indicado. Outra funcionalidade deste comportamento é inserir uma nova atividade ao aluno no mesmo tópico, quando sinalizada pelo AM, depois que o aluno não alcançou a nota mínima necessária. Para cada ação são enviadas notificações de incentivo e orientação ao aluno. O AT nunca indica uma atividade já recomendada anteriormente para o aluno em questão.

6.3.4 Comunicação entre os agentes

Toda interface de comunicação entre os agentes do SMA e o AVA Moodle, acontece mediante inserção, alteração e leitura de dados do banco de dados. O quadro 6 demonstra as tabelas utilizadas pelo SMA e o objetivo dos acessos.

Quadro 6 – Tabelas do banco de dados utilizadas pelo SMA

TABELA	TIPO	USO NA PESQUISA	AGENTE(S) DO SMA QUE TRATA
ea_aluno	Personalizada pelo autor	EA de cada aluno, conforme preenchido no questionário VARK	AA, AM
ea_atividade	Personalizada pelo autor	EA de cada material inserido pelo professor no repositório de materiais	AM
mdl_assign	Padrão do Moodle	Cadastro das atividades, aplicadas como tarefas na pesquisa	AM, AT
mdl_assign_submission	Padrão do Moodle		AT
mdl_assign_grades	Padrão do Moodle	Valor (nota) de cada atividade atribuída aos alunos, aplicadas como tarefas na pesquisa	AM
mdl_choice_answers	Padrão do Moodle	Recurso de múltipla escolha do Moodle, dos resultados do questionário VARK preenchidos pelos alunos	AA
mdl_course_modules	Padrão do Moodle	Atividades disponibilizadas pelo professor para cada tópico do minicurso	AM, AT
mdl_course_sections	Padrão do Moodle	Tópicos do curso	AT
mdl_enrol	Padrão do Moodle	Utilizada para verificar se o usuário está matriculado no minicurso.	AA
mdl_event	Padrão do Moodle	Eventos ocorridos com cada atividade do minicurso	AT
mdl_grade_items	Padrão do Moodle	Notas de cada atividade do aluno, atribuída pelo professor	AT
mdl_groups	Padrão do Moodle	Cadastro de grupos do Moodle. O SMA cria um grupo para cada aluno para possibilitar a adaptatividade do sistema ao EA do aluno	AA
mdl_groups_members	Padrão do Moodle	Cadastro de membros de grupos do Moodle. O SMA cria um grupo para cada aluno para possibilitar a adaptatividade do sistema ao EA do aluno, e insere o aluno como membro	AA, AT
mdl_groupings	Padrão do Moodle	Cadastro de agrupamentos do Moodle. O SMA cria um agrupamento para cada aluno para possibilitar a adaptatividade do sistema ao EA do aluno, para associar ao grupo que o aluno é membro	AA
mdl_groupings_groups	Padrão do Moodle	Cadastro de relacionamento dos agrupamentos com os grupos do Moodle. Possibilita a adaptatividade do sistema ao EA do aluno, uma vez que cada aluno está associado a um agrupamento e grupo	AA, AT
mdl_tag	Padrão do Moodle	Cadastro de marcadores do Moodle, utilizado para associar a atividade ao tópico do minicurso	AM, AT
mdl_tag_items	Padrão do Moodle	Cadastro de marcadores das atividades, utilizado para associar a atividade ao tópico do minicurso	AM, AT
mdl_message_popup_notifications	Padrão do Moodle	Relaciona a notificação cadastrada ao serviço de disponibilização de mensagens do Moodle. Utilizado para envio de notificações de incentivo e orientação ao aluno.	AT
mdl_notifications	Padrão do Moodle	Cadastro de notificações. Utilizado para envio de notificações de incentivo e orientação ao aluno.	AT
mdl_user	Padrão do Moodle	Cadastro de usuários do Moodle	AA, AM, AT
mdl_user_enrolments	Padrão do Moodle	Relacionamento das tabelas de participantes de curso e usuários do Moodle. Utilizado para verificar se o usuário está matriculado no minicurso	AA
mdl_user_info	Padrão do Moodle	Cadastro de dados complementares dos usuários do Moodle. Utilizado na pesquisa para a data de nascimento e sexo do aluno	AA
pontua_aderencia_atividade	Personalizada pelo autor	Armazena o perfil de aderência da atividade ao EA de cada aluno matriculado no curso que respondeu ao questionário VARK e informou o resultado no Moodle	AM, AT
recomendar_atividade_reforco	Personalizada pelo autor	Armazena as atividades recomendadas pelo SMA aos alunos	AM, AT

Fonte: Autor (2020)

6.4 A SIMULAÇÃO DA DINÂMICA DE INTEGRAÇÃO DOS AGENTES DO SMA COM O AVA MOODLE

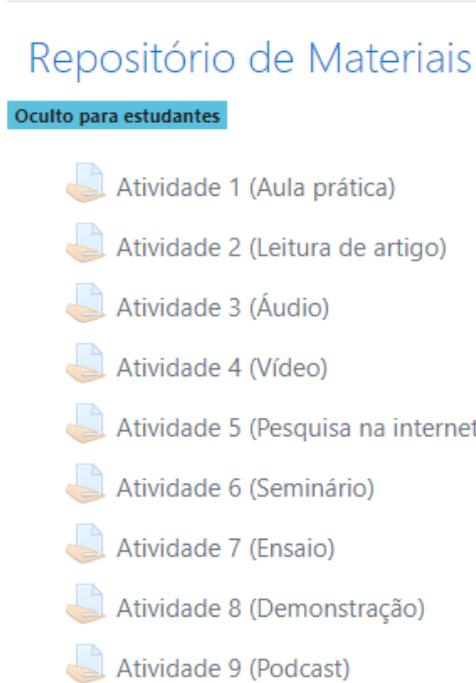
Conforme proposto no quarto tópico dos objetivos específicos desta pesquisa, para validar o funcionamento dos agentes do SMA integrado com o AVA Moodle, foram cadastrados 3 médicos fictícios, e preenchido o questionário VARK de formas diferentes para cada um, com o objetivo de resultar em EA e pontuação do EA diferentes.

O questionário VARK do médico1, foi classificado como “VA”, ou seja, Visual e Auditivo, com 10 pontos para a característica visual, 8 pontos para a característica auditiva, 5 pontos para a característica leitura/escrita (*Read/Write*) e 7 pontos para a característica sinestésica (*Kinesthetic*).

O questionário VARK do médico2, foi classificado como “AK”, ou seja, Auditivo e Sinestésico (*Kinesthetic*), com 5 pontos para a característica visual, 12 pontos para a característica auditiva, 6 pontos para a característica leitura/escrita (*Read/Write*) e 13 pontos para a característica sinestésica (*Kinesthetic*).

O questionário VARK do médico3, foi classificado como “R”, ou seja, Leitura/Escrita (*Read/write*), com 6 pontos para a característica visual, 5 pontos para a característica auditiva, 14 pontos para a característica leitura/escrita (*Read/Write*) e 5 pontos para a característica sinestésica (*Kinesthetic*).

Quanto ao repositório de materiais, foram cadastradas nove atividades, somente para os tópicos 1 e 2, “Aplicações de TI na medicina” e “Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)”. A figura 38, demonstra as atividades com os seus respectivos tipos.

Figura 38 – Repositório de materiais

Fonte: Autor (2020)

De acordo com a classificação do quadro 3, a atividade 1 é destinada a alunos com EA visuais e/ou sinestésicos. As atividades 2 e 7 para alunos com EA de leitura/escrita. As atividades 3, 6 e 9 para alunos com EA auditivos. A atividade 4 e 5 para alunos com EA visuais. E a atividade 8 para alunos com EA sinestésicos.

As atividades 1 a 4 estão ligadas ao tópico 1, “Aplicações de TI na medicina” e as demais ao tópico 2, “Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)”.

A figura 39 demonstra as pontuações iniciais de cada atividade presente no repositório de materiais, calculadas pelo AM para os médicos da amostragem.

Figura 39 – Pontuações das atividades pelo EA de cada médico

Médico	Listagem no banco de dados (Tabela: pontua_aderencia_atividade)	
	name	pontuacao
	Atividade 1 (Aula prática)	50.00
	Atividade 3 (Áudio)	50.00
	Atividade 4 (Vídeo)	50.00
	Atividade 5 (Pesquisa na internet)	50.00
	Atividade 6 (Seminário)	50.00
	Atividade 9 (Podcast)	50.00
	Atividade 2 (Leitura de artigo)	15.00
	Atividade 7 (Ensaio)	15.00
	Atividade 8 (Demonstração)	15.00

	name	pontuacao
2	Atividade 1 (Aula prática)	50.00
	Atividade 3 (Atividade 1 (Aula prática))	0
	Atividade 6 (Seminário)	50.00
	Atividade 8 (Demonstração)	50.00
	Atividade 9 (Podcast)	50.00
	Atividade 2 (Leitura de artigo)	15.00
	Atividade 4 (Vídeo)	15.00
	Atividade 5 (Pesquisa na internet)	15.00
	Atividade 7 (Ensaio)	15.00
3	Atividade 2 (Leitura de artigo)	50.00
	Atividade 7 (Ensaio)	50.00
	Atividade 1 (Aula prática)	15.00
	Atividade 3 (Áudio)	15.00
	Atividade 4 (Vídeo)	15.00
	Atividade 5 (Pesquisa na internet)	15.00
	Atividade 6 (Seminário)	15.00
	Atividade 8 (Demonstração)	15.00
	Atividade 9 (Podcast)	15.00

Fonte: Autor (2020)

Pela ordem, as quatro primeiras recomendações para o médico1, com EA visual e auditivo, o AT deve recomendar as atividades 1, 3, 4 e 5. Para o médico2, com EA auditivo e sinestésico, o AT deve recomendar as atividades as atividades 1, 3, 6 e 8. E para o médico3, com EA de leitura/escrita, o AT deve recomendar as atividades as atividades as atividades 2, 7, 1 e 3.

Para realizar a inserção das atividades nos tópicos de cada o AT, utiliza o recurso de marcações do AVA Moodle. A figura 40 demonstra uma listagem do banco de dados com a ligação de cada atividade aos seus marcadores.

Figura 40 – Relacionamento das atividades com os seus marcadores

	name	name
	Atividade 1 (Aula prática)	aula pratica
	Atividade 1 (Aula prática)	aplicacoes de ti na medicina
	Atividade 3 (Áudio)	audio
	Atividade 3 (Áudio)	aplicacoes de ti na medicina
	Atividade 4 (Vídeo)	video
	Atividade 4 (Vídeo)	aplicacoes de ti na medicina
	Atividade 5 (Pesquisa na internet)	pesquisa na internet
	Atividade 5 (Pesquisa na internet)	prontuário eletrônico do paciente (pep)
	Atividade 6 (Seminário)	prontuario eletronico do paciente
	Atividade 6 (Seminário)	seminario
	Atividade 7 (Ensaio)	ensaio
	Atividade 7 (Ensaio)	prontuário eletrônico do paciente (pep)
	Atividade 8 (Demonstração)	prontuario eletronico do paciente
	Atividade 8 (Demonstração)	demonstracao

Fonte: Autor (2020)

Através da organização demonstrada nas figuras 39 e 40, após a ação do AT, pelo comportamento `InserAtividadeAluno.java`, a figura 41, demonstra como cada médico da amostragem encontra a distribuição de atividades ao acessar o AVA Moodle.

Figura 41 – Atividades lançadas pelo AT

Médico1	Médico2	Médico3
<p>Aplicações de TI na medicina</p> <p>Atividade 1 (Aula prática)</p> <p>Atividade 1 (Aula prática)</p>	<p>Aplicações de TI na medicina</p> <p>Atividade 1 (Aula prática)</p> <p>Atividade 1 (Aula prática)</p>	<p>Aplicações de TI na medicina</p> <p>Atividade 2 (Leitura de artigo)</p> <p>Atividade 2 (Leitura de artigo)</p>
<p>Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)</p> <p>Atividade 5 (Pesquisa na internet)</p> <p>Atividade 5 (Pesquisa na internet)</p>	<p>Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)</p> <p>Atividade 9 (Podcast)</p> <p>Atividade 9 (Podcast)</p>	<p>Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)</p> <p>Atividade 7 (Ensaio)</p> <p>Atividade 7 (Ensaio)</p>

Fonte: Autor (2020)

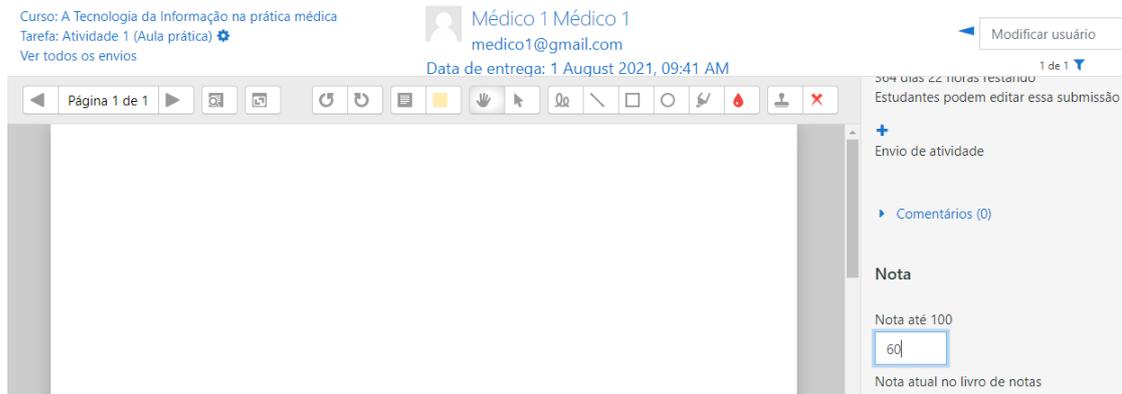
Quanto ao médico1, no tópico “Aplicações de TI na medicina”, é recomendada a atividade 1, que está classificada como aula prática. No tópico “Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)”, é recomendada a atividade 5, que está classificada como pesquisa na internet.

Quanto ao médico2, no tópico “Aplicações de TI na medicina”, é recomendada a atividade 1, que está classificada como aula prática. No tópico “Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)”, é recomendada a atividade 9, que está classificada como podcast.

Quanto ao médico3, no tópico “Aplicações de TI na medicina”, é recomendada a atividade 2, que está classificada como leitura de artigo. No tópico “Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP)”, é recomendada a atividade 7, que está classificada como ensaio.

Para simular a ação do comportamento `VerificaAtividadeAvaliada.java` do AM, o médico1 acessou o AVA Moodle e enviou a atividade 1 para avaliação do professor. Por sua vez, o professor atribuiu uma nota de 60 pontos de 100, conforme demonstra a figura 42.

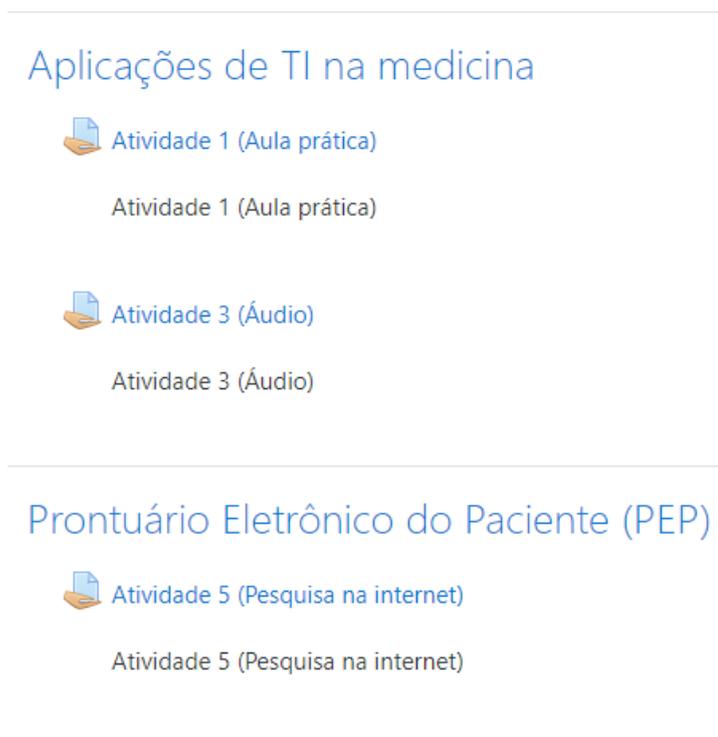
Figura 42– Avaliação do professor



Fonte: Autor (2020)

A partir desta avaliação do professor, o AM, através do comportamento `VerificaAtividadeAvaliada.java`, insere na tabela `ea_atividade` o perfil e a pontuação obtida pelo aluno, para futuras decisões do AT quanto a novas recomendações para alunos com perfis semelhantes. Também sinaliza ao AT, recomendar nova atividade para este aluno que não obteve a nota mínima, através da tabela `recomendar_atividade_reforco`.

Desta forma, o AT insere uma nova atividade, não recomendada anteriormente para o aluno, e repete o processo até que a nota mínima seja atingida. A figura 43 demonstra a recomendação da atividade 3, pois se trata da segunda melhor pontuada para o `médico1`, conforme apresentado nas figuras 39 e 40.

Figura 43 – Nova atividade – Médico 1

Fonte: Autor (2020)

Outra ação do AT, através do comportamento `InserAtividadeAluno.java`, é, a cada recomendação de atividade, enviar mensagens de orientação e incentivo aos alunos pelo serviço de notificação do AVA Moodle.

Quando se trata da recomendação inicial o AT envia a mensagem “{nome do aluno}, obrigado por responder ao questionário VARK. Todas as atividades já foram personalizadas para você. Acesse o primeiro módulo e tenha um excelente curso.”

Quando o aluno não atinge a nota mínima, o AT insere nova atividade para que ele possa realizar, e envia a mensagem “{nome do aluno}, uma nova atividade foi liberada referente ao módulo {nome do tópico}. Não desanime, você está progredindo. Acesse e ótimo trabalho.”. A figura 44 demonstra o envio de mensagens realizado pelo AT.

Figura 44 – Envio de mensagens realizado pelo AT



Fonte: Autor (2020)

6.5 A COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo inicial da presente pesquisa era aplicar um questionário a um grupo de médicos cooperados, logo após a experiência dos mesmos em participar de um minicurso através do protótipo que foi desenvolvido, mas devido ao excesso de trabalho que os médicos da Unimed Uberaba foram submetidos em função da pandemia do novo Coronavírus, exatamente no período de coleta de dados, foi necessário alterar a estratégia.

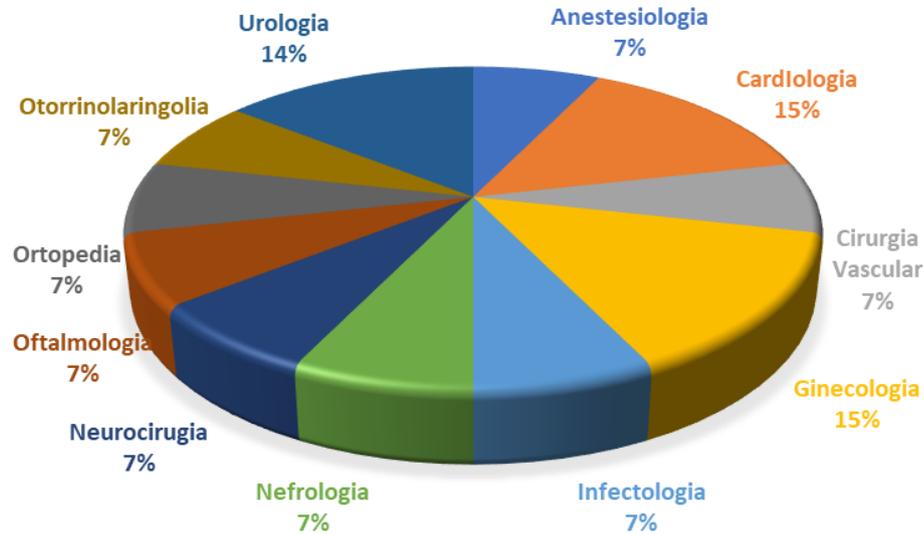
Desta forma, os dados da pesquisa foram coletados mediante a aplicação de um questionário, conforme descrito no apêndice A, a quatorze dos dezesseis médicos cooperados da diretoria executiva e conselho de administração da Unimed Uberaba, que são os principais órgãos executivos, designados pela assembleia geral, para representação e gestão da cooperativa de trabalho médico.

Este questionário foi criado para que os médicos cooperados diretores e conselheiros pudessem dar sua opinião, basicamente, sobre o uso do Moodle e sua dificuldade, a participação deles em cursos à distância, a relevância do tutor inteligente na organização dos conteúdos dentro dos tópicos de um curso e a importância de um modelo de EaD com inteligência artificial embarcada, como ferramenta de apoio para expansão da educação cooperativista.

O questionário foi aplicado após a demonstração do protótipo e suas funcionalidades desenvolvido nesta pesquisa, e esclarecimento de dúvidas dos participantes, conforme proposto no quinto tópico dos objetivos específicos desta pesquisa.

A figura 45 mostra a distribuição dos médicos respondentes do questionário dentro das especialidades médicas representadas pelos órgãos participantes da pesquisa.

Figura 45 – Especialidades médicas dos respondentes do questionário

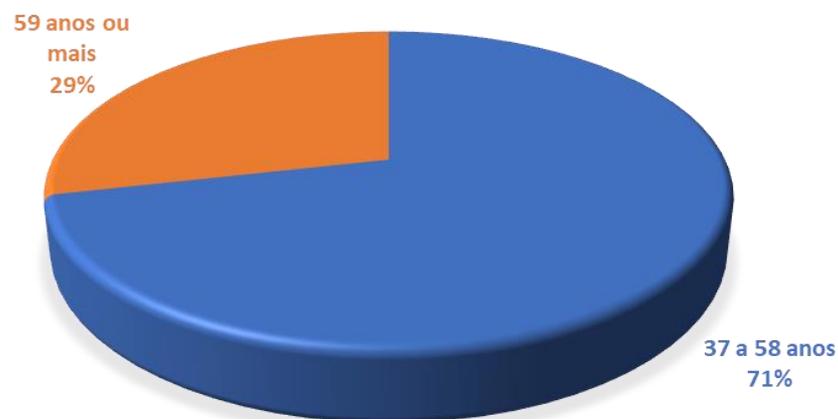


Fonte: Autor (2020)

De acordo com a figura 45, onze especialidades médicas estão representadas na pesquisa, ou seja 25% do total de especialidades dos médicos cooperados que formam a cooperativa.

Segundo Andrade e al. (2020, p. 5), distribuição etária dos respondentes é representada pelas gerações X e baby boomers, conforme demonstrado pela figura 46.

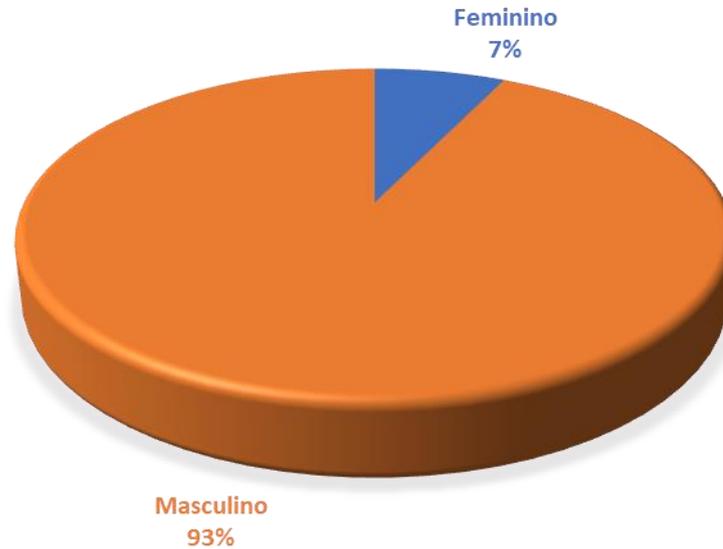
Figura 46 – Faixa etária dos respondentes



Fonte: Autor (2020)

A figura 47 mostra a distribuição dos respondentes conforme o sexo.

Figura 47 – Sexo dos respondentes



Fonte: Autor (2020)

O questionário está composto de dez perguntas, conforme demonstrado no apêndice A.

A primeira pergunta é “Você já teve a experiência em participar de algum curso a distância?”. A figura 48 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 48 – Gráfico da pergunta 1

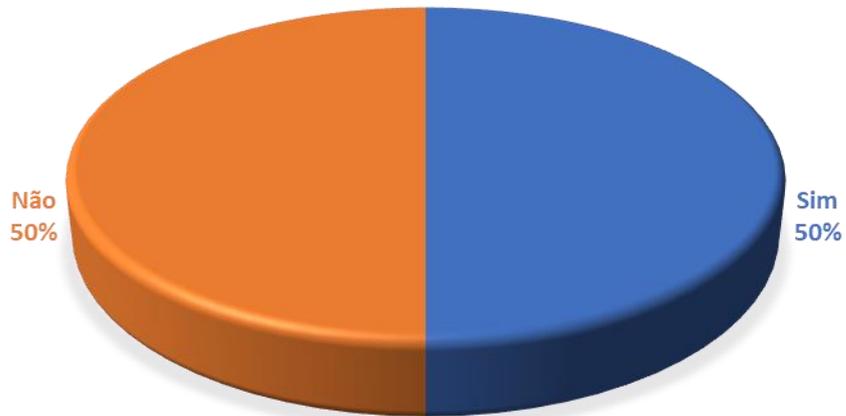


Fonte: Autor (2020)

Conforme demonstra a figura 48, 86% dos respondentes já tiveram alguma experiência com EaD.

A segunda pergunta é “Você conhece o ambiente virtual de aprendizagem Moodle?”. A figura 49 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 49 – Gráfico da pergunta 2

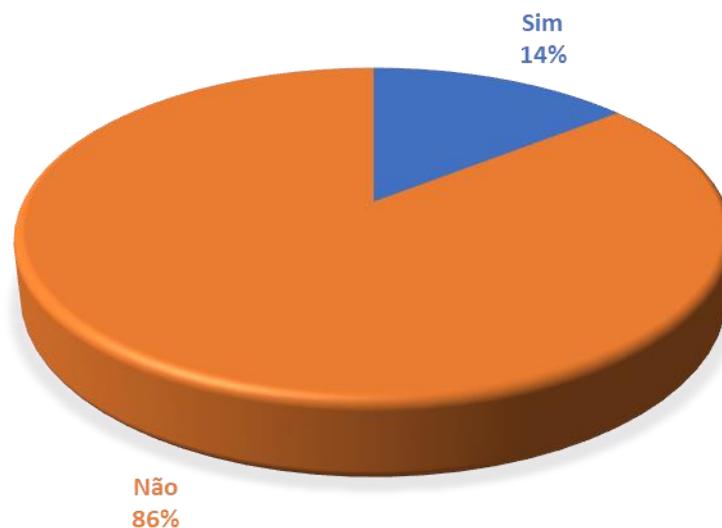


Fonte: Autor (2020)

Ao considerar os 86% dos respondentes que vivenciaram alguma experiência com EaD, 58% conhecem o AVA Moodle.

A terceira pergunta é “Você conhece algum portal de ensino à distância com capacidade de se adaptar ao seu estilo de aprendizagem?”. A figura 45 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 50 – Gráfico da pergunta 3

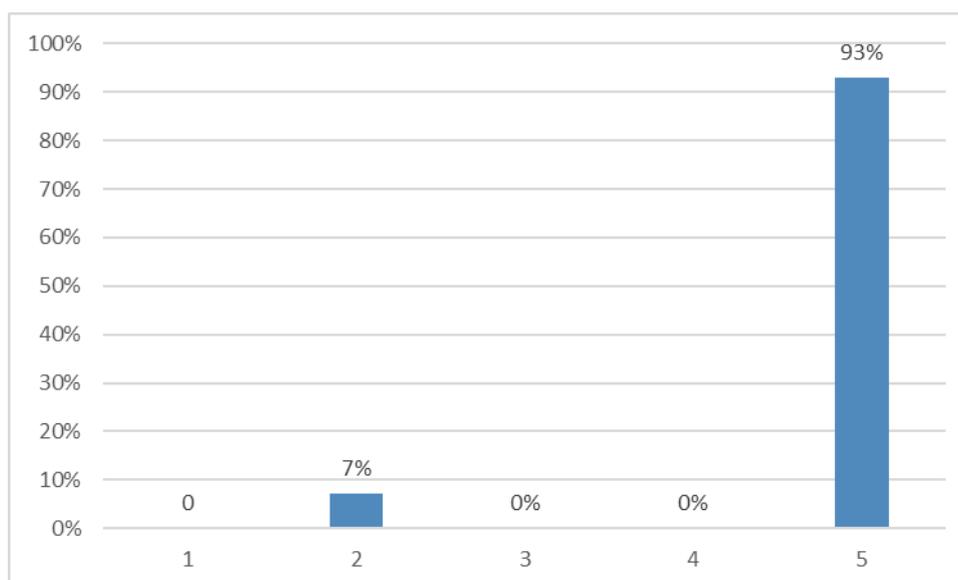


Fonte: Autor (2020)

A terceira pergunta, demonstra que 86% dos respondentes não conhecem nenhum portal de EaD, com capacidade de se adaptarem ao estilo de aprendizagem de cada aluno.

A quarta pergunta é “Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você avalia o desenvolvimento de recursos em um portal de ensino à distância, que se adaptam ao seu estilo de aprendizagem?”. A figura 51 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

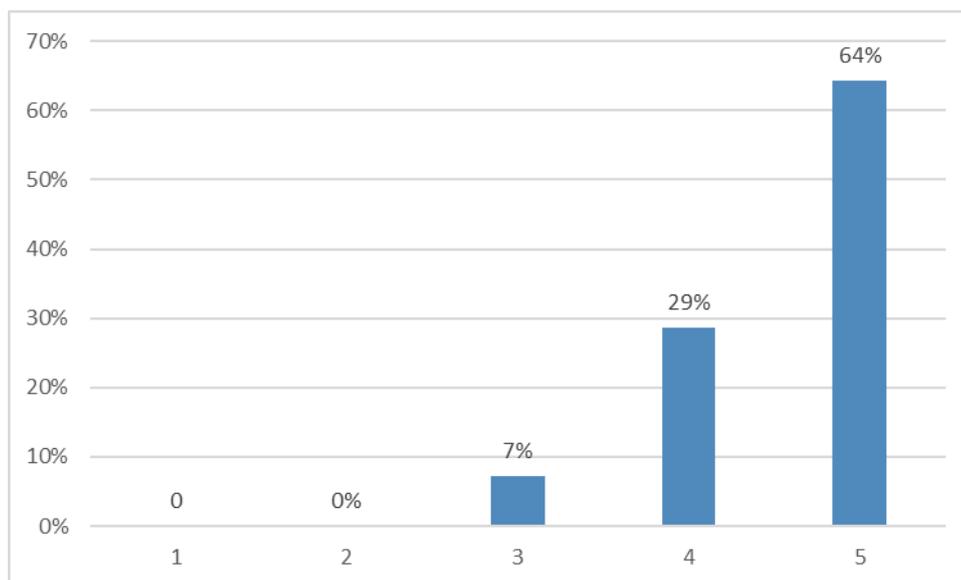
Figura 51 – Gráfico da pergunta 4



Fonte: Autor (2020)

93% dos respondentes consideraram muito útil o desenvolvimento de recursos em um portal de ensino à distância, capazes de se adaptarem ao estilo de aprendizagem do aluno.

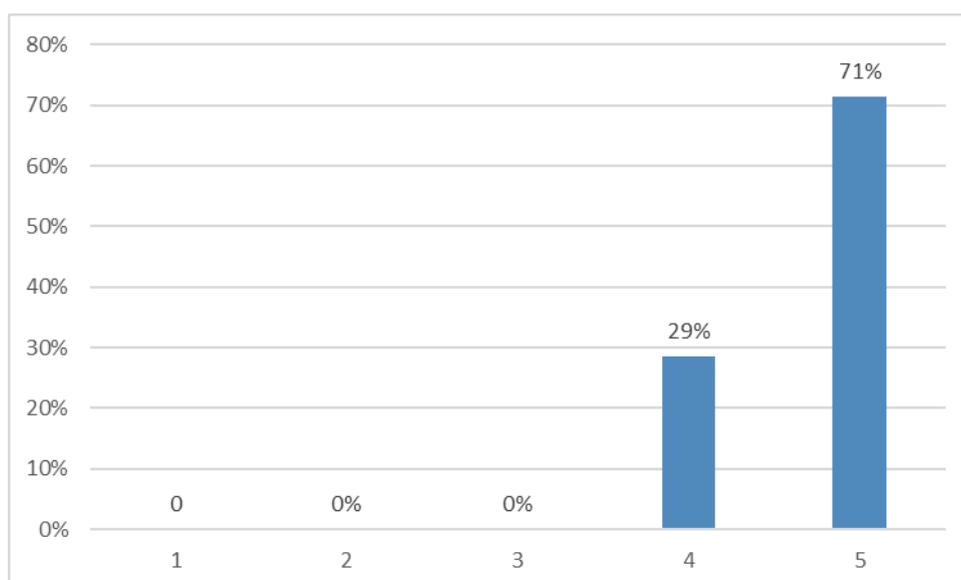
A quinta pergunta é “Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco intuitivo e 5 muito intuitivo, como você considera a estrutura de acesso e navegação no curso apresentado no ambiente virtual Moodle?”. A figura 52 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 52 – Gráfico da pergunta 5

Fonte: Autor (2020)

64% dos respondentes consideraram muito intuitiva, e 29% intuitiva, a estrutura de acesso e navegação no curso apresentado no ambiente virtual Moodle.

A sexta pergunta é “Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você considera a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades iniciais em cada tópico no curso apresentado no ambiente virtual Moodle?”. A figura 53 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

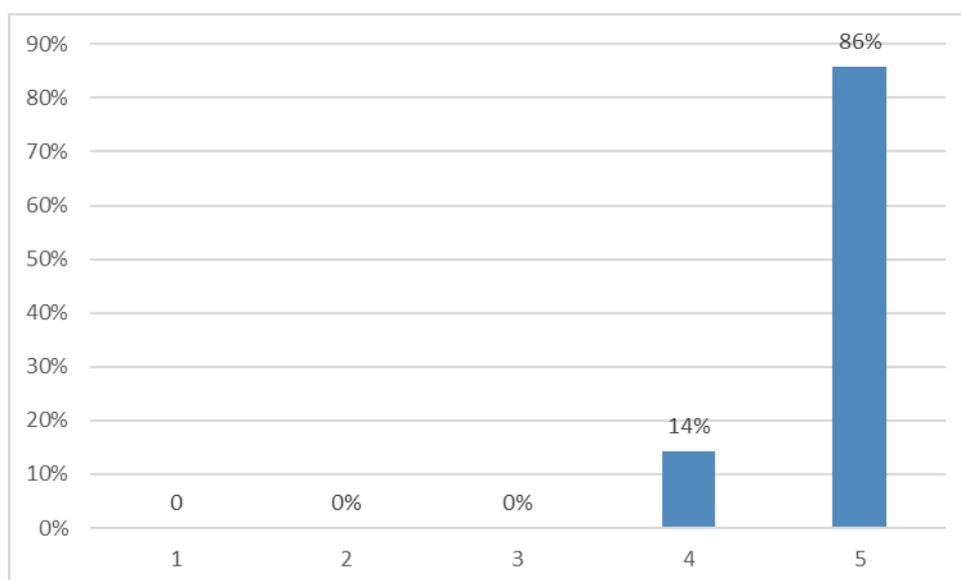
Figura 53 – Gráfico da Pergunta 6

Fonte: Autor (2020)

71% dos respondentes consideraram muito útil, e 29% útil, a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades iniciais em cada tópico no curso apresentado no ambiente virtual Moodle.

A sétima pergunta é “Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você considera a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades de reforço nos tópicos do curso em que o aluno não consegue nota suficiente para avançar, apresentado no ambiente virtual Moodle?”. A figura 54 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

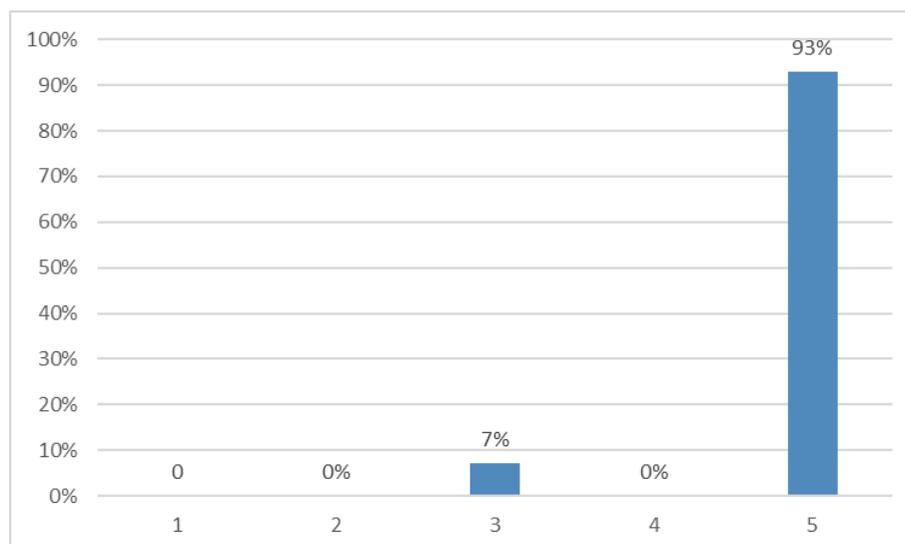
Figura 54 – Gráfico da pergunta 7



Fonte: Autor (2020)

86% dos respondentes consideraram muito útil, e 14% útil, a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades de reforço quando o aluno não consegue nota suficiente para avançar no curso.

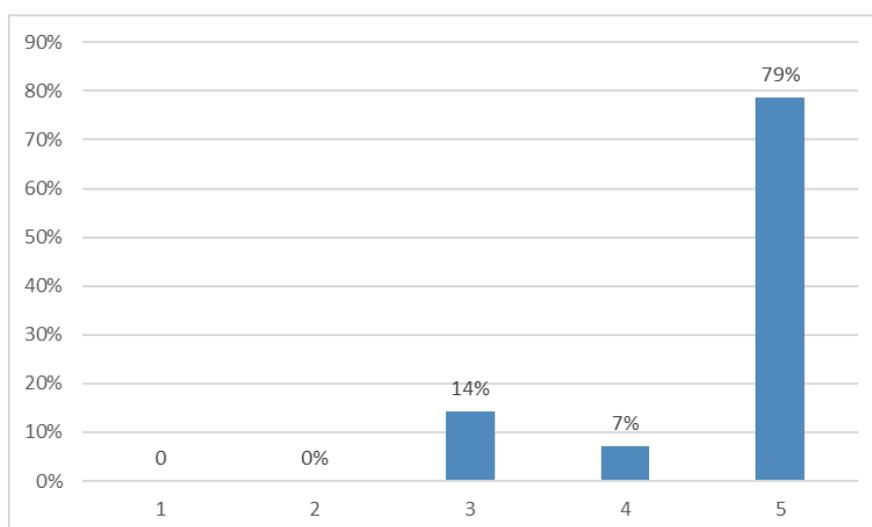
A oitava pergunta é “Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco relevante e 5 muito relevante, as mensagens de orientação e incentivo do tutor virtual são relevantes para o direcionamento e motivação?”. A figura 55 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 55 – Gráfico da pergunta 8

Fonte: Autor (2020)

93% dos respondentes consideraram muito relevante, e 7% pouco relevante, o recurso de envio de mensagens de orientação e incentivo pelo tutor virtual para o direcionamento e motivação do aluno.

A nona pergunta é “Baseado na pesquisa apresentada e considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 sem importância e 5 muito importante, qual é a sua avaliação da criação de cursos à distância com o auxílio de tutores virtuais na recomendação de atividades conforme o estilo de aprendizagem, para a disseminação da educação cooperativista em cooperativas de trabalho médico como a Unimed Uberaba?”. A figura 56 mostra o gráfico com a proporção das respostas.

Figura 56 – Gráfico da pergunta 9

Fonte: Autor (2020)

79% dos respondentes consideraram muito importante, 7% importante, 3 14% nem importante ou pouco importante, a criação de cursos à distância com o auxílio de tutores virtuais na recomendação de atividades conforme o estilo de aprendizagem, para a disseminação da educação cooperativista em cooperativas de trabalho médico como a Unimed Uberaba, de acordo com o protótipo apresentado pelo autor da pesquisa.

A décima pergunta é uma questão aberta para comentários. Foram apresentadas as seguintes colocações: “Sistema tende a melhorar a qualidade do ensino”; “Sistema propicia ganho de tempo com a oportunidade de realizar cursos não presenciais”; “Sistema propicia realizar maior quantidade de cursos de interesse”; “Conhecer o perfil de aprendizado do aluno é fundamental para obter melhor resultado de fundamentação do conteúdo.”

Diante das respostas apresentadas pelo grupo de respondentes, é possível concluir que um sistema de tutoria desenvolvido com recursos de IA pode contribuir para a formação em educação cooperativista dos médicos cooperados da Unimed Uberaba, seja pela disponibilidade do AVA, sem a necessidade de fixação de horários e deslocamentos, e por fornecer orientação adaptada ao perfil e percurso de cada aluno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os pilares do cooperativismo, a educação cooperativista é um de seus fundamentos basilares. No Brasil, as cooperativas de uma forma geral, em especial o sistema Unimed relata dificuldade em envolver os médicos cooperados nas ações de promoção da educação cooperativista, o que é essencial para a sustentabilidade destas organizações.

Diante deste cenário, a presente pesquisa no capítulo I, procurou discorrer sobre os fundamentos e a história do cooperativismo, do sistema Unimed e da Unimed Uberaba. O capítulo II, sobre as principais técnicas para identificação dos estilos de aprendizagem de estudantes. O capítulo III, sobre a história e a evolução do ensino à distância, os ambientes virtuais de aprendizagem e a plataforma Moodle. O capítulo IV, sobre os sistemas de tutoria inteligente multiagentes, e o potencial da adoção da inteligência artificial integrada a estes sistemas. O capítulo V, sobre alguns trabalhos do meio acadêmico relacionados a esta pesquisa. O capítulo VI, sobre a organização e todos os recursos, estratégias e algoritmos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa e a coleta e análise dos dados.

A proposta foi de avaliar se um sistema de tutoria desenvolvido com recursos de inteligência artificial poderia contribuir para a formação em educação cooperativista dos médicos cooperados da Unimed Uberaba.

Pelo conjunto de respostas apresentadas pelos médicos cooperados ao questionário aplicado, conforme descrito no capítulo VI, com especial destaque para a nona pergunta, 79% considerou muito importante o desenvolvimento de cursos à distância com o auxílio de tutores virtuais inteligentes na recomendação de atividades conforme o estilo de aprendizagem de cada aluno, para a disseminação da educação cooperativista.

Para evoluções futuras desta pesquisa, vale destacar as seguintes funcionalidades que ainda podem ser desenvolvidas: a recomendação dos demais objetos de aprendizagem da plataforma Moodle, além das tarefas; a inclusão da avaliação pelo aluno da atividade ou material recomendado e sua consideração pelos agentes do SMA na recomendação de conteúdos; a utilização de inteligência artificial para organização das atividades e materiais dentro dos tópicos dos cursos, sem a necessidade do uso de marcadores pelo professor; o fornecimento de relatórios inteligentes de performance dos materiais e atividades aos professores para revisão e descontinuidade; o uso da taxonomia de Bloom como mais um critério a ser utilizado pelos agentes do SMA na recomendação de conteúdos.

REFERÊNCIAS

- ADAPT. **Plataforma Adaptativa de Ensino à Distância**. Disponível em: < <http://gecad.isep.ipp.pt:8181/>>. Acesso em: 14/09/2020.
- ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. **IEEE Transactions On Knowledge And Data Engineering**, v. 17, n. 6, 2005. Disponível em: < <http://pages.stern.nyu.edu/~atuzhili/pdf/TKDE-Paper-as-Printed.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE (ANS). **Dados e Indicadores do Setor**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-e-indicadores-do-setor>. Acesso em: 18/05/2019.
- AKAMINE, O. **UNIMED 30 Anos**. São Paulo: Cartaz Editorial, 1997.
- ALMEIDA, M. E. B. **Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem**. Educação e pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul/dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v29n2/a10v29n2.pdf>. Acesso em: 07/08/2019.
- ALOISE, A. F. **Um Sistema de Recomendação Para Professores e Coordenadores de Curso Utilizando Predição de Reprovação Na Modalidade de Educação a Distância**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS), 2016.
- AMARAL, A. **Cooperativa de trabalho médico: manual do proprietário**. Cuiabá: EdUNIC, 2004.
- ANDONI, A.; INDYK, P. Near-Optimal Hashing Algorithms for Approximate Nearest Neighbor in High Dimensions. **Communications Of The ACM**, v. 51, n. 1, 2008. Disponível em: < <https://people.csail.mit.edu/indyk/p117-andoni.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.
- ANDRADE, L. G. S. B; AGUIAR, N. C.; FERRETE, R. B.; SANTOS, J. Geração Z e as metodologias ativas de aprendizagem: desafios na educação profissional e tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 18, 2020. Disponível em: < <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/8575>>. Acesso em: 14/09/2020.
- ARAÚJO, R.; DORÇA, F.; CATTELAN, R.; SANTOS, C. Uso de Estilos de Aprendizagem em Ambientes Educacionais Ubíquos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, 2019. Disponível em: < <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/99540/55682> >. Acesso em: 22/02/2020.
- BAZZAN, A. L. C. **Cap. 3 (apêndice) em Jornadas de Atualização em Informática (JAI)**. SBC, 2010.

BELLIFEMINE, F. L.; CAIRE, G.; GREENWOOD, D. **Developing Multi-Agent Systems with JADE**. Chichester – England: John Wiley & Sons Ltd, 2007.

BIESTA, G. J. J.; Why ‘What Works’ Still Won’t Work: From Evidence-Based Education to Value-Based Education. **Stud Philos Educ**, Berlin, v. 29, 2010, p. 491–503.

BITTENCOURT, W. N. **A utilização do tutor inteligente Mazk no processo de ensino-aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá-SC, 2018.

BRAGA, M. J.; REIS, B. **AGRONEGÓCIO Cooperativo: reestruturação e estratégias**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa/DER, 2002.

BURKE, R.; Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 12, n. 4, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263377228_Hybrid_Recommender_Systems_Survey_and_Experiments>. Acesso em: 02/05/2020.

BUTLER, K. A. Successful learning strategies for the emerging adolescent. **Journal Articles - Oklahoma Middle Level Education Association**, Oklahoma, 1986.

CASSIDY, S. Learning styles: an overview of theories, models, and measures. Educational Psychology, **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 24, n. 4, 2004, p. 419-444.

CERQUEIRA, T. C. S. **Estilos de Aprendizagem em Universitários**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CHOPRA, A. K.; SINGH, M. Agent Communication. In: WEISS, G. **Multiagent Systems**. 2. ed. London: The MIT Press, 2013. p. 101-142.

CLAXTON, C. S.; MURRELL, P. H. **Learning styles: implications for Improving Educational Practices**. Washington, DC: ASHE, 1987.

COLLIS, J. C.; NDUMU, D. T.; NWANA, H. S.; LEE, L. C. The ZEUS agent building toolkit. **BT Technology Journal**, v. 16, n. 3, p. 60-68, 1998. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.127.5186&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14/03/2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS COOPERATIVAS MÉDICAS - UNIMED. **Estatuto Social da UNIMED do Brasil**. São Paulo, SP, 1996.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS COOPERATIVAS MÉDICAS - UNIMED. **Relatório de Gestão**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <http://www.unimed.coop.br/portalanimed/flipbook/unimed_brasil/relatorio_de_gestao_2017/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Acesso em: 18/05/2019.

COTTER, P.; SMYTH, B. PTV: Intelligent personalized TV guides. In: **Twelfth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence**, p. 957–964, 2000. Disponível em: <<https://www.aaai.org/Papers/IAAI/2000/IAAI00-004.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.

DIAS, A. S. **Recommender System for Learning Objects based in Learner-user Choices in E-learning Systems**. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

DIAZ, E. Estilos de aprendizaje. **Revistas Científicas de la Universidad UTE-EIDOS**, Quito, v. 5, n. 1, 2012, p. 5-11.

DUNN, R.; DUNN, K. **Teaching students through their individual learning styles: a practical approach**. Reston, VA: Reston Publishing Co., 1978.

DUNN, R.; DUNN, K.; PRICE, G. E. **Productivity environmental preference survey**. Lawrence, KS: Price Systems, 1982.

FABRÍCIO, I. **Instalação do Moodle 3.0 no CentOS 7**. 2016. Disponível em: <<https://www.vivaolinux.com.br/artigo/Instalacao-do-Moodle-30-no-CentOS-7>>. Acesso em: 14/09/2020.

FELDER, R. M. **Are learning styles invalid? (hint: no!)**. 2010. Disponível em: <[https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/10S5mLkGElS8NTsYgOe_f0taEdlSpbJD/2010-LS_Validity\(On-Course\).pdf](https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/10S5mLkGElS8NTsYgOe_f0taEdlSpbJD/2010-LS_Validity(On-Course).pdf)>. Acesso em: 22/02/2020.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning styles and teaching styles in engineering education. **International Journal of Engineering Education**, Ontario, v. 78, n. 7, 1988, p. 674–681.

FELDER, R. M.; SPURLIN, J. Applications, reliability and validity of the index of learning styles. **International Journal of Engineering Education**, Ontario, v. 21, n. 1, 2005, p. 103-112.

FELDER, R. M.; SOLOMAN, B. A. **Index of learning styles questionnaire**. North Carolina State University, 1991. Disponível em: <[http:// https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/](http://https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/)>. Acesso em: 19/02/2020.

FERRARI, I.; AFFONSO, G. C. **Cooperativas de Trabalho: existência legal**. 2. ed. São Paulo: LTr, 2002.

FILATRO, A.; PICONEZ, S. C. B. Evolução dos sistemas para educação a distância. In: MACIEL, C. (Org.). **Educação a distância: ambientes virtuais de aprendizagem**. Cuiabá-MT: Editora da UFMT, 2018. p. 57-89.

FILHO, J. B. S. S. Agentes de Software para o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle: Facilidades de Gerência. **Revista Sistemas de Informação e Gestão de Tecnologia**, v. 4, 2007.

FIPA. **FIPA SL Content Language Specification**. 2002a. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00008/SC00008I.html>>. Acesso em: 14/03/2020.

FIPA. **FIPA CCL Content Language Specification**. 2002b. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00009/XC00009B.html>>. Acesso em: 14/03/2020.

FLEMING, N. D. **Teaching and learning styles: VARK strategies**. Christchurch, New Zealand: N. D. Fleming, 2001.

FLEMING, N. D. **The 2009 VARK Scoring Trial**. 2009. Disponível em: < <https://vark-learn.com/wp-content/uploads/2014/08/scoring-trial.pdf>>. Acesso em: 14/03/2020.

FLEMING, N.; BONWELL, C. **How do I learn best? A student guide to improved learning**. Christchurch, New Zealand: Published by the authors, 2019.

FONSECA, J. M. S. **Jogos de Computador no Ensino de Matemática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Viçosa, Florestal-MG, 2018.

FORNARA, N. **Interaction and Communication among Autonomous Agents in Multiagent Systems**. Dissertação (Ph.D. em Communication Sciences) – University of Lugano, Lugano-Suíça, 2003.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 4. ed. São Paulo: AMGH editora Ltda., 2010.

FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. In: International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. **Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages**. Switzerland, 1996.

FRASSON, C.; MENGELLE, T.; AIMEUR, E. Using pedagogical agents in a multi-strategic intelligent tutoring system. In: **Proceedings of the A I-ED '97 Workshop on Pedagogical Agents**, 1997, p. 40-47.

GENESERETH, M. R.; FIKES, R. E. Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual. In: **Interchange Logic-92-1**, p. 1-68, 1992. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/2419061_Knowledge_Interchange_Format_Version_30_Reference_Manual>. Acesso em: 14/03/2020.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

GIUFRA PALOMINI, C. E. **Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GONZALEZ, C.; BURGUILLO, J. C.; LLAMAS, M.; LAZA, R. Designing Intelligent Tutoring Systems: A Personalization Strategy using Case-Based Reasoning and Multi-Agent Systems. **Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal**, Special Issue #4, 2019, p. 41-53.

GOOGLE. **Visão geral do Google Cloud**. Disponível em: < <https://cloud.google.com/docs/overview?hl=pt-br>>. Acesso em: 14/09/2020.

GREGORC, A. F. **Learning/teaching styles: their nature and effects**. NASSP Monograph, 1979.

GRUBER, T. R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **International Workshop on Formal Ontology**, Padova-Italy, 1993. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.89.5775&rep=rep1&type=pdf> >. Acesso em: 14/03/2020.

GUERREIRO, L.; BREVE, F. A. Analysis of the Influence of Distance Metrics on the Semi-supervised Algorithm of Particle Competition and Cooperation. **Repositório Institucional UNESP**, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/169991>>. Acesso em: 07/05/2020.

HADZIC, M.; WONGTHONGTHAM, P.; DILLON, T.; CHANG, E. Introduction to Ontology. *In: **Ontology-Based Multi-Agent Systems***. Berlin: Springer, 2009. p. 37-60.

HARRIS, A. L.; REA, A. Web 2.0 and Virtual World Technologies: A Growing Impact on IS Education. **Journal of Information Systems Education Agents**, p. 137-144. Disponível em: < <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&context=jise>>. Acesso em: 14/09/2020.

HAWK, T. F.; SHAH, A. J. Using Learning Style Instruments to Enhance Student Learning. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, Manila, v. 5, n. 1, 2007, p. 1-19.

ISINKAYE, F. O.; FOLAJIMI, Y. O.; OJOKOH, B. A. Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. **Egyptian Informatics Journal**, Cairo, v. 16, n. 3, 2015. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110866515000341>>. Acesso em: 02/05/2020.

JÚNIOR, C. F. B. **Reúso de conteúdo da Web na Recomendação Personalizada de Objetos de Aprendizagem: uma abordagem baseada em um Algoritmo Genético, Tecnologias da Web Semântica e uma Ontologia**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2018.

JÚNIOR, D. P. A. **Colaboração em sistemas multiagentes na roteirização dinâmica de veículos: um método para avaliação de estratégias em empresas OEM**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

KOENE, A.; VALLEJOS, E. P.; CARTER, C. J.; STATACHE, R.; ADOLPHS, S.; O'MALLEY, C.; RODDEN, T.; MCAULEY, D. Ethics of personalized information filtering. **HORIZON Digital Economy Research**, 2015. Disponível em: < https://casma.wp.horizon.ac.uk/wp-content/uploads/2015/04/ICISSGI15_EthicsOfPersonalizedInformationFilters_AKoeneEtAl_final_draft.pdf >. Acesso em: 02/05/2020.

KOLB, D. A. **Experimental learning: experience as the source of learning and development**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1984.

KURI, N. P. **Tipos de personalidade e estilos de aprendizagem**: proposições para o ensino de Engenharia. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2004.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 3 ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LI, Y.; MEDWELL, J.; WRAY, L.; LIU, X. Learning styles: A review of validity and usefulness. **Journal of Education and Training Studies**, Ontário, v. 4, n. 10, 2016, p. 90-94.

LITZINGER, T.; WISE, J.; LEE, S. Self-directed Learning Readiness Among Engineering Undergraduate Students. **Journal of Engineering Education**, Ontario, v. 94, n. 2, p. 215-221, 2005.

LITZINGER, T. A.; LEE, S. H.; WISE, J. C.; FELDER, R. M. (2007). A Psychometric study of the index of learning styles. **Journal of Engineering Education**, Ontario, v. 96, n. 4, 2007, p. 309-319.

LOPES, L. F.; PEREIRA, M. F. R. O que e o quem da EaD. In: PEREIRA, M. F. R.; MORAES, R. A.; TERUYA, T. K. (Org.). **Educação a distância**: reflexões críticas e práticas. Uberlândia-MG: Navegando Publicações, 2017. p. 9-24.

LUCENE. **Lucene**. Disponível em: < <https://lucene.apache.org/>>. Acesso em: 14/09/2020.

LUZ, F. Algoritmo KNN Para Classificação. **Inferir**, 2019. Disponível em: < <https://inferir.com.br/artigos/algoritmo-knn-para-classificacao/>>. Acesso em: 02/05/2020.

MACHADO, V. P. **Inteligência Artificial**. Disponível em: < http://www.uece.br/computacaoead/index.php/downloads/doc_download/2177-inteligencia-artificial >. Acesso em: 14/03/2020.

MARTIN, D. L.; CHEYER, A. J.; MORAN, D. B. The Open Agent Architecture: A Framework for Building Distributed Software Systems. *In: Applied Artificial Intelligence* **13**, p. 1-38, 1999. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/2427727_The_Open_Agent_Architecture_A_Framework_for_Building_Distributed_Software_Systems>. Acesso em: 14/03/2020.

MARQUES, J. M.; NETO, A. C. Notas De Aula Da Disciplina Ce076. Disponível em: < <https://docs.ufpr.br/~soniaisoldi/ce076/9ANALISEAGRUPAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.

MAZK. **Mazk**. Disponível em: < <https://mazk.labtec.ufsc.br/>>. Acesso em: 14/09/2020.

MCARTHUR, S.; DIMEAS, A.; CATTERSON, V. M.; HATZIARGYRIOU, N. D. Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications - Part II: Technologies, Standards, and Tools for Building Multi-agent Systems. **Index IEEE Transactions on Power Systems**, v. 22, n. 4, p. 1753-1759, 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/3268400_Multi-Agent_Systems_for_Power_Engineering_Applications_-_Part_II_Technologies_Standards_and_Tools_for_Building_Multi-Agent_Systems>. Acesso

em: 14/03/2020.

MEINEN, E.; PORT, M. **Cooperativismo financeiro**: percurso histórico, perspectivas e desafios. Manaus: Confebras, 2016.

MENDONÇA, R. S. **Plataforma didática para desenvolvimento de sistemas multiagente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2016.

MOREIRA, A. J. B. **Sistema de recomendação para uma plataforma de comércio eletrônico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2019.

MORO, F. F.; VALERIANO, E. C. F.; SILVA, V. I.; POZZEBON, E.; FRIGGO, L. B. The use of Mazk intelligent tutor in the process of teaching and learning geography applied in elementary education. In: **Proceedings of the Workshop on Advanced Virtual Environments and Education**, 2018, p. 18-26.

NETO, S. B. Cooperative development: changes in brazilian social economy and institutional environment. **Review of Internacional Cooperation**, Brussels-Belgium, v. 94, 2001, p. 59-65.

NEVES, P. F. C. **Sistema de Recomendação Inteligente para uma Plataforma de E-Learning**. Dissertação (Mestrado em Informática e Sistemas) –Universidade de Coimbra, Coimbra-POR, 2014.

NINAUT, E. S.; MATOS, M. A. Panorama do cooperativismo no Brasil: censo, exportações e faturamento. **Revista de Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 8, p. 43-55, ago. 2008. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/tec4-0808.pdf>>. Acesso em: 23/05/2019.

OLIVEIRA, K. L.; INÁCIO, A. L. M.; BURIOLLA, H. L. Diferenças considerando ano escolar no ensino fundamental: um estudo com estilos intelectuais. **Argumentos Pró-Educação – Revista de Educação da Univás**, Pouso Alegre-MG, v. 1, n° 3, p. 408 – 422, set. - dez., 2016. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/317257068_Diferencas_considerando_ano_escolar_no_Ensino_Fundamental_um_estudo_com_estilos_intelectuais>. Acesso em: 19/02/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS (OCB). **Fundamentos do Cooperativismo**. Brasília-DF: Sistema OCB, 2017.

PAZZANI, M. J.; BILLSUS, D. Learning and revising user profiles: The identification of interesting web sites. **Machine Learning**, v. 27, n. 3, p. 313–331, 1997. Disponível em: < <https://www.ics.uci.edu/~pazzani/Publications/SW-MLJ.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.

PELLI, D.; VIEIRA, F. C. F.; História da educação na modalidade a distância. In: **Anais do Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**. São Carlos-SP, 2018.

PIMENTEL, E. P.; GOMES, A. S. Ambientes Virtuais de Aprendizagem para uma Educação mediada por tecnologias digitais. In: SANTOS, Edméa O.; PIMENTEL, Mariano; SAMPAIO, Fábio F. (Org.). **Informática na Educação**: autoria, mídia, letramento, inclusão digital. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. (Série Informática na Educação, v.5) Disponível em: <<https://ieducacao.ceie-br.org/ambientesVirtuaisDeAprendizagemParaUmaEducacaoMediadaPorTecnologiasDigitais/>>

PINHEIRO, J. P. **A bilateral entre a COPERTEERRA e a UFSM**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão de Cooperativas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2015.

POSLAD, S.; BUCKLE, P.; HADINGHAM, R. The FIPA-OS agent platform: Open source for open standards. In: **Proceedings of the 5th International Conference and Exhibition on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents**, Manchester-UK, 2000. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/228517710_The_FIPA-OS_agent_platform_Open_source_for_open_standards >. Acesso em: 14/03/2020.

POSLAD, S.; CHARLTON, P. Standardizing Agent Interoperability: The FIPA Approach. In: LUCK, M.; MARIK, V.; ŠTEPÁNKOVÁ, O.; TRAPPL, R. **Multi-Agent Systems and Applications: 9th ECCAI Advanced Course, ACAI 2001 and Agent Link's 3rd European Agent Systems Summer School**. Prague-Czech Republic, p. 98-117, 2001. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/225131620_Standardizing_Agent_Interoperability_The_FIPA_Approach >. Acesso em: 14/03/2020.

RAMOS, S. P.; DOMINGUES, M. J. C. S. O cooperativismo na visão de seus associados: um estudo em cooperativas de saúde de Blumenau. In: **Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru, 2006.

RIOS, G. S. L. **O que é cooperativismo**. São Paulo: Brasiliense, 1987.

RIVERA, A. C.; TAPIA-LEON, M.; LUJAN-MORA, S. Recommendation Systems in Education: A Systematic Mapping Study. In: **Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems**. Península de Santa Elena - Ecuador, 2018. p. 937-947.

ROSA, J. L. **Fundamentos da inteligência artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

ROUSSET, A.; LANG, C.; HERRMANN, B.; PHILIPPE, L. A Survey on Parallel and Distributed Multi-Agent Systems. In: Euro-Par 2014: Parallel Processing Workshops. **Euro-Par 2014 International Workshops**. Porto-Portugal, 2014. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/266388998_A_Survey_on_Parallel_and_Distributed_Multi-Agent_Systems >. Acesso em: 14/03/2020.

ROWE, N. C. **Artificial Intelligence through Prolog**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1988.

RURATO, P; BORGES GOUVEIA, L.; BORGES GOUVEIA, J. **Características essenciais do ensino a distância**. Disponível em: <<http://homepage.ufp.pt/lmbg/com/eLes04%20paulorurato.pdf>>. Acesso em: 14/09/2020.

RUSSEL, S; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2013.

SANTOS, V. C. Agentes inteligentes na educação a distância: uso de sistemas tutores inteligentes como auxiliares no estabelecimento da comunicação dialógica. **Revista LínguaTec**, Bento Gonçalves-RS, v. 3, n. 6, 2018, p. 55-70.

SARAIVA, T. Educação a distância no Brasil: lições da história. In. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 70, 1996.

SAYKILI, A. Distance Education: Definitions, Generations, Key Concepts and Future Directions, **International Journal of Contemporary Educational Research**, v. 5, n. 1, 2018, p. 2-17.

SCHAFER, J. B.; KONSTAN, J.; REIDL, J. Recommender systems in e-commerce. In: **Proceedings ACM Conference On Electronic Commerce**, Denver, Estados Unidos da América, 1999. p. 158-166. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/336992.337035>>. Acesso em: 02/05/2020.

SILVA, B. C. **Utilização de um sistema multi-agentes em redes de comunicação para a proteção digital de distância adaptativa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2009

SILVA, C.; RIBEIRO, B. **Aprendizagem Computacional em Engenharia**. Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2018.

SILVA, D. M.; LEAL, E. A.; PEREIRA, J. M.; NETO, J. D. O. Estilos de aprendizagem e desempenho acadêmico na Educação a Distância: uma investigação em cursos de especialização. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 17, n. 57, jul./set. 2015, p. 1300-1316.

SILVA FILHO, C. V. **Cooperativas de Trabalho**. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, L. C.; MENDES NETO, F. M.; JÁCOME JÚNIOR, L. Mobile: Um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel Baseado em Algoritmo Genético para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem. In: **Anais do Simpósio Brasileiro Informática na Educação**, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1593>>. Acesso em: 01/05/2020.

SILVA, L. C.; MENDES NETO, F. M.; JÁCOME JÚNIOR, L. Mobile: Um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel Baseado em Algoritmo Genético para Apoiar a Aprendizagem Ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1433>>. Acesso em: 01/05/2020.

SILVEIRA, R. A. **Ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998.

SINGH, A.; YADAV, A.; RANA, A. K-means with Three different Distance Metrics. **International Journal of Computer Applications**, v. 67, n. 10, 2013, p. 13-17. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/258790152_K-means_with_Three_different_Distance_Metrics >. Acesso em: 02/05/2020.

SOUSA, D. N.; AMODEO, N. B. P.; MACEDO, A. S.; MILAGRES, C. S. F. D. N. D. A Comunicação na Articulação Agroindustrial entre Uma Cooperativa Central, suas Cooperativas Singulares e Cooperados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília-DF, v. 52, n. 3, 2014.

SVINICKI, M. D.; DIXON, N. M. The Kolb model modified for classroom activities. **College Teaching**, v. 35, n. 4, 1987, p. 141–146.

TEIXEIRA, B. C. C. **Sociedade de Sistemas Multi-Agente para o Estudo de Sistemas de Energia Elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto-Portugal, 2019.

UNIMED UBERABA. **Relatório de Gestão**. Uberaba, MG, 2019. Disponível em: < https://www.unimed.coop.br/portaunimed/flipbook/uberaba/relatorio_de_gestao_2019/ >. Acesso em: 07/09/2020.

VAR-K-LEARN. **A brief biography of Neil D. Fleming**. Disponível em: < <https://vark-learn.com/introduction-to-vark/biography/> >. Acesso em: 19/02/2020.

VIDOTTO, K. N. S.; LOPES, L. M. D.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. Ambiente Inteligente de Aprendizagem MAZK com alunos do Ensino Fundamental II na disciplina de Ciências. *In: Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. 2017.

W3C. **RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax**. 2014. Disponível em: < <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/> >. Acesso em: 14/03/2020.

WEKA. **The workbench for machine learning**. Disponível em: < <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> >. Acesso em: 14/09/2020.

WILLINGHAM, D.; HUGHES, E.; DOBOLYI, D. The Scientific Status of Learning Styles Theories. **Teaching of Psychology**, Thousand Oaks-USA, v. 42, n. 3, p. 266-271, 2015.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. London: John Wiley & Sons Ltd, 2002.

WOOLDRIDGE, M. Intelligent Agents. *In: WEISS, G. Multiagent Systems*. 2. ed. London: The MIT Press, 2013, p. 3-51.

ZANCO, A, M.; COLTRE, S. M. Gestão do Conhecimento nas Cooperativas. **Revista de Gestão e Organizações Cooperativas – RGC**, Santa Maria-RS, v. 3, n. 5, 2016, p. 27-42.

ZUASNABAR, D.M.H. Um ambiente de aprendizagem via WWW baseado em Interfaces Inteligentes para o Ensino de Engenharia. *In: Proceedings of the Congresso Brasileiro de Engenharia (COBENGE'2003)*, Rio de Janeiro, 2003.

ZYWNO, M. S. A contribution to validation of score meaning for Felder Soloman's Index of Learning Styles. *In: ASEE - ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION. Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Nashville, 2003.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DE DADOS

Especialidade Médica:

Idade:

Sexo: M/F

1. Você já teve a experiência em participar de algum curso a distância?
() Sim () Não
2. Você conhece o ambiente virtual de aprendizagem Moodle?
() Sim () Não
3. Você conhece algum portal de ensino à distância com capacidade de se adaptar ao seu estilo de aprendizagem?
() Sim () Não
4. Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você avalia o desenvolvimento de recursos em um portal de ensino à distância, que se adaptam ao seu estilo de aprendizagem?
5. Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco intuitivo e 5 muito intuitivo, como você considera a estrutura de acesso e navegação no curso apresentado no ambiente virtual Moodle?
6. Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você considera a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades iniciais em cada tópico no curso apresentado no ambiente virtual Moodle?
7. Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco útil e 5 muito útil, como você considera a dinâmica de adaptação do tutor virtual na recomendação de atividades de reforço nos tópicos do curso em que o aluno não consegue nota suficiente para avançar, apresentado no ambiente virtual Moodle?
8. Considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 pouco relevante e 5 muito relevante, as mensagens de orientação e incentivo do tutor virtual são relevantes para o direcionamento e motivação?
9. Baseado na pesquisa apresentada e considerando a escala de 1 a 5, sendo 1 sem importância e 5 muito importante, qual é a sua avaliação da criação de cursos à distância com o auxílio de tutores virtuais na recomendação de atividades conforme o estilo de aprendizagem, para a disseminação da educação cooperativista em cooperativas de trabalho médico como a Unimed Uberaba?

10. Questão aberta para comentários.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO VARK

Escolha a resposta que melhor explica sua preferência e circule a(s) letra(s) ao lado da(s) mesma(s). Deixem em branco qualquer pergunta que não se aplicar.

Você está prestes a comprar uma câmera digital ou telefone celular. Fora o preço, o que mais poderia influenciar sua decisão?

- Ler os detalhes ou verificar suas características online.
- Usá-lo(a) ou testá-lo(a).
- Se o design é moderno e parece bonito(a).
- As explicações do(a) vendedor(a) me explicando sobre suas características.

Você quer aprender um novo programa, habilidade ou jogo no computador. Você:

- Seguiria os diagramas no livro que veio com ele.
- Falaria com pessoas que sabem sobre o programa.
- Leria as instruções escritas que vieram com o programa.
- Usaria os controles ou o teclado.

Eu gosto de websites que têm:

- Coisas em que eu possa clicar, mudar ou tentar.
- Canais de áudio onde eu possa ouvir música, programas de rádio ou entrevistas.
- Design interessante e características visuais.
- Descrições escritas interessantes, listas e explicações.

Você tem que fazer um discurso importante em uma conferência ou ocasião especial. Você:

- Escreveria algumas palavras-chave e praticaria fazendo o discurso diversas vezes.
- Faria diagramas ou conseguiria gráficos que ajudassem a explicar as coisas.
- Colheria vários exemplos e história para fazer a palestra ficar real e prática.
- Escreveria o discurso e o aprenderia através de várias leituras repetidas do mesmo.

Em um website há um vídeo de como fazer um gráfico especial. Há uma pessoa falando, algumas listas e palavras descrevendo o que fazer e alguns diagramas. Você aprenderia mais:

- Observação as ações.
- Lendo as palavras.
- Ouvindo.
- Olhando os diagramas.

Você terminou uma competição ou teste e gostaria de algum feedback. Você gostaria de receber feedback:

- De alguém que discuta tudo com você.
- Usando exemplos do que você fez.
- Usando uma descrição escrita dos seus resultados.
- Usando gráficos que mostrem o que você atingiu.

Você tem um problema no seu coração. Você preferiria que o médico:

- Mostrasse a você um diagrama do que estava errado.
- Usasse um modelo de plástico para lhe mostrar o que estava errado.
- Desse a você algo para ler que explicasse o que estava errado.
- Descrevesse o que estava errado.

Você prefere um professor ou apresentador que usa:

- Perguntas e respostas, palestra, discussão em grupo ou palestrantes convidados.
- Folhetos, livros ou leituras.
- Demonstrações, modelos ou sessões práticas.
- Diagramas, tabelas ou gráficos.

Um grupo de turistas quer saber sobre os parques e reservas de vida selvagem em suas redondezas. Você:

- Os levaria a um parque ou reserva de vida selvagem e caminharia com eles.
- Mostraria mapas e imagens da internet.
- Daria a eles livros ou panfletos sobre os parques ou reservas de vida selvagem.
- Falaria a respeito, ou arranjaria uma palestra para eles sobre os parques ou reservas de vida selvagem.

Lembre-se de uma ocasião em que você aprendeu a fazer algo novo. Evite escolher uma habilidade física, por exemplo, andar de bicicleta. Você aprendeu melhor:

- Diagramas, mapas e tabelas – pistas visuais.
- Assistindo a uma demonstração.
- Instruções escritas – por exemplo, em manual ou livro.
- Ouvindo alguém explicar como e fazendo perguntas.

Você está usando um livro, CD ou website para aprender como tirar fotos com sua nova câmera digital. Você gostaria de:

- Ter a chance de fazer perguntas e falar sobre a câmera e suas características.
- Diagramas mostrando a câmera e o que cada parte faz.
- Instruções claras por escrito com listas e pontos do que fazer.
- Muitos exemplos de fotos boas e ruins e como melhorá-las.

Você vai escolher comida em um restaurante ou café. Você:

- Escolheria das descrições do cardápio.
- Olharia o que os outros estão comendo ou olharia as imagens de cada prato.
- Escolheria alguma coisa que você já comeu lá antes.
- Ouviria o garçom ou pediria a amigos que recomendassem opções.

Você irá cozinhar algo como um presente especial. Você:

- Usaria uma boa receita.
- Procuraria por ideias na internet ou em alguns livros de culinária pelas imagens.
- Pediria sugestões a amigos.
- Cozinhar algo que sabe sem a necessidade de instruções.

Fora o preço, o que mais o(a) influenciaria na decisão de comprar um livro novo de não-ficção?

- Uma rápida leitura de partes do mesmo.
- Ele tem histórias da vida real, experiências e exemplos.
- A aparência dele é atraente.

- Um amigo fala sobre ele e o recomenda.

Você está ajudando alguém que quer chegar ao aeroporto, centro da cidade ou estação ferroviária. Você:

- Escreveria as indicações de direção.
- Daria as indicações de direção.
- Desenharia, ou mostraria num mapa, ou daria um mapa a ela.
- Iria com ela.

Você está planejando férias para um grupo. Você quer algum feedback deles sobre o plano. Você:

- Daria a eles uma cópia do itinerário impresso.
- Telefonaria, mandaria mensagem de texto ou enviaria um e-mail.
- Usaria um mapa para mostrar os lugares a eles.
- Descreveria alguns dos pontos altos que eles irão experimentar.

ANEXO B - CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO PROJETO JUNTO AO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EDUCAÇÃO COOPERATIVISTA E FORMAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS: UM SISTEMA DE TUTORIA NA UNIMED UBERABA

Pesquisador: ANDRE AUGUSTO CALABREZ

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 26522319.0.0000.5154

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

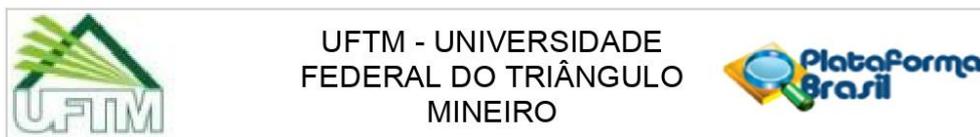
Número do Parecer: 3.903.334

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO, de 08/02/20) e do Projeto Detalhado (ProjetoDetalhadoCEPV2.docx, de 08/02/20).

"Por se tratar de uma cooperativa de trabalho médico e operadora de saúde suplementar, existe uma grande dificuldade da Unimed Uberaba em desenvolver canais de formação dos cooperados eficazes, em função da complexidade do negócio e da agenda restrita dos médicos, pelos compromissos que a atividade profissional demanda. Assim, o desenvolvimento de um canal de educação cooperativista de Ensino à Distância, que possa estar disponível a qualquer tempo e lugar pela internet, com assistência imediata e adaptada ao aluno e sem a necessidade constante de intervenção de agentes humanos para dirimir as principais dúvidas que surgem, pode contribuir para alinhar a conduta dos médicos cooperados quanto à cultura da organização. Baseado nestas considerações, a proposta deste trabalho é desenvolver um sistema de tutoria com recursos de Inteligência Artificial, capaz de ser integrado a um Assistente Virtual de Aprendizagem, a ser adotado pela organização, e de assimilar a ação de instrutores com respostas rápidas e individualizadas às dificuldades dos médicos cooperados da Unimed Uberaba durante a realização dos cursos de educação cooperativista que serão disponibilizados."

Endereço: Rua Conde Prados, 191	CEP: 38.025-260
Bairro: Nossa Sra. Abadia	
UF: MG	Município: UBERABA
Telefone: (34)3700-6803	E-mail: cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 3.903.334

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores:

"Objetivo Primário:

Desenvolver e/ou adaptar um sistema de tutoria com recursos de Inteligência Artificial, baseado na tecnologia de SMA, que possibilite o acesso virtual e à distância aos médicos cooperados, aos cursos que serão desenvolvidos pela Unimed Uberaba, através da internet, e fornecer orientação adaptada ao perfil e percurso de cada aluno, e, assim, contribuir com a formação contínua dos médicos cooperados em educação cooperativista."

"Objetivo Secundário:

- Desenvolver um conjunto de artefatos de software, baseados na POA, através do framework JADE (Java Agent DEvelopment), que segue o padrão FIPA (Foundation For Intelligent, Physical Agents). Este framework utiliza a linguagem de programação Java e facilita o desenvolvimento de agentes distribuídos de Inteligência Artificial baseados na arquitetura SMA, tornando-os capazes de interagirem entre si e gerar respostas rápidas às dificuldades e dúvidas dos alunos, além de possibilitar a integração com o AVA Moodle que será adotado pela Unimed Uberaba para a disponibilização dos minicursos de educação cooperativista e formação continuadas dos médicos cooperados. A linguagem de programação Java, o framework JADE e o AVA Moodle são ferramentas de domínio público - Integrar os artefatos de softwares desenvolvidos ao AVA Moodle.- Parametrizar os conteúdos no AVA Moodle e validar a dinâmica e direcionamentos do Sistema de Tutoria Inteligente (STI) com os colaboradores designados pela área de relacionamento com cooperado da Unimed Uberaba. Realizar ajustes e correções para homologação e posterior disponibilização ao grupo designado de médicos cooperados. - Disponibilizar o conteúdo ao grupo de cooperados designado pela Unimed Uberaba e registrar a experiência destes usuários com o uso da ferramenta."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

"Riscos:

Vazamento de dados pessoais dos participantes da pesquisa.

Benefícios:

A viabilidade do projeto se dá pela possibilidade que um Sistema de Tutoria Inteligente aplicado ao Moodle pode proporcionar de aproximação dos médicos cooperados aos programas de educação

Endereço: Rua Conde Prados, 191	CEP: 38.025-260
Bairro: Nossa Sra. Abadia	
UF: MG	Município: UBERABA
Telefone: (34)3700-6803	E-mail: cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 3.903.334

cooperativista, que conforme relatado no detalhamento desta pesquisa, é fundamental para a sobrevivência da Unimed Uberaba enquanto cooperativa. É das práticas não adequadas dos médicos cooperados no dia a dia de suas especialidades, que os maiores desperdícios são gerados e conseqüentemente uma constante elevação dos custos assistenciais, comprometendo a sustentabilidade desta modalidade de negócio."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância temática.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de apresentação obrigatória adequados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 e norma operacional 001/2013, o colegiado do CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O CEP-UFTM informa que de acordo com as orientações da CONEP, o pesquisador deve notificar na página da Plataforma Brasil, o início do projeto. A partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (semestrais), assim como também é obrigatória, a apresentação do relatório final, quando do término do estudo.

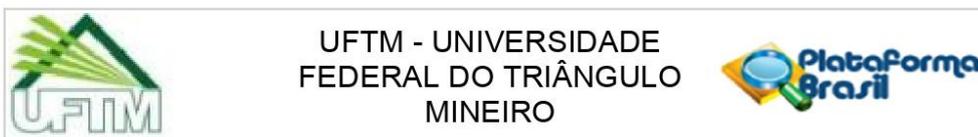
Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado na reunião do CEP-UFTM em 28/02/2020.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1472796.pdf	08/02/2020 14:13:43		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhadoCEPV2.docx	08/02/2020 14:12:14	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLv4.pdf	03/12/2019 21:13:01	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito

Endereço: Rua Conde Prados, 191
Bairro: Nossa Sra. Abadia **CEP:** 38.025-260
UF: MG **Município:** UBERABA
Telefone: (34)3700-6803 **E-mail:** cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 3.903.334

Ausência	TCLEv4.pdf	03/12/2019 21:13:01	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEv4.docx	03/12/2019 21:12:53	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito
Outros	Questionario.pdf	28/11/2019 19:05:08	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaocoparticipante.pdf	28/11/2019 18:40:21	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinada.pdf	27/11/2019 21:01:42	ANDRE AUGUSTO CALABREZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UBERABA, 07 de Março de 2020

Assinado por:

Alessandra Cavalcanti de Albuquerque e Souza
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Conde Prados, 191

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6803

CEP: 38.025-260

E-mail: cep@uftm.edu.br