

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**ABORDAGEM UTILIZANDO REALIDADES  
AUMENTADA E VIRTUAL PARA SUPORTAR  
CURSOS BASEADOS EM METODOLOGIAS ATIVAS  
DE APRENDIZAGEM (AURAV-SCBMAA)**

**HELEN DE FREITAS SANTOS**

**ORIENTADOR: PROF. DR. WANDERLEY LOPES DE SOUZA**

São Carlos - SP  
Novembro/2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**ABORDAGEM UTILIZANDO REALIDADES  
AUMENTADA E VIRTUAL PARA SUPORTAR  
CURSOS BASEADOS EM METODOLOGIAS ATIVAS  
DE APRENDIZAGEM (AURAV-SCBMAA)**

**HELEN DE FREITAS SANTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação, área de concentração: Ciências Exatas e da Terra – Ciência da Computação  
Orientador: Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza

São Carlos - SP  
Novembro/2019



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

## Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Helen de Freitas Santos, realizada em 22/11/2019:

Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza  
UFSCar

Prof. Dr. Ricardo Rodrigues Ciferri  
UFSCar

Profa. Dra. Aline Guerra Aquilante  
UFSCar

Prof. Dr. Luís Ferreira Pires  
University of Twente

Profa. Dra. Rossana Maria de Castro Andrade  
UFC

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Luís Ferreira Pires e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza

*Dedico esse trabalho à minha família.*

*aos meus pais Edson e Otília (in memoriam) que me mostraram o valor da família e do estudo,*

*aos meus filhos Thales e Gabriel, ao meu marido Miguel, à minha irmã Heleny e ao meu sobrinho  
Lucca que me apoiaram durante todo esse percurso.*

# AGRADECIMENTO

À minha família, por me suportar durante meus momentos de ansiedade e angústia, e por resolverem os problemas durante minha ausência.

Ao Prof. Dr. Wanderley Lopes de Souza, por me acompanhar ao longo desse doutorado e pelas críticas, sugestões e correções fundamentais para a realização desse trabalho.

À Profa. Me. Sissi Marília dos Santos Forghieri Pereira, por todas as incontáveis horas em que nos encontramos e por sua colaboração me fazendo entender a estrutura curricular e as atividades do Curso de Medicina da UFSCar.

À professora Dra. Aline Guerra Aquilante, do Departamento de Medicina da UFSCar, por estar aberta às novas tecnologias, acreditar no suporte computacional e por promover o uso do Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA), desenvolvido para o Curso de Medicina da UFSCar, a partir do qual teve origem este projeto de doutorado.

À professora Dra. Sueli Fátima Sampaio, do Departamento de Enfermagem da UFSCar, por me receber com muito carinho e por colaborar com os primeiros testes realizados no SGPA-CBMAA.

Ao coordenador do Curso de Medicina da UFSCar, professor Dr. Ubiratan Cardinali Adler, que acreditou no SGPA-CBMAA, não medindo esforços para colocá-lo em uso, e por acreditar neste projeto de doutorado, dedicando toda atenção em momentos decisivos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, reitoria e campus Birigui, pelo afastamento a mim concedido para realização deste doutorado. Aos meus colegas professores do campus Birigui, pelo apoio em momentos primordiais.

*A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.*

*Albert Einstein*

# RESUMO

Ao longo dos últimos anos, a evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação impactaram na interação entre as pessoas. Na Educação, mudanças significativas ocorreram no comportamento dos estudantes, sendo que os processos de ensino-aprendizagem tradicionais não acompanharam essas mudanças. Como consequência, surgiram novas metodologias de aprendizagem, destacando-se as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA), onde o estudante está no centro do processo de ensino-aprendizagem e não mais o professor, o qual passa a desempenhar o papel de tutor. Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (CBMAA) carecem de um amplo suporte computacional, em particular de um Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA) que atenda às especificidades das atividades desses cursos. O Curso de Medicina da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) emprega MAA e, desde o seu início em 2006, o Grupo de Computação Ubíqua do Departamento de Computação (DC) da UFSCar vem desenvolvendo projetos em parceria com o Departamento de Medicina (DMed) da UFSCar, visando a fornecer suporte computacional apropriado a esse curso. Esses projetos culminaram com o desenvolvimento do produto Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA), resultado de uma parceria entre o DC/UFSCar, DMed/UFSCar, Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês e uma empresa de software. De acordo com o relatório de 2019 do “New Media Consortium”, Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) são consideradas tecnologias emergentes a serem adotadas na Educação a partir de 2022. O objetivo principal deste projeto de doutorado foi investigar o uso de RA e RV no suporte a CBMAA, em particular junto ao Curso de Medicina da UFSCar. Neste sentido, foram propostas uma abordagem e uma arquitetura de software, que utiliza RA e RV, para auxiliar no desenvolvimento de suporte computacional para CBMAA. Essa arquitetura deve ser acoplada ao SGA da instituição de ensino, que no caso do Curso de Medicina da UFSCar é o SGPA-CBMAA. A fim de avaliar a abordagem e a arquitetura propostas, foi desenvolvido um protótipo para a simulação de atendimento médico, a ser empregado nas atividades Estação de Simulação e Aprendizagem Auto-Dirigida do Curso de Medicina da UFSCar. Para este protótipo foram implementados um Paciente Virtual, para dialogar com o estudante, e um Assistente Virtual (AV), cujo algoritmo emprega Processamento de Linguagem Natural para intermediar esse diálogo. O algoritmo do AV obteve 86,21% de acurácia, um pouco inferior aos 89,66% do serviço QnA Maker, mas superior aos 81,55% do algoritmo de Aprendizagem de Máquina.

**Palavras-chave:** Informática em Saúde, Educação Médica, Metodologias Ativas de Aprendizagem, Simulação, Sistema de Gestão de Aprendizagem, Realidade Aumentada, Realidade Virtual, Processamento de Linguagem Natural.

# ABSTRACT

Over the last few years, the evolution of Information and Communication Technologies (ICT) has impacted the interaction between people. In Education, significant changes have occurred in student behavior, and traditional teaching-learning processes have not kept pace with these changes. As a consequence, new learning methodologies have emerged, especially Active Learning Methodologies (ALM), where the student is at the center of the teaching-learning process and no longer the teacher, who becomes the tutor. Courses Based on Active Learning Methodologies (CBALM) lack broad computational support, in particular a Learning Management System (LMS) that meets the specifics of the activities of these courses. The Medicine Programme of the Federal University of São Carlos (UFSCar) employs MAA and, since its inception in 2006, the Ubiquitous Computing Group of the Department of Computing (DC) of UFSCar has been developing projects in partnership with the Department of Medicine (DMed) of UFSCar to provide appropriate computational support for this course. These projects led to the development of the product Educational and Academic Management Software for Courses Based on Active Learning Methodologies (EAMS-CBALM), which is the result of a partnership between DC/UFSCar, DMed/UFSCar, Teaching and Research Institute of the Sírío-Libanês Hospital, and a software house. According to the 2019 New Media Consortium (NMC) report, Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) are considered emerging technologies to be adopted in Education from 2022 onwards. The main objective of this doctoral project was to investigate the use of AR and VR to support CBALM, in particular at the UFSCar Medicine Programme. For that reason, it was proposed an approach and a software architecture, which uses AR and VR, to guide in the development of computational support for CBALM. This architecture must be coupled to the educational institution's LMS, which in the case of the UFSCar Medicine Programme is the EAMS-CBALM. In order to evaluate the proposed approach and architecture, a prototype was developed for the medical care simulation, to be employed in the Simulation Station and Self-Directed Learning activities of the UFSCar Medicine Programme. For this prototype, were implemented a Virtual Patient to dialogue with the student, and a Virtual Assistant (VA), whose algorithm uses Natural Language Processing to intermediate this dialogue. The VA algorithm obtained an accuracy of 86.21%, slightly lower than 89.66% of the service QnA Maker, but higher than 81.55% of the Machine Learning algorithm.

**Keywords:** Health Informatics, Medical Education, Active Learning Methodologies, Simulation, Learning Management System, Augmented Reality, Virtual Reality, Natural Language Processing.



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Elementos do Modelo de Sala de Aula Criativa (traduzido de (JOHNSON, ADAMS, <i>et al.</i> , 2014)) .....	27
Figura 2.1 Ciclo de Engenharia .....	36
Figura 2.2 PAT empregado nesse projeto de doutorado.....	39
Figura 3.1 Estrutura Curricular do Curso de Medicina da UFSCar.....	49
Figura 3.2 Movimentos da Espiral Construtivista .....	50
Figura 4.1 Visão Geral do SGPA-CBMAA.....	66
Figura 4.2 Módulo Acadêmico do SGPA-CBMAA – Estrutura do Curso .....	67
Figura 5.1 Exemplo de aplicação de RA .....	74
Figura 5.2 Ramos da IA (adaptada de (MILLS)).....	75
Figura 5.3 RNA com 02 camadas ocultas .....	76
Figura 5.4 Mapa de Kohonen .....	77
Figura 5.5 Representação bidimensional da similaridade entre 02 vetores .....	82
Figura 6.1 Cenário de simulação 1: apoio à atividade ES .....	84
Figura 6.2 Cenários de simulação 2 e 3: treinamento e avaliação .....	85
Figura 6.3 Visão Geral das atividades da AURAV-SCBMAA para preparação da simulação .....	90
Figura 6.4 Visão Geral das atividades da AURAV-SCBMAA para execução da simulação .....	91
Figura 6.5 Arquitetura AURAV-SCBMAA .....	99
Figura 6.6 Especificação do PV-BD .....	101
Figura 6.7 Especificação do PV-Gerente .....	103
Figura 6.8 Algoritmo do AV .....	105
Figura 6.9 Algoritmo do AV representado pelo diagrama de atividade UML .....	106
Figura 6.10 Especificação do AV-BD .....	107
Figura 6.11 Etapas do principal mecanismo do AV-Gerente.....	108
Figura 6.12 Especificação do AV-Gerente .....	112
Figura 6.13 Especificação do PC-BD para diálogo entre estudante e PV .....	113
Figura 6.14 Especificação do PC-BD para exames verificados e solicitados.....	114

Figura 6.15 Especificação do PC-Gerente .....	115
Figura 6.16 Diagrama de componentes .....	117
Figura 6.17 Cenário de apoio à ES – momento Inicial sob a perspectiva do professor .....	119
Figura 6.18 Cenário de apoio à ES – momento inicial sob a perspectiva do estudante .....	120
Figura 6.19 Cenário de apoio à ES – momento após 03 perguntas formuladas pelo estudante, sob a perspectiva do estudante .....	121
Figura 6.20 Cenário de apoio à ES– momento após 03 perguntas formuladas pelo estudante, sob a perspectiva do professor.....	122
Figura 6.21 Cenário de apoio à ES – momento após pergunta formulada pelo estudante que não foi ensinada ao PV, sob a perspectiva do estudante .....	122
Figura 6.22 Cenário de apoio à ES – momento após pergunta formulada pelo estudante que não foi ensinada ao PV, sob a perspectiva do professor .....	123
Figura 6.23 Cenário de apoio à ES – momento após resposta do professor à pergunta não ensinada ao PV, sob a perspectiva do professor .....	123
Figura 6.24 Cenário de apoio à ES – momento após resposta do professor à pergunta não ensinada ao PV, sob a perspectiva do estudante .....	124
Figura 6.25 Cenário de treinamento do estudante num ambiente de RA.....	125
Figura 7.1 Etapas previstas no Projeto de Pesquisa aprovado pelo CEP/UFSCar .	127
Figura 7.2 Exemplo de perguntas simuladas do QnA Maker .....	133
Figura 7.3 Resultados da execução dos algoritmos de AM .....	138

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Tecnologias emergentes no NMC-HR EES de 2012 a 2019.....	25
Tabela 1.2 Tecnologias de visualização no NMC-HR EES de 2014 a 2018 .....	26
Tabela 1.3: Total de Publicações do DC resultado da Parceria com DMed/UFSCar	30
Tabela 2.1 PAT - Questões de Validação .....	37
Tabela 5.1 Vetor de números usando BoW.....	79
Tabela 5.2 Pontuação de Confiança utilizada pelo QnA .....	80
Tabela 5.3 Componentes de uma frase para o LUIS .....	81
Tabela 6.1 Requisitos Funcionais Elicitados .....	86
Tabela 6.2 Elementos da Atividade CRPE .....	92
Tabela 6.3 Exemplos de pares de pergunta-resposta extraídos do plano da ES.....	93
Tabela 6.4 Elementos da Atividade CPV .....	94
Tabela 6.5 Elementos da Atividade CAV .....	95
Tabela 6.6 Elementos da Atividade SAMES .....	96
Tabela 6.7 Elementos da Atividade SAMT .....	97
Tabela 6.8 Elementos da Atividade SAMA.....	98
Tabela 6.9 Exemplo de cálculo das taxas de compatibilidade .....	110
Tabela 7.1 Perguntas formuladas durante a execução da atividade SAMT.....	130
Tabela 7.2 Erros cometidos pelo AV-Gerente .....	132
Tabela 7.3 Erros cometidos pelo QnA Maker.....	134
Tabela 7.4 Erros cometidos pelos AV e QnA Maker .....	134
Tabela 7.5 Algoritmos de AM .....	136
Tabela 7.6 Resultado da execução dos algoritmos de AM .....	137
Tabela 8.1 Resumo dos repositórios apresentados .....	143
Tabela 8.2 Análise comparativa AURAV-SCBMAA e trabalhos relacionados.....	151

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AAD</b>	<i>Aprendizagem Auto-Dirigida</i>
<b>ABE</b>	<i>Aprendizagem Baseada em Equipe</i>
<b>AC</b>	<i>Atividade Curricular</i>
<b>ACCAD</b>	<i>Advanced Computing Center for the Arts and Design</i>
<b>AD</b>	<i>Avaliação Dissertativa</i>
<b>ADP</b>	<i>Avaliação Objetiva e Estruturada de Desempenho Profissional</i>
<b>ADPEA</b>	<i>Avaliação do Desempenho no Processo de Ensino-Aprendizagem</i>
<b>AE</b>	<i>Ação Educacional</i>
<b>ALICE</b>	<i>Artificial Interface for Clinical Education</i>
<b>AM</b>	<i>Aprendizagem de Máquina</i>
<b>API</b>	<i>Application Programming Interface</i>
<b>ARES</b>	<i>Acervo de Recursos Educacionais em Saúde</i>
<b>ARMM</b>	<i>Augmented Reality Magic Mirror</i>
<b>AURAV-SCCBMAA</b>	<i>Abordagem Utilizando Realidades Aumentada e Virtual para Suportar Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>
<b>AV</b>	<i>Assistente Virtual</i>
<b>AV-BD</b>	<i>Banco de Dados Assistente Virtual</i>
<b>AV-Gerente</b>	<i>Gerente para Assistente Virtual</i>
<b>AV-WS</b>	<i>Serviço Web Assistente Virtual</i>
<b>BoW</b>	<i>Bag-of-Words</i>
<b>CAV</b>	<i>Criar Assistente Virtual</i>
<b>CBMAA</b>	<i>Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>
<b>CCCMed</b>	<i>Conselho de Coordenação do Curso de Medicina</i>
<b>CCR</b>	<i>Creative Classroom</i>
<b>CEP</b>	<i>Comitê de Ética em Pesquisa</i>
<b>CPV</b>	<i>Criar Paciente Virtual</i>
<b>CRPE</b>	<i>Criar Repositório de Perguntas para Entrevista</i>

<b>CVH</b>	<i>Chinese Visible Human</i>
<b>DA</b>	<i>Disparador de Aprendizagem</i>
<b>DC</b>	<i>Departamento de Computação</i>
<b>DIANA</b>	<i>Digital ANimated Avatar</i>
<b>DMed</b>	<i>Departamento de Medicina</i>
<b>EAC</b>	<i>Exercícios de Avaliação Cognitiva</i>
<b>EBP</b>	<i>Exercício Baseado em Problemas</i>
<b>EC</b>	<i>Espiral Construtivista</i>
<b>ES</b>	<i>Estação de Simulação</i>
<b>EV</b>	<i>Estudante Virtual</i>
<b>eViP</b>	<i>Electronic Virtual Patient</i>
<b>FAMEMA</b>	<i>Faculdade de Medicina de Marília</i>
<b>FMRP</b>	<i>Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto</i>
<b>FMUSP</b>	<i>Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo</i>
<b>GAN</b>	<i>Generative Adversarial Network</i>
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>HL7</b>	<i>Health Level 7</i>
<b>HU</b>	<i>Hospital Universitário</i>
<b>IA</b>	<i>Inteligência Artificial</i>
<b>IDIA</b>	<i>Institute for Digital Intermedia Arts</i>
<b>IEP/HSL</b>	<i>Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês</i>
<b>IFA</b>	<i>Interoperabilidade de Ferramentas de Aprendizagem</i>
<b>IFSP</b>	<i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo</i>
<b>IRAV</b>	<i>Imagem Realidades Aumentada e Virtual</i>
<b>IRAV-BD</b>	<i>Banco de Dados Imagem Realidades Aumentada e Virtual</i>
<b>IRAV-Gerente</b>	<i>Imagem para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>
<b>IRAV-WS</b>	<i>Imagem-Web Service (Serviço Web Imagem)</i>
<b>KNN</b>	<i>K-Nearest Neighbors</i>
<b>LMS</b>	<i>Learning Management System</i>
<b>LTI</b>	<i>Learning Tools Interoperability</i>
<b>MAA</b>	<i>Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>

<b>MedVPS</b>	<i>Medical Virtual Patient Simulator</i>
<b>Moodle</b>	<i>Modular Object Oriented-Dynamic Learning Environment</i>
<b>NMC</b>	<i>New Media Consortium</i>
<b>NCM-HR</b>	<i>New Media Consortium – Horizon Report</i>
<b>NCM-HR EES</b>	<i>New Media Consortium – Horizon Report Edição Ensino Superior</i>
<b>OntoCRF</b>	<i>Onto Clinical Research Forms</i>
<b>openEHR</b>	<i>Open Electronic Health Records</i>
<b>OSCE</b>	<i>Objective Structured Clinical Examination</i>
<b>PAT</b>	<i>Pesquisa-Ação Técnica</i>
<b>PC</b>	<i>Produção de Conhecimento</i>
<b>PC-BD</b>	<i>Banco de Dados Produção do Conhecimento</i>
<b>PC-Gerente</b>	<i>Gerente para Produção de Conhecimento</i>
<b>PC-WS</b>	<i>Serviço Web Produção de Conhecimento</i>
<b>PeC</b>	<i>Pesquisa Científica</i>
<b>PL-SQL</b>	<i>Procedural Language- Structured Query Language</i>
<b>PLN</b>	<i>Processamento de Linguagem Natural</i>
<b>PP</b>	<i>Prática Profissional</i>
<b>PPG-CC</b>	<i>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação</i>
<b>PPG-GC</b>	<i>Programa de Pós-Graduação em Gestão da Clínica</i>
<b>PR</b>	<i>Portfólio Reflexivo</i>
<b>PRE</b>	<i>Portfólio Reflexivo Eletrônico</i>
<b>PROADI</b>	<i>Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional</i>
<b>PT</b>	<i>Pesquisa Tecnológica</i>
<b>PV</b>	<i>Paciente Virtual</i>
<b>PV-BD</b>	<i>Banco de Dados Paciente Virtual</i>
<b>PV-Gerente</b>	<i>Gerente para Paciente Virtual</i>
<b>PV-WS</b>	<i>Serviço Web Paciente Virtual</i>
<b>QE</b>	<i>Questão Empírica</i>
<b>QP</b>	<i>Questão de Pesquisa</i>
<b>QR</b>	<i>Quick Responde</i>
<b>RA</b>	<i>Realidade Aumentada</i>
<b>RAV</b>	<i>Realidades Aumentada e Virtual</i>
<b>RAV-Gerente</b>	<i>Gerente de Realidades Aumentada e Virtual</i>

<b>RAV-K-Gerente</b>	<i>Gerente de Realidades Aumentada e Virtual usando Kinect</i>
<b>RAV-Mov-Gerente</b>	<i>Gerente de Realidades Aumentada e Virtual usando Dispositivo Móvel</i>
<b>RAV-K-WS</b>	<i>Serviço Web Realidades Aumentada e Virtual para Kinect</i>
<b>RAV-Mov-WS</b>	<i>Serviço Web Realidades Aumentada e Virtual para Dispositivo Móvel</i>
<b>RAV-WS</b>	<i>Serviço Web Realidades Aumentada e Virtual</i>
<b>RAVi</b>	<i>Repositório do Assistente Virtual</i>
<b>RPE</b>	<i>Repositório de Perguntas da Entrevista</i>
<b>RPV</b>	<i>Repositório do Paciente Virtual</i>
<b>RNA</b>	<i>Redes Neurais Artificiais</i>
<b>RP</b>	<i>Reflexão da Prática</i>
<b>RSA</b>	<i>Repositório de Simulação de Avaliação</i>
<b>RSES</b>	<i>Repositório de Simulação da Estação de Simulação</i>
<b>RST</b>	<i>Repositório de Simulação de Treinamento</i>
<b>RV</b>	<i>Realidade Virtual</i>
<b>SAC</b>	<i>Sala de Aula Criativa</i>
<b>SADT</b>	<i>Structured Analysis and Design Technique</i>
<b>SAM</b>	<i>Simulação do Atendimento Médico</i>
<b>SAMA</b>	<i>Simular Atendimento Médico para Avaliação</i>
<b>SAMES</b>	<i>Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação</i>
<b>SAMT</b>	<i>Simular Atendimento Médico para Treinamento</i>
<b>SCORM</b>	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
<b>SGA</b>	<i>Sistema de Gestão de Aprendizagem</i>
<b>SGPA-CBMAA</b>	<i>Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>
<b>SNOMED CT</b>	<i>Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms</i>
<b>SP</b>	<i>Situação-Problema</i>
<b>SPR</b>	<i>Sistema de Perguntas e Respostas</i>
<b>SQL</b>	<i>Structured Query Language</i>
<b>STT</b>	<i>Speech-to-Text</i>
<b>SUS</b>	<i>Sistema Único de Saúde</i>
<b>TAM</b>	<i>Technology Acceptance Model</i>

<b>TAR</b>	<i>Technical Action Research</i>
<b>TCC</b>	<i>Trabalho de Conclusão de Curso</i>
<b>TIC</b>	<i>Tecnologia de Informação e Comunicação</i>
<b>TTS</b>	<i>Text-to-Speech</i>
<b>UFSCar</b>	<i>Universidade Federal de São Carlos</i>
<b>UE</b>	<i>Unidade Educacional</i>
<b>UEE</b>	<i>Unidade Educacional Eletiva</i>
<b>UEL</b>	<i>Universidade Estadual de Londrina</i>
<b>UEPP</b>	<i>Unidade Educacional de Prática Profissional</i>
<b>UESPP</b>	<i>Unidade Educacional de Simulação da Prática Profissional</i>
<b>UFC</b>	<i>Universidade Federal do Ceará</i>
<b>UML</b>	<i>Unified Modeling Language</i>
<b>UNA-SUS</b>	<i>Universidade Aberta do SUS</i>
<b>UNICAMP</b>	<i>Universidade Estadual de Campinas</i>
<b>URL</b>	<i>Uniform Resource Locator</i>
<b>UroVirt</b>	<i>Revista Virtual de Urologia</i>
<b>USP</b>	<i>Universidade de São Paulo</i>
<b>UVa CDR</b>	<i>UVa Clinical Data Repository</i>
<b>VHP</b>	<i>Visible Human Project/</i>
<b>VKH</b>	<i>Visible Korean Human</i>
<b>VNS</b>	<i>Virtual Nursing Simulation</i>
<b>VPS</b>	<i>Virtual Patient Simulator</i>
<b>VRCMS</b>	<i>Virtual Reality Check for Medical Students</i>
<b>VRTDBBN</b>	<i>Virtual Reality for Training Doctors to Break Bad News</i>
<b>WebGL</b>	<i>Web Graphics Library</i>
<b>WS</b>	<i>Web Service</i>



# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1 Contexto.....	21
1.2 Motivações e Objetivos.....	29
1.3 Questões de Pesquisa.....	31
1.4 Organização da Tese.....	32
<b>CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE DOUTORADO.....</b>	<b>34</b>
2.1 Considerações Iniciais.....	34
2.2 Pesquisa-Ação Técnica (PAT).....	35
2.3 Projeto de Pesquisa.....	38
2.3.1 Primeiro Ciclo – Primeira Iteração.....	39
2.3.2 Primeiro Ciclo – Segunda Iteração.....	40
2.3.3 Segundo Ciclo.....	42
2.4 Considerações Finais.....	44
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>45</b>
3.1 Considerações Iniciais.....	45
3.2 Educação e Metodologia Tradicional de Aprendizagem.....	46
3.3 Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA).....	47
3.4 Curso de Medicina da UFSCar.....	49
3.4.1 Estação de Simulação.....	52
3.5 Considerações Finais.....	57
<b>CAPÍTULO 4 - SISTEMAS DE GESTÃO DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>58</b>
4.1 Considerações Iniciais.....	58
4.2 Sistema de Gestão de Aprendizagem.....	59
4.3 Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA).....	61
4.3.1 Histórico de Desenvolvimento e Uso do SGPA-CBMAA.....	62
4.3.2 Projeto Piloto do SGPA-CBMAA no Curso de Medicina da UFSCar.....	64

4.3.3 Arquitetura Funcional do SGPA-CBMAA.....	65
4.4 Considerações Finais.....	69
<b>CAPÍTULO 5 - REALIDADES VIRTUAL E AUMENTADA E INTELIGÊNCIA</b>	
<b>ARTIFICIAL .....</b>	<b>71</b>
5.1 Considerações Iniciais.....	71
5.2 Realidade Virtual .....	72
5.3 Realidade Aumentada.....	73
5.4 Inteligência Artificial.....	74
5.4.1 Aprendizagem de Máquina.....	75
5.4.2 Modelos para Representação de Textos em Números .....	78
5.4.3 Processamento de Linguagem Natural .....	79
5.5 Considerações Finais.....	82
<b>CAPÍTULO 6 - ABORDAGEM UTILIZANDO REALIDADES AUMENTADA E</b>	
<b>VIRTUAL PARA SUPORTAR CURSOS BASEADOS EM METODOLOGIAS</b>	
<b>ATIVAS DE APRENDIZAGEM (AURAV-SCBMAA) .....</b>	<b>83</b>
6.1 Considerações Iniciais.....	83
6.2 Visão Geral do Ambiente de Simulação.....	84
6.3 Requisitos Funcionais .....	86
6.4 AURAV-SCBMAA.....	89
6.4.1 Criar Repositório de Perguntas para Entrevista (CRPE).....	92
6.4.2 Criar Paciente Virtual (CPV).....	93
6.4.3 Criar Assistente Virtual (CAV) .....	94
6.4.4 Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação (SAMES).....	95
6.4.5 Simular Atendimento Médico para Treinamento (SAMT).....	96
6.4.6 Simular Atendimento Médico para Avaliação (SAMA) .....	97
6.5 Arquitetura de Software.....	98
6.5.1 Módulo PV .....	101
6.5.2 Módulo AV.....	104
6.5.3 Módulo PC.....	113
6.5.4 Módulo RAV .....	116
6.6 Protótipo Simulação do Atendimento Médico (PSAM) .....	117
6.7 Considerações Finais.....	125

<b>CAPÍTULO 7 - ESTUDO DE CASO E AVALIAÇÃO .....</b>	<b>126</b>
7.1 Considerações Iniciais.....	126
7.2 Projeto de Pesquisa Aprovado pelo CEP/UFSCar.....	127
7.3 Estudo de Caso.....	129
7.4 Acurácia do AV-Gerente.....	131
7.5 Considerações Finais.....	139
<b>CAPÍTULO 8 - TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>140</b>
8.1 Considerações Iniciais.....	140
8.2 Repositórios de Casos Clínicos.....	141
8.3 Simulação na Educação Médica apoiada por Computador.....	144
8.4 Considerações Finais.....	152
<b>CAPÍTULO 9 - CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>153</b>
9.1 Considerações Gerais.....	153
9.2 Contribuições e Limitações .....	154
9.3 Lições Aprendidas.....	158
9.4 Trabalhos Futuros .....	161
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>171</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>172</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>174</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>177</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>180</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>182</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>183</b>

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

*Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) são propostas a fim de estimular o raciocínio, o pensamento crítico e a reflexão no processo de ensino-aprendizagem, aumentando a participação do estudante nesse processo. No Brasil, principalmente os cursos da área médica têm usado MAA. Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) emergiram como uma nova geração de interfaces computacionais e usá-las no domínio da Educação Médica pode trazer alguns benefícios, tais como: estimular a aprendizagem, substituir pacientes nas simulações, evitar problemas éticos e reduzir custos. Neste sentido, este capítulo apresenta uma introdução ao emprego de RA e RV no contexto de cursos que utilizam MAA, sendo que este está estruturado da seguinte forma: Contexto, Motivação e Objetivos, Questões de Pesquisa e Organização do Trabalho.*

### 1.1 Contexto

Diante de tantas inovações vivenciadas pela humanidade ao longo das várias gerações, mudanças comportamentais significativas que ocorreram com os estudantes deveriam ter modificado também o ambiente de ensino-aprendizagem. Entretanto, enquanto os estudantes vivenciam essas inovações, observa-se que o ambiente de ensino-aprendizagem continua como há muitos anos, sendo considerado obsoleto, desinteressante e desestimulante por estudiosos, levando à formação de estudantes desprovidos de reflexão e criticidade, sem a devida apropriação do conhecimento que se julga necessário (LEÃO, 1999).

Por outro lado, com o advento das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), a interação comunicativa altera o modo de ser e de agir das pessoas, fazendo-se presente em todos os setores da vida social e profissional, na rotina diária do homem, no interior de sua casa, e, também, nas salas de aula.

Na Educação, as TIC têm sido cada vez mais utilizadas nas últimas décadas, sendo imperativo explorar suas potencialidades dentro das mais diversas áreas do conhecimento. Embora os termos Educação e Tecnologia tenham surgido em momentos distintos da história, ultimamente estes estão sendo colocados lado a lado e vislumbrados sob uma nova perspectiva, em decorrência do momento tecnológico em que a sociedade se encontra e diante dos desafios educacionais que o ensino enfrenta. O ensino tem procurado seu caminho aliando-se às tecnologias, mas estas, sendo complexas e com necessidades práticas, exigem do homem moderno uma nova formação e compreensão do novo ambiente em que esse se insere (BASTOS, 2011).

Enquanto pelo lado da Educação novas metodologias de ensino, tais como as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA), passaram a ocupar um lugar de destaque e passaram a ser estudadas pelos educadores, pelo lado da Ciência da Computação, novas tecnologias, tais como Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), passaram a ser vistas como aliadas da Educação para promover a inovação no ambiente de ensino (TORI, 2010).

RA e RV são apresentadas como interface avançada do usuário em aplicações computacionais, permitindo novas formas de visualização da informação e interação com elementos virtuais inseridos nessas aplicações. Em (BRAGA, 2001), o avanço tecnológico vem possibilitando aos computadores pessoais tornarem-se cada vez mais rápidos, fazendo com que a RA deixe de ser objeto de estudo somente dos grandes centros de pesquisa, passando a ser utilizada por usuários comuns, no ambiente escolar, estimulando e fortalecendo abordagens inovadoras e, conseqüentemente ressignificando aspectos voltados às questões do processo de ensino-aprendizagem. Neste âmbito, RA e RV abarcam diversas metodologias, motivam o ambiente de ensino-aprendizagem, oferecem grande poder ilustrativo e de interação e podem ser muito úteis em atividades de Cursos Baseados em MAA (CBMAA).

RV pode ser definida como um conceito avançado da interação homem-computador e varia muito de acordo com seu nível de sofisticação no que se refere ao realismo e à interação do usuário com o ambiente virtual (KIRNER e SISCOOTTO, 2007). Já RA é a sobreposição de objetos virtuais à imagem obtida do mundo real, enriquecendo o ambiente real (KIRNER e SISCOOTTO, 2007), sendo uma variação

de RV. Enquanto na RV o usuário permanece completamente imerso em um ambiente gerado por computador e não percebe o que acontece no ambiente real ao seu redor, na RA o usuário interage com os objetos virtuais e, também, com o mundo real no qual está inserido.

Hoje, passados 29 anos do surgimento do termo “Augmented Reality”<sup>1</sup>, a RA ainda não está completamente difundida e popularizada. Em (AZUMA, 1997), Azuma indicou que RA seria um tema interessante e que a combinação de objetos reais e virtuais seria útil porque RA aumenta a percepção e a interação do usuário com o mundo real. Na Pedagogia e na Educação, diversos estudos tratam dos benefícios do uso de estímulos sensoriais como auxílio ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, pode-se inferir que a sensação de estar inserido no ambiente e a resposta imediata a uma ação e a imersão, presentes nos sistemas de RA e RV, também podem trazer benefícios para o processo de ensino-aprendizagem, por estimular a aprendizagem através do uso de outros sentidos além da visão.

O “New Media Consortium (NMC)”<sup>2</sup> assumiu o papel de mediador entre Educação e Tecnologia, ajudando as centenas de universidades, faculdades, museus e organizações, membros do NMC, a impulsionar a inovação em seus campi, identificando e descrevendo as tecnologias emergentes com grandes possibilidades de impacto ao longo dos próximos anos na Educação em todo o mundo. Para tanto, o NMC elabora relatórios anuais nomeados NMC *Horizon Report (HR)* em 03 edições: para ensino superior, para ensino primário/secundário e para museu (THE NEW MEDIA CONSORTIUM).

Os relatórios NMC-HR Edição para Ensino Superior (EES) apresentam as tecnologias ao longo de 03 horizontes de adoção, que indicam prazos possíveis para uso dessas tecnologias no ensino-aprendizagem. O horizonte de curto prazo assume a probabilidade de uso dentro de um ano, o de médio prazo dentro de 02 a 03 anos e o de longo prazo dentro de 04 a 05 anos. A Tabela 1.1 contém as tecnologias emergentes sugeridas pelo NMC no relatório NMC-HR EES, edições de 2012 a 2019 (JOHNSON, ADAMS e CUMMINS, 2012) (JOHNSON, ADAMS, *et al.*, 2013) (JOHNSON, ADAMS, *et al.*, 2014) (JOHNSON, ADAMS, *et al.*, 2015) (JOHNSON,

---

<sup>1</sup> Diversos sites informam que o termo “Augmented Reality” foi cunhado pelo pesquisador Tom Caudell, em 1990, quando ele e um colega, trabalhadores da Boeing, foram convidados a criar uma alternativa aos dispositivos e diagramas caros, usados para guiar trabalhadores no chão de fábrica.

<sup>2</sup> NMC é uma comunidade internacional formada por especialistas em tecnologias educacionais.

ADAMS BECKER, *et al.*, 2016) (ADAMS, CUMMINS, *et al.*, 2017) (BECKER, BROWN, *et al.*, 2018) (ALEXANDER, ASHFORD-ROW, *et al.*, 2019): RA e RV são sugeridas como tecnologias emergentes no relatório de 2016, para uso em médio prazo e com adoção prevista para 2019; e realidade mista, que mescla características da RA e RV, sugerida nos relatórios de 2018 e 2019, para uso a longos e médio prazo, com adoção prevista para 2023 e 2022, respectivamente. Os relatórios de 2014 a 2018 apresentam algumas tecnologias de visualização, dentre as quais estão RA, RV e realidade mista, conforme ilustrado na Tabela 1.2.

**Tabela 1.1 Tecnologias emergentes no NMC-HR EES de 2012 a 2019**

	Curto Prazo (até 1 ano)		Médio Prazo (de 2 a 3 anos)		Longo Prazo (de 4 a 5 anos)	
2012	Aplicativos Móveis	2013	Aprendizagem Baseada em Game	2015	Computação Baseada em Gesto	2017
	Computação em Tablet		Análise da Aprendizagem <sup>3</sup>		Internet das Coisas	
2013	MOOC <sup>4</sup>	2014	Jogo e Gamificação	2016	Impressoras 3D	2018
	Computação em Tablet		Análise da Aprendizagem		Tecnologias Vestíveis	
2014	Sala de Aula Invertida	2015	Impressoras 3D	2017	“Quantified Self”	2019
	Análise da Aprendizagem		Jogo e Gamificação		Assistente Virtual	
2015	Bring Your Own Device (BYOD)	2016	Makerspaces	2018	Tecnologias de Aprendizagem Adaptativas	2020
	Sala de Aula Invertida		Tecnologias Vestíveis		Internet das Coisas	
2016	Bring Your Own Device (BYOD)	2017	<b>Realidade Aumentada e Virtual</b>	2019	Computação Afetiva	2021
	Análise da Aprendizagem e Aprendizagem Adaptativa		Makerspaces		Robótica	
2017	Tecnologias de Aprendizagem Adaptativas	2018	Internet das Coisas	2020	Inteligência Artificial	2022
	Mobile Learning		Nova Geração de Sistema de Gestão de Aprendizagem		Interface Natural do Usuário	
2018	Tecnologias Analíticas	2019	Tecnologias de Aprendizagem Adaptativas	2021	<b>Realidade Mista</b>	2023
	Makerspaces		Inteligência Artificial		Robótica	
2019	“Mobile Learning”	2020	<b>Realidade Mista</b>	2022	Blockchain	2024
	Tecnologias Analíticas		Inteligência Artificial		Assistente Virtual	

<sup>3</sup> A análise de aprendizagem é um trabalho enraizado no estudo de grandes volumes de dados, que visa a utilização de técnicas analíticas, comuns em empresas, para obter ideias sobre comportamento e aprendizagem do estudante, isto é, decifrar tendências e padrões provenientes de grandes dados educacionais.

<sup>4</sup> MOOC (Massive Open Online Course – cursos on-line abertos de massa)



**Tabela 1.2 Tecnologias de visualização no NMC-HR EES de 2014 a 2018**

Tecnologia	2014	2015	2016	2017	2018
Análise Visual de Dados	✓	✓	✓		
Impressora 3D	✓	✓	✓	✓	✓
Mapeamento por Sistema de Informação Geográfica					✓
Monitores Volumétricos e Holográficos	✓	✓	✓		
Realidade Aumentada	✓	✓	✓		
Realidade Mista				✓	✓
Realidade Virtual			✓	✓	✓
Visualização da Informação	✓	✓	✓	✓	✓
Video Walls <sup>5</sup>					✓

O NMC-HR EES de 2014 apresentou um modelo de “Creative Classroom (CCR)”, em Português Sala de Aula Criativa (SAC), conforme ilustrado na Figura 1.1, que contém referência às TIC. SAC são ambientes de aprendizado criativo que buscam incorporar intensivamente as TIC nessas salas, visando à modernização das práticas de ensino-aprendizagem. Tais práticas são inovadoras na medida em que promovem a colaboração, a personalização, o empreendedorismo e o aprendizado ativo (BOCCONI, 2012). O conceito multidimensional SAC, é formado por 08 dimensões e 28 parâmetros de referência, e tem a intenção de capturar os elementos essenciais das SAC, os quais podem ser vistos como “ecossistemas” vivos que evoluem constantemente ao longo do tempo, principalmente em função do contexto e da cultura onde as SAC se inserem.

---

<sup>5</sup> Video wall é um equipamento formado por uma série de monitores conectados fisicamente, formando uma grande tela.



Figura 1.1 Elementos do Modelo de Sala de Aula Criativa (traduzido de (JOHNSON, ADAMS, et al., 2014))

SAC incorpora plenamente o potencial das TIC para inovar as práticas de ensino-aprendizagem em todos os ambientes de aprendizagem, tanto os formais, aqueles que abrangem as salas de aula, como os informais, aqueles que se estendem para fora do sistema escolar. No centro do modelo da SAC situam-se as práticas pedagógicas inovadoras, que surgem quando os professores usam as TIC nos seus esforços para organizar novas formas de atividades de aprendizagem que sejam abertas, colaborativas, em vez de simplesmente fomentar as pedagogias tradicionais, como as aulas expositivas e tarefas (BOCCONI, KAMPYLIS e PUNIE, 2012). Uma das dimensões do modelo de SAC, denominada *Conteúdo e Currículo*, contém o parâmetro de referência *Atividades Significativas*, ou seja, atividades que incentivam os estudantes a aplicarem seus conhecimentos prévios, a serem questionadores e a desenvolverem um pensamento independente, a fim de aprimorar suas habilidades técnicas e comportamentais (BOCCONI, 2012).

Quando metodologias tradicionais de aprendizagem são empregadas, a tendência é que os estudantes aprendam conceitos e simplesmente reproduzam os métodos para a realização de tarefas propostas por especialistas. Se o domínio exige

também requisitos, tais como o estímulo ao raciocínio, as MAA são uma possível solução, pois possibilitam o emergir das Atividades Significativas.

A inovação das práticas pedagógicas e a inserção das TIC nessas práticas ainda não estão consolidadas e muito tem se discutido a esse respeito. A UNESCO percebeu essa tendência e a expressou em uma série denominada Padrões de Competência em TIC para Professores, constituída de 03 volumes: Diretrizes de Implementação (UNESCO, 2008); Marco Político (UNESCO, 2008); e Módulos de Padrão de Competência (UNESCO, 2008). Este último volume informa que:

*“As práticas educacionais tradicionais já não oferecem aos futuros professores todas as habilidades necessárias para capacitar os alunos a sobreviverem no atual mercado de trabalho. Tanto os programas de desenvolvimento de profissionais na ativa e os programas de preparação dos futuros professores devem oferecer experiências adequadas em tecnologia em todas as fases do treinamento”.*

E mais...

*“Estar preparado para utilizar a tecnologia e saber como ela pode dar suporte ao aprendizado são habilidades necessárias no repertório de qualquer profissional docente. Os professores precisam estar preparados para ofertar autonomia a seus alunos com as vantagens que a tecnologia pode trazer. As escolas e as salas de aula, tanto presenciais quanto virtuais, devem ter professores equipados com recursos e habilidades em tecnologia que permitam realmente transmitir o conhecimento ao mesmo tempo que se incorporam conceitos e competências em TIC”.*

Com as indicações apresentadas pelos membros do NMC, aliar as tecnologias de RV e RA à Educação é um caminho a ser explorado para oferecer uma abordagem aos profissionais da Educação e aos estudantes. Neste sentido, este projeto de doutorado buscou estudar ambientes de ensino-aprendizagem que se baseiam em MAA, juntamente com as tecnologias RA e RV, a fim de propor uma Abordagem Utilizando RA e RV para Suportar Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (AURAV-SCBMAA).

## 1.2 Motivações e Objetivos

No decorrer das últimas décadas, as empresas vêm impulsionando os seus negócios através do uso cada vez mais intenso de tecnologias emergentes, mas na Educação esse procedimento tem sido mais lento. As instituições de ensino têm investido esforços em sistemas de gestão acadêmica, mas, em relação à gestão pedagógica, tais sistemas têm se mostrado inadequados principalmente quando MAA são empregadas. Além disso, essas instituições de ensino, principalmente as públicas, tem enfrentado sérias restrições financeiras que dificultam o investimento no desenvolvimento de sistemas de gestão acadêmica e pedagógica mais adequados.

Embora as tecnologias emergentes possam favorecer a criação e a implantação de novas abordagens de ensino, é um desafio fazer com que estas potencializem os ambientes de ensino-aprendizagem, quer na sala de aula tradicional ou em qualquer outro ambiente onde haja necessidade de produção de conhecimento. Isso porque tais ambientes devem permitir aos professores empregarem tecnologias na preparação de suas atividades e devem proporcionar aos estudantes oportunidades de aprendizagem, com interfaces amigáveis e intuitivas, minimizando o investimento de tempo em treinamento.

Visto que o relatório do NMC indica que nos próximos anos RA e RV deverão fazer parte das tecnologias educacionais, estudá-las para oferecê-las como suporte à Educação, e investigar a inserção das mesmas em ambientes de CBMAA, foi uma das motivações desse projeto de doutorado.

Outra motivação foram as conclusões apresentadas na revisão sistemática da literatura sobre RA na Educação Médica (ZHU, MASSIELO, *et al.*, 2014), destacando-se:

- há a necessidade de aprofundar o estudo do uso de RA em Educação em Saúde uma vez que os estudantes precisam de experiências e nem sempre é possível a interação com objetos reais;
- somente a tecnologia não é suficiente para promover a aprendizagem, mesmo tendo sido apresentada como um motor para as reformas educacionais;

- novas pesquisas devem ser realizadas na área de Educação Médica envolvendo RA, buscando encontrar o modelo de RA e os projetos educacionais apropriados, além de identificar a maneira mais eficaz para o uso de RA na Educação em Saúde; e
- antes de afirmar o grande potencial da RA é importante ter uma clara compreensão do seu impacto sobre a aprendizagem.

Finalmente, uma importante motivação foi a experiência adquirida em MAA, por pesquisadores do Departamento de Computação (DC) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em função da parceria estabelecida em 2005, entre o DC e o Departamento de Medicina (DMed) da UFSCar, visando ao desenvolvimento de sistemas de gestão de ensino e aprendizagem voltados para CBMAA. Essa experiência pode ser atestada pela produção científica gerada desde então, sendo que, além da quantidade de publicações indicadas na Tabela 1.3, foram produzidas 02 dissertações de mestrado (SANTANA, 2008) (SANTANA, 2010) e uma tese de doutorado (FORTE, 2012), onde foram desenvolvidos sistemas para gestão pedagógica para as atividades do Curso de Medicina da UFSCar, que é baseado em MAA. Tais sistemas geraram o Registro de Programa de Computador denominado Portfólio Reflexivo Eletrônico (PRE) (SOUZA, PRADO, *et al.*, 2010).

**Tabela 1.3: Total de Publicações do DC resultado da Parceria com DMed/UFSCar**

Ano	Qtde	Ano	Qtde
2005	2	2011	6
2006	2	2012	10
2007	6	2013	14
2008	7	2014	1
2009	6	2015	1
2010	9	2016	3
		Total	67

Diante do exposto, alguns aspectos merecem atenção: nas MAA o conhecimento deve ser produzido pelo estudante; RA e RV são tecnologias emergentes para visualização de dados na Educação que devem estar disponíveis nos próximos anos; equipamentos de RA e RV ainda têm custo elevado; a universalização de RA e RV entre estudantes deve ser observada; e a restrição financeira imposta às instituições de ensino limitam os investimentos. Conseqüentemente, investigar o emprego de RA e RV para suportar CBMAA levando

em consideração todos os aspectos mencionados, constitui-se um grande desafio deste projeto de doutorado.

Neste sentido, o objetivo principal desse projeto de doutorado foi propor uma abordagem, baseada no emprego de RA e RV e no uso de tecnologias da Computação Ubíqua, para dar suporte às atividades de professores e estudantes envolvidos em CBMAA. Essa abordagem engloba uma arquitetura de software, suficientemente flexível para ser empregada tanto em laptops e desktops, quanto em tablets e outros dispositivos móveis, a qual foi utilizada para avaliar a abordagem proposta.

### 1.3 Questões de Pesquisa

No universo da metodologia da Pesquisa Científica (PeC), os pesquisadores devem equilibrar as exigências do rigor metodológico com as soluções práticas dos problemas (WIERINGA, 2010). Em (WIERINGA, 2007), trabalhos que tratam de soluções de problemas são classificados como sendo de Pesquisa Tecnológica (PT), enquanto trabalhos que tratam de responder questões de conhecimento são classificados como sendo de PeC. Enquanto as PeC buscam investigar proposições assumidas verdadeiras, relativas a um determinado processo ou aos produtos produzidos pelo mesmo, as PT buscam identificar problemas nesse processo, propondo o uso de técnicas para solucionar os mesmos e fazendo algumas considerações sobre tais técnicas.

Assim, esse projeto de doutorado contempla tanto a PeC como a PT, na medida em que levantou e investigou as seguintes Questões de Pesquisa (QP):

- QP<sub>1</sub>**: Como se caracteriza o ambiente onde se insere o processo de ensino-aprendizagem de CBMAA?
- QP<sub>2</sub>**: Quais os principais problemas no suporte computacional a CBMAA?
- QP<sub>3</sub>**: Como RA e RV podem contribuir para o suporte computacional a CBMAA?
- QP<sub>4</sub>**: Como propor uma abordagem e desenvolver uma arquitetura de software para suportar CBMAA?

## 1.4 Organização da Tese

Os demais capítulos dessa tese estão organizados como se segue:

- *Capítulo 2 (Metodologia de Desenvolvimento do Projeto de Doutorado)*: apresenta a “Technical Action Research (TAR)”, em Português Pesquisa-Ação Técnica (PAT), uma metodologia que busca preencher a lacuna entre idealização e prática presente nas metodologias de pesquisa científica, e que foi utilizada para o desenvolvimento desse projeto de doutorado;
- *Capítulo 3 (Metodologias de Aprendizagem)*: apresenta as metodologias de aprendizagem tradicional e ativas, em particular descreve o programa do Curso de Medicina da UFSCar, detalha a atividade Estação de Simulação desse curso e discorre sobre os tipos de paciente utilizados durante a simulação;
- *Capítulo 4 (Sistemas de Gestão de Aprendizagem)*: apresenta os conceitos e principais funcionalidades requeridas a um Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA), descreve alguns dos SGA mais utilizados, apontando suas limitações para suportar CBMAA e detalha o Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA), que foi desenvolvido para suportar, dentre outros, o Curso de Medicina da UFSCar;
- *Capítulo 5 (Realidades Aumentada e Virtual e Inteligência Artificial)*: apresenta os conceitos fundamentais de Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Inteligência Artificial empregados ao longo deste projeto de doutorado;
- *Capítulo 6 (Abordagem Utilizando Realidades Aumentada e Virtual para Suportar Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem – AURAV-SCBMAA)*: apresenta a abordagem, a arquitetura de software e o protótipo para avaliação dessa abordagem e dessa arquitetura, desenvolvidos neste projeto de doutorado;
- *Capítulo 7 (Estudo de Caso e Avaliação)*: apresenta o estudo de caso desenvolvido para ser empregado na atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar e analisa os resultados obtidos tanto em relação à usabilidade quanto à acurácia;

- 
- *Capítulo 8 (Trabalhos Relacionados)*: apresenta os trabalhos relacionados mais relevantes para o desenvolvimento deste projeto de doutorado, apontando as similaridades e diferenças em relação ao trabalho descrito nesta tese;
  - *Capítulo 9 (Conclusões e Trabalhos Futuros)*: apresenta as conclusões deste projeto de doutorado, descrevendo os principais resultados obtidos com esse trabalho bem como as suas limitações e apontando para trabalhos futuros a serem desenvolvidos.



# Capítulo 2

## METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE DOUTORADO

---

*Há uma preocupação em equilibrar as exigências do rigor metodológico das ciências naturais com as exigências práticas das engenharias, demandas conflitantes quando se está diante de pesquisas que usam engenharia de requisitos. Enquanto uma solução tecnológica para um determinado problema busca aumentar a experiência dos “stakeholders” envolvidos, uma solução científica busca aumentar o conhecimento dos mesmos. Neste sentido, este capítulo apresenta a metodologia empregada neste projeto de doutorado.*

### 2.1 Considerações Iniciais

*A Ciência da Engenharia é o estudo científico da tecnologia, envolve atividades para a produção, desenvolvimento e manutenção de artefatos, sendo utilizada para solucionar um problema concreto. Por outro lado, a Ciência Natural é o estudo científico da natureza, envolve atividades para a busca crítica do conhecimento, sendo utilizada para solucionar um problema teórico (WIERINGA, 2007). Ambas são atividades humanas que devem empregar um método para serem exploradas e destas derivam a pesquisa científica e a pesquisa tecnológica.*

*Em (WIERINGA, MAIDEN, et al., 2006), muitos trabalhos científicos chamados de pesquisa científica são na realidade de pesquisa tecnológica. Enquanto a primeira é a investigação sistemática que visa à construção da teoria ou do conhecimento, a segunda é a atividade que visa à proposição de uma técnica para atender um objetivo de pesquisa. O resultado da pesquisa tecnológica é um artefato, sendo que exemplos*

de artefatos na Engenharia de Software são algoritmos, abordagens, metodologias, métodos, frameworks e técnicas empregados neste domínio. Já o resultado da pesquisa científica é a nova teoria ou um novo conhecimento adquiridos (WIERINGA, 2010) (WIERINGA, MAIDEN, et al., 2006).

*Ciência do Design é o estudo de artefatos num contexto e surgiu da necessidade de tornar os resultados da pesquisa tecnológica mais relevantes, adicionando um ciclo de solução de problemas ao ciclo de construção da teoria (WIERINGA e MORAH, 2012). Assim, a Ciência do Design busca desenvolver conhecimento visando à concepção e ao desenvolvimento de artefatos.*

*Pesquisa-Ação foi introduzida por Kurt Lewin em 1946 para representar uma abordagem em relação à pesquisa social. Esta combina a geração de conhecimento com a mudança da situação social, através da intervenção do pesquisador, a fim de melhorar essa situação e aprender com a mesma. É um processo cíclico com 05 fases: diagnóstico, planejamento de ação, execução de ação, avaliação e especificação de aprendizado (WIERINGA e MORAH, 2012) (SUSMAN e EVERED, 1978).*

*Algumas propostas metodológicas combinam a Pesquisa-Ação e a Ciência do Design: iniciam com um problema concreto numa organização; em seguida projetam um artefato para resolver ou melhorar o problema; e finalmente refletem sobre as lições aprendidas. Uma outra forma de usar a Pesquisa-Ação na Ciência do Design, denominada “Technical Action Research (TAR)”, em Português Pesquisa-Ação Técnica (PAT), busca preencher a lacuna entre o conhecimento e a prática. PAT inicia com a indicação de um ou mais artefatos para, ao final do ciclo metodológico, testá-los, resolvendo problemas concretos (WIERINGA e MORAH, 2012). A seguir são apresentados mais detalhes sobre PAT e sobre seu emprego nesse projeto de doutorado.*

## **2.2 Pesquisa-Ação Técnica (PAT)**

Em (WIERINGA, MAIDEN, et al., 2006), as tarefas de engenharia foram logicamente organizadas e originaram o ciclo de engenharia. Conforme ilustrado na

Figura 2.1, esse ciclo é composto das seguintes fases: Investigação do Problema, Projeto da Solução, Validação do Projeto, Implementação da Solução e Avaliação da Implementação.



**Figura 2.1 Ciclo de Engenharia**

A Investigação do Problema consiste em mapear as necessidades de melhoria, realizando as seguintes tarefas: identificar os stakeholders e seus objetivos, estabelecendo critérios; investigar os fenômenos relevantes para a melhoria do problema; e avaliar até que ponto os fenômenos atendem os objetivos dos stakeholders. Stakeholders podem ser pessoas, organizações, papéis desempenhados num trabalho, regras contratuais, ou quaisquer outros elementos que são afetados pelo artefato e fazem parte do contexto do problema. Os critérios verificam se a melhoria foi alcançada, via a análise da eficácia para verificar se houve uma mudança, e via a análise de utilidade para verificar se a mudança foi útil.

No Projeto da Solução o pesquisador propõe uma solução, também denominada tratamento, a qual se configura pela interação entre um artefato e um contexto do problema, cujo efeito esperado é a melhoria desse contexto.

Na Validação do Projeto, a solução é validada antes de ser implementada, através de respostas a questões relativas aos efeitos esperados, ao valor esperado, ao trade-off, ou seja, em relação à escolha de uma solução em detrimento de outra, e à sensibilidade dessa solução. Tais questões de validação estão identificadas na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 PAT - Questões de Validação**

<b>Tipo de Questão</b>	<b>Questão</b>
Efeitos Esperados	– Quais serão os efeitos do artefato em um contexto do problema?
Valor Esperado	– Quanto os efeitos satisfarão os critérios?
Trade-off	– Como a solução se compara a outras soluções possíveis?
Sensibilidade	– A solução ainda seria eficaz e útil se o problema mudar (e.g, inserção de mais stakeholders ou de mais dados)? – Qual seria o efeito se o artefato fosse alterado?

A Implementação da Solução consiste em construir a solução a ser experimentada em uma classe genérica de problemas ou num caso específico e concreto.

Quando a solução é usada num caso concreto, esta pode ser avaliada. Na Avaliação da Implementação as mesmas questões de validação devem ser respondidas, mas com foco diferente: a validação analisa fenômenos que devem acontecer, ou seja, aqueles que são esperados, enquanto a avaliação analisa os efeitos da tecnologia implementada, referindo-se a fenômenos que já aconteceram, ou seja, aqueles que foram observados.

PAT é uma abordagem metodológica que busca uma solução para um problema concreto e visa a aumentar a relevância dos artefatos, enquanto outras formas de Pesquisa-Ação visam a aumentar a relevância do conhecimento. PAT propõe 02 ciclos de engenharia: no primeiro, o pesquisador busca melhorar uma classe de problemas, testando os artefatos num problema idealizado em laboratório; no segundo, o pesquisador aprimora a solução e testa os artefatos num problema concreto de um cliente. Cada ciclo pode ser executado diversas vezes, sendo que o primeiro é repetido até os artefatos serem testados para a classe de problemas e estarem aptos para a execução do segundo, enquanto este último é executado até o problema concreto estar apto a produzir resultados satisfatórios. Na PAT, o pesquisador desempenha 03 papéis: *projetista*, na concepção dos artefatos; *consultor*, usando os artefatos no auxílio às pessoas e/ou organizações; e *pesquisador*, na obtenção de resultados sobre o conhecimento relativo aos artefatos.

## 2.3 Projeto de Pesquisa

Este projeto de doutorado foi desenvolvido de acordo com a PAT. Uma vez que nessa metodologia a solução de um *problema* advém da interação entre os artefatos e o *contexto* desse problema, visando à produção de *efeitos* e à avaliação de *critérios*, tais elementos são assim instanciados no âmbito deste projeto:

- Contexto: Curso de Medicina da UFSCar, que envolve o seu regimento, o seu projeto pedagógico, as questões éticas para o ensino de Medicina, os seus professores, conjuntamente com seus desejos, normas e valores, e os estudantes, conjuntamente com seus desejos, normas e valores;
- Problema: necessidade de uma abordagem, acompanhada de um suporte computacional, adequados ao apoio das atividades de CBMAA;
- Efeitos: emprego da abordagem e do suporte computacional desenvolvidos, em atividades do Curso de Medicina da UFSCar, de forma a favorecer a construção do conhecimento pelo estudante e o registro automático dessas atividades; e
- Critérios: avaliar a *efetividade* da abordagem em guiar o uso do suporte computacional pelos stakeholders; e avaliar a *utilidade* e a *usabilidade* do suporte computacional pelos stakeholders.

Este projeto de doutorado foi composto de 02 ciclos de engenharia, conforme ilustrado na Figura 2.2. O primeiro ciclo, executado 02 vezes, buscou melhorar uma classe de problemas envolvendo o domínio CBMAA, classe esta refletida nas questões de pesquisa deste projeto. O segundo ciclo, executado uma vez, buscou melhorar um problema específico desse domínio, ou seja, como um Paciente Virtual pode suportar a atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar.

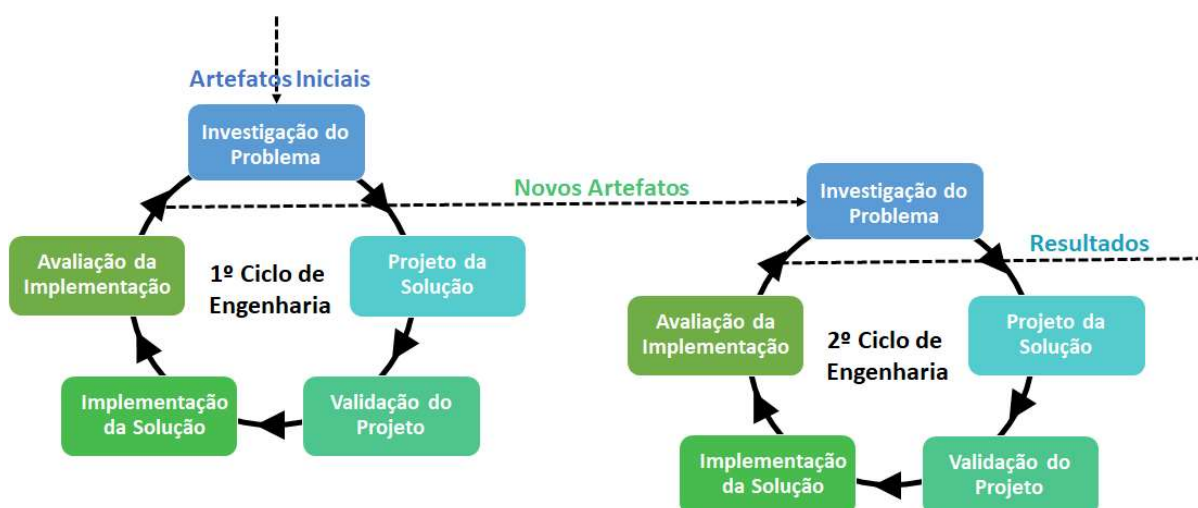


Figura 2.2 PAT empregado nesse projeto de doutorado

### 2.3.1 Primeiro Ciclo – Primeira Iteração

O artefato inicial que disparou a primeira iteração do primeiro ciclo de engenharia foi o PRE, conjuntamente com toda a documentação produzida durante seu desenvolvimento (e.g. artigos, dissertações, tese, registro de programa de computador).

Na fase de Investigação do Problema, dessa primeira iteração, foi realizada uma análise do contexto envolvido, mais especificamente do Curso de Medicina da UFSCar e do uso do PRE junto a esse curso. Nessa mesma época foi estabelecido um projeto de extensão na UFSCar, envolvendo o DC e o DMed da UFSCar e o Instituto de Ensino e Pesquisa (IEP) do Hospital Sírio-Libanês (HSL), para o desenvolvimento de um produto a partir do PRE, tendo sido contratada uma empresa de software para essa finalidade. Nas inúmeras reuniões oriundas desse projeto de extensão, denominado Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA) (SOUZA, AQUILANTE, *et al.*, 2014), o Curso de Medicina da UFSCar e os cursos oferecidos pelo IEP/HSL foram exaustivamente analisados, sendo que nessa fase surgiu também a ideia de empregar RA no suporte a CBMAA.

Um primeiro projeto, envolvendo o uso de RA para visualização de imagens de interesse dos estudantes e professores de CBMAA, foi proposto na fase de Projeto da Solução. Dois artigos (SANTOS, SOUZA, *et al.*, 2016) (SANTOS, SÁBIO e SOUZA,

2016), relativos a esse projeto, foram elaborados e apresentados num evento internacional de Computação e num evento nacional de Informática na Educação.

A fase de Validação desse primeiro projeto ocorreu informalmente, durante encontros das atividades do Curso de Medicina da UFSCar, onde o mesmo foi apresentado a estudantes e professores presentes nesses encontros, os quais o julgaram como sendo de interesse em potencial. Além disso, os artigos relativos ao projeto tiveram uma boa aceitação por parte dos presentes nos eventos.

Em virtude das dificuldades, sobretudo financeiras, para a aquisição de tecnologias de ponta de visualização de RA, na fase de Implementação da Solução optou-se pelo uso de câmeras para capturar ambientes reais e inserir nos mesmos imagens virtuais de interesse de estudantes e professores de CBMAA. Isso possibilitou a imersão desses atores nesses ambientes e a interação destes com essas imagens virtuais.

Na fase de Avaliação da Implementação foram revelados alguns problemas, sendo que o mais grave foi a dificuldade de construção de um banco de imagens suficientemente abrangente para CBMAA. Não havia um especialista para elaboração dessas imagens, acarretando na necessidade de compra das mesmas. Além disso, as potencialidades de uso de RA estavam sendo pouco exploradas neste primeiro projeto. Como resultado principal dessa fase, optou-se por realizar mais uma iteração no primeiro ciclo de engenharia, a fim de buscar uma nova proposta de uso de RA em CBMAA.

### **2.3.2 Primeiro Ciclo – Segunda Iteração**

Na fase de Investigação do Problema dessa segunda iteração, foi dedicada uma atenção maior à atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar. A partir das observações dos comportamentos dos professores, estudantes e pacientes simulados nessa atividade, surgiu a ideia de substituir esse tipo de paciente por um Paciente Virtual (PV). Uma vez que a Inteligência Artificial (IA) permite a criação de máquinas inteligentes, que realizam tarefas semelhantes às do ser humano, nessa fase foi realizado um estudo aprofundado de IA, mais especificamente sobre os temas Aprendizagem de Máquina (AM) e Algoritmos de Redes Neurais (ARN). Além disso, uma vez que um PV deve se comunicar com os estudantes

durante a atividade Estação de Simulação, nessa fase foi realizado, também, um estudo aprofundado sobre Processamento de Linguagem Natural (PLN), uma das vertentes de IA, e mais especificamente sobre o tema Sistemas de Perguntas e Respostas (SPR).

Na fase de Projeto da Solução foi proposto um ambiente de conversação entre estudante e PV, acompanhado de um Assistente Virtual (AV) para interpretar tal conversação, a ser utilizado como: uma ferramenta de apoio à uma consulta médica simulada na atividade Estação de Simulação; uma ferramenta de treinamento para o estudante, em momentos de busca pelo conhecimento; e uma ferramenta para avaliação do estudante pelo professor. Ficou definido que a comunicação entre estudante e PV, nesse ambiente de conversação, se daria por meio de troca de mensagens de texto, interpretadas por um algoritmo que realiza PLN. A imagem do ambiente seria capturada por uma câmera e a imagem virtual de um PV seria inserida nesse ambiente, aumentando as funcionalidades do ambiente e permitindo a realização da consulta virtual. Dessa forma, a RV não imersiva passou a ser vista como uma alternativa à RA.

A fase de Validação desse segundo projeto também ocorreu informalmente, em reuniões com professores do Curso de Medicina da UFSCar, cujas reações mais significativas foram: o contato humano com o paciente real é primordial e com PV esse contato inexistente; o treinamento talvez elimine o elemento surpresa com o qual se depara o médico nas consultas reais; e a consulta simulada com PV poderia ser um dos mecanismos de avaliação do estudante na atividade Estação de Simulação já que essa atividade carece de mecanismos de avaliação apropriados. Além disso, os relatórios do NMC de 2018 (BECKER, BROWN, *et al.*, 2018) e 2019 (ALEXANDER, ASHFORD-ROW, *et al.*, 2019) apresentaram os seguintes novos dados: o mercado de tecnologias de IA no setor educacional deve crescer acima de 43% no período de 2018 a 2022; em (BECKER, BROWN, *et al.*, 2018) é relatado um trabalho desenvolvido na Universidade Estadual de Ohio onde estudantes conversam em linguagem natural com o PV; e em (ALEXANDER, ASHFORD-ROW, *et al.*, 2019) é relatado que os usuários de smartphones já estão bastante familiarizados com os AV devido a sua ampla utilização em tais dispositivos móveis.

Na fase de Implementação da Solução foi construída a abordagem, a arquitetura de software e um protótipo para simular uma consulta médica, onde o PV



desempenha o papel de paciente e o estudante atua como médico. Também foram implementados algoritmos de AM, em substituição ao algoritmo de PLN, para calcular a acurácia do SPR. Cabe salientar que a acurácia é definida como a razão entre o valor medido experimentalmente e o valor esperado nessa medição.

Na fase de Avaliação da Implementação foram realizados testes no protótipo, visando a garantir uma atuação eficiente do PV e do AV, por meio da análise dos acertos do AV. Nessa fase foi identificado que a conversação poderia fazer uso de recursos de reconhecimento de voz, “Speech-to-Text (STT)” e/ou “Text-to-Speech (TTS)” (LEMMETTY, 199), e de avatar para representar o PV e suas emoções, o que poderia disparar uma nova iteração nesse primeiro ciclo. Entretanto, isso exigiria uma equipe multidisciplinar especializada, recursos para aquisição de equipamentos e mais tempo para desenvolvimento de um novo projeto. Uma vez que tais condições não estavam disponíveis, decidiu-se por encerrar esse primeiro ciclo de engenharia.

### 2.3.3 Segundo Ciclo

Os artefatos, oriundos do primeiro ciclo, que dispararam o segundo ciclo de engenharia foram o SGPA-CBMAA, a abordagem, a arquitetura de software e o protótipo, os 03 últimos produzidos neste projeto de doutorado. Nesse ciclo, o problema principal foi como alimentar a base de conhecimento do PV, implementado no protótipo, a fim de que o mesmo pudesse ser utilizado na atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar.

Na Investigação do Problema foram analisados: 12 planos de aula da atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar, dos quais 07 são confidenciais e os demais liberados para divulgação, por não estarem mais em uso nessa atividade; 01 vídeo confidencial de simulação da prática profissional, da série Estações Clínicas (LIMA, RIBEIRO, *et al.*, 2017), utilizado como disparador de aprendizagem não só no Curso de Medicina da UFSCar, mas também em cursos de especialização; e 03 casos do Acervo de Recursos Educacionais em Saúde da Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (SUS) (UNA-SUS - Universidade Aberta do SUS - Acervo de Recursos Educacionais em Saúde).

Na fase de Projeto da Solução surgiram 02 propostas, não excludentes, ambas relacionadas à forma de obtenção dos possíveis diálogos entre estudantes e PV: a

primeira, parte do pressuposto que as perguntas e respostas são obtidas a partir das transcrições dos diálogos entre paciente simulado e estudantes, diálogos estes gravados em áudio durante os encontros da atividade Estação de Simulação; e a segunda, parte do pressuposto que as perguntas e respostas são elaboradas a partir da leitura dos planos de aula da atividade Estação de Simulação. Posteriormente, esse conjunto de pares de pergunta-resposta foi ensinado ao PV para compor o seu conhecimento.

A fase de Validação do Projeto buscou verificar se: os artefatos propostos aplicados ao Curso de Medicina da UFSCar gerariam os efeitos esperados; e se outros SGA disponíveis não gerariam os mesmos efeitos que os artefatos que dispararam esse segundo ciclo.

A primeira verificação deveria analisar se o emprego da abordagem e do suporte computacional, em atividades do Curso de Medicina da UFSCar, favoreceriam a construção do conhecimento pelo estudante e o registro automático dessas atividades. Essa verificação não foi realizada uma vez que a ausência de um compromisso formal entre o DC e os professores da atividade ES inviabilizou a colaboração por parte desses professores.

A segunda verificação foi realizada analisando-se outros SGA disponíveis no mercado, sendo que estes não atendiam à funcionalidade de conversação entre estudante e PV, nem mesmo o registro automático dessa conversação. Também não foram encontrados componentes externos que pudessem ser acoplados aos SGA na forma de “Learning Tools Interoperability (LTI)” (IMS Global Learning Consortium - Learning Tools Interoperability), em Português Interoperabilidade de Ferramentas de Aprendizagem (IFA), para atender tal funcionalidade.

Na fase de Implementação da Solução, para implementar a primeira proposta de solução, era necessário assistir e gravar os áudios relativos aos encontros da atividade Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar. Para tal, foi necessária: a elaboração e submissão de um projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar; a submissão desse projeto ao Hospital Universitário (HU) da UFSCar e a submissão desse projeto ao Conselho de Coordenação do Curso de Medicina (CCCMed) da UFSCar. Além disso, foi necessário elaborar uma Carta de Anuência do Coordenador do Curso de Graduação de Medicina da UFSCar, a qual foi submetida ao CEP, e elaborar um Termo de Compromisso para Desenvolvimento de

Projeto de Pesquisa no Hospital Universitário da UFSCar, o qual foi submetido ao HU/UFSCar. Mesmo após todos esses documentos terem sido aprovados, não foi possível gravar os áudios nos encontros dessa atividade, porque foi informado, a posteriori, que os casos ali tratados eram confidenciais e não podiam ser divulgados. Consequentemente, só foi possível implementar a segunda proposta de solução, ou seja, as perguntas e respostas foram extraídas dos planos de aula dessa atividade, estas foram ensinadas ao PV e o protótipo foi executado como uma ferramenta de treinamento para o estudante em momentos de busca do conhecimento.

Na fase de Avaliação da Implementação foram realizadas comparações entre a acurácia do AV proposto neste projeto de doutorado e a acurácia do QnA Maker da Microsoft (MICROSOFT), um serviço baseado em nuvem que permite criar uma base de conhecimento de perguntas e respostas. De um total de 29 perguntas simuladas, o AV proposto acertou 25, correspondendo a 86,21% de acerto, enquanto o QnA Maker acertou 26, correspondendo a 89,66% de acerto. Também foram realizadas comparações entre a acurácia do AV proposto e a acurácia de algoritmos de AM, sendo que a melhor predição desses últimos, executada nas mesmas condições que o algoritmo de PLN, obteve uma acurácia de 81,55%.

## 2.4 Considerações Finais

*PAT proporcionou um rigor metodológico e norteou a execução desse projeto de doutorado. As 05 etapas do ciclo da engenharia foram executadas 03 vezes, sendo 02 vezes no primeiro ciclo e 01 no segundo. As 02 primeiras iterações do primeiro ciclo buscaram melhorar uma classe de problemas caracterizados pelo domínio CBMAA, enquanto a única iteração do segundo ciclo buscou melhorar um problema específico e concreto, configurado pelo uso de Paciente Virtual para suportar a atividade de Estação de Simulação do Curso de Medicina da UFSCar. O próximo capítulo apresenta o estudo sobre Metodologias de Aprendizagem, o qual fez parte da fase de Investigação do Problema da primeira iteração do primeiro ciclo de engenharia.*

# Capítulo 3

## METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM

---

*O Curso de Medicina da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foi aprovado pelo Conselho Universitário da UFSCar em 29 de abril de 2005. Nesse curso a construção dos saberes ocorre a partir do confronto dos estudantes com situações reais ou simuladas, estimulando o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. O processo de ensino-aprendizagem desse curso emprega uma abordagem educacional construtivista fundamentada na utilização de Metodologias Ativas de Aprendizagem, as quais são objetos de estudo desse projeto de doutorado e são apresentadas nesse capítulo.*

### 3.1 Considerações Iniciais

*O processo de ensino-aprendizagem é o nome dado às interações comportamentais entre professores e estudantes (KUBO e BOTOMÉ, 2001). Conforme citado em (TEODORO), no processo tradicional essas interações se caracterizam pela transmissão do conhecimento pelo professor e a assimilação desse conhecimento pelos estudantes, devendo favorecer o diálogo entre os estudantes e o professor. Ainda de acordo com (TEODORO), tanto professores como estudantes são sujeitos da produção do saber, e devem entender que ensinar não é transferir conhecimento, mas sim criar possibilidades para a produção do conhecimento e para a construção social do estudante. Assim, este capítulo trata de metodologias de aprendizagem, iniciando com as modalidades de educação e a metodologia tradicional de aprendizagem, seguindo com as Metodologias Ativas de Aprendizagem, e finalizando com o Curso de Medicina da UFSCar, com enfoque na atividade Estação de Simulação desse curso.*

## 3.2 Educação e Metodologia Tradicional de Aprendizagem

Na literatura, a definição dos termos educação formal, não formal e informal ocorre em várias dimensões, destacando-se no processo de ensino-aprendizagem, no conteúdo que é ensinado, e na estrutura física e organizacional. Em relação a essa última dimensão, conforme citado em (CASCAIS e TERÁN, 2014), as ações educativas formais são as realizadas na escola e as não formais e informais aquelas realizadas fora da escola.

A educação formal é metodicamente organizada em função da idade e conhecimento dos estudantes, segue um currículo e está dividida em disciplinas. Por outro lado, a educação não formal baseia-se na subjetividade do grupo, contribui para a construção de sua identidade, sendo influenciada pela percepção, consciência, emoção e memória. Já a educação informal é um processo prático, empírico, permanente, não organizado em disciplinas e associado ao senso comum.

As 03 modalidades possuem diferentes características que podem ser complementares. Somente a educação formal não é suficiente para abranger as muitas informações e as contínuas descobertas científicas, sendo necessárias parcerias e outros espaços educativos que contemplem também a educação não formal e informal (CASCAIS e TERÁN, 2014).

Conforme citado em (MANFREDI, 1993), a concepção tradicional de educação enfatiza que o ensino consiste na arte de ensinar tudo a todos de forma lógica. Essa concepção, surgiu no final do século XVIII e seu objetivo principal era tornar universal o acesso do indivíduo ao conhecimento. Conforme citado em (PROFESSORES DO HISTEDBR), essa é uma visão pedagógica centrada no professor, em seu conhecimento, nos conteúdos transmitidos pelo professor aos estudantes e na memorização. Essa concepção possui deficiências, tais como, a unilateralidade do conhecimento, a não preocupação do professor quanto aos conteúdos a serem transmitidos e à individualidade dos estudantes, e o mascaramento do autoritarismo presente nessa concepção (MANFREDI, 1993).

Essa concepção tradicional de educação foi considerada ultrapassada nas décadas de 60 e 70, sendo que as escolas que a adotam acreditam que a formação de um ser crítico, reflexivo e criativo está diretamente relacionada ao volume e à

consolidação do conhecimento adquirido. Os estudantes são elementos passivos e geralmente as aulas são expositivas, com muita teoria e exercícios voltados para a memorização (Linha Tradicional).

### 3.3 Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA)

A concepção escolanovista de educação tem 02 pilares principais: as diferenças individuais dos estudantes, tais como o ritmo de aprendizagem, as potencialidades, os interesses e as motivações; e o aprender fazendo, experimentando e observando. Nessa concepção, o estudante é o centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo que alguns estudiosos a chamam de métodos ativos (MANFREDI, 1993), enquanto outros afirmam que desta originaram as metodologias ativas (CASTANHO, 2008).

As MAA são baseadas numa concepção educativa que visa a: estimular a crítica e a reflexão no processo de ensino-aprendizagem; valorizar o aprender a aprender; elevar o nível de participação do estudante; envolver a auto iniciativa; e alcançar as dimensões afetivas e intelectuais. Nas MAA, o estudante desempenha um papel ativo e o professor o papel de tutor, ou seja, este deve amparar o estudante. Como tutor, enfrenta o desafio de permitir que o estudante participe ativamente do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que isso não ocorre no processo tradicional (MITRE, BATISTA, *et al.*, 2008). No Brasil, MAA têm sido empregadas principalmente em cursos da Saúde, tais como o Curso de Medicina da Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA), o Curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina (UEL), o Curso de Medicina da UFSCar e os cursos de Pós-Graduação do IEP/HSL.

Há várias MAA ([Apêndice A](#)), dentre as quais destacam-se: “Problem-based Learning” (RHEM, 1998), em Português Aprendizagem Baseada em Problema; “Project-based Learning”, em Português Aprendizagem Baseada em Projeto; e “Team-based Learning” (Team-Based Learning Collaborative (TBLC)), em Português Aprendizagem Baseada em Equipe.

A Aprendizagem Baseada em Problema é uma abordagem instrucional que visa a capacitar o estudante a: realizar pesquisas; integrar teoria e prática; e aplicar conhecimentos e habilidades no desenvolvimento de soluções viáveis e significativas para problemas definidos, contextualizados e mal estruturados. A construção do conhecimento ocorre durante a interação entre os atores do processo por meio de sucessivas assimilações. Essa metodologia se desenvolve em pequenos grupos, sendo um processo ativo, cooperativo, integrado, interdisciplinar e orientado à aprendizagem de adultos (SANTANA, SANTANA, *et al.*, 2009). Com a dinâmica do trabalho em grupo e da investigação independente, os estudantes alcançam níveis mais altos de compreensão, desenvolvem mais habilidades para aprendizado e para formação de conhecimento, assim como mais habilidades sociais.

A Aprendizagem Baseada em Projeto é uma abordagem instrucional na qual as atividades de aprendizagem são organizadas em torno da realização de um objetivo compartilhado, ou seja, o projeto. Os estudantes recebem especificações para a construção de um produto, tais como, um foguete ou um software, e o processo de ensino-aprendizagem é orientado para que os estudantes adquiram o conhecimento necessário para a construção do produto. Trabalhando num projeto, os estudantes devem encontrar vários problemas, os quais gerarão os momentos de aprendizagem. Nessa abordagem, ao invés de desempenhar papel de tutor, o professor geralmente fornece uma orientação especializada, indicando a melhor forma de se alcançar o produto, diminuindo assim o papel do estudante na definição de metas e na obtenção de resultados para a construção do produto (SAVERY, 2006).

A Aprendizagem Baseada em Equipe (ABE) é uma abordagem instrucional e colaborativa empregada em grandes turmas, sendo que os estudantes são divididos em equipes e sendo constituída de um ciclo de 04 etapas: *preparação individual*, realizada antes da aula, onde o material sobre o conteúdo a ser tratado em sala de aula é disponibilizado antecipadamente aos estudantes; *garantia do preparo*, realizada em sala de aula, onde são efetuados testes relativos aos principais conceitos contidos no material disponibilizado na primeira etapa; *aplicação de conceitos*, também realizada em sala de aula, onde as equipes recebem um problema ou desafio e precisam chegar a um consenso quanto à escolha da melhor solução; e *avaliação entre os pares*, sem indicação de local para sua realização, onde cada estudante faz

uma autoavaliação e avalia cada um dos demais participantes da equipe (OLIVEIRA, LIMA, *et al.*, 2018).

### 3.4 Curso de Medicina da UFSCar

A abordagem pedagógica do Curso de Medicina da UFSCar é construtivista<sup>6</sup>, individualizada e orientada ao desenvolvimento de competência profissional. Emprega MAA fundamentada nos princípios da valorização da trajetória de cada estudante e da construção de novos saberes a partir dos conhecimentos prévios. Diferentemente dos cursos tradicionais, a estrutura curricular do Curso de Medicina da UFSCar é baseada em atividades organizadas em 03 Unidades Educacionais (UE), conforme ilustrado na Figura 3.1: Unidade Educacional de Simulação de Prática Profissional (UESPP); Unidade Educacional de Prática Profissional (UEPP) e Unidade Educacional Eletiva (UEE) (RIBEIRO, 200?).

CICLOS EDUCACIONAIS		INTEGRALIDADE DO CUIDADO		UNIDADES EDUCACIONAIS	
				Prática Profissional	Eletiva
I	1º ano	Prática Profissional I			
		Simulação da Prática Profissional I			
	2º ano	Prática Profissional II	Eletiva I		
		Simulação da Prática Profissional II			
	3º ano	Prática Profissional III	Eletiva II		
		Simulação da Prática Profissional III			
4º ano	Prática Profissional IV	Eletiva III			
	Simulação da Prática Profissional IV				
III	5º ano	Prática Profissional V	Eletiva IV		
	6º ano	Prática Profissional VI	Eletiva V		

Figura 3.1 Estrutura Curricular do Curso de Medicina da UFSCar

Nas UE são desenvolvidas as Atividades Curriculares (AC), as quais se consolidam através das Ações Educacionais (AE), onde os professores acompanham

<sup>6</sup> O construtivismo surgiu a partir da Teoria de Piaget (GOMES e GHEDIN, 2012), a qual define que o conhecimento está em constante transformação pelo indivíduo, e se constrói a partir de sua interação com o meio em que vive.



o desenvolvimento de capacidades cognitivas, atitudinais e psicomotoras dos estudantes. A UESPP é constituída pelas AC Situação-Problema (SP) e Estação de Simulação (ES), enquanto a UEPP é constituída pelas AC Reflexão da Prática (RP) e Prática Profissional (PP). Já a UEE se desenvolve por meio de AC complementares, as quais são orientadas às necessidades específicas dos estudantes.

As AE se desenvolvem a partir de estímulos para a aprendizagem denominados disparadores de aprendizagem (DA). DA são problemas que simulam ou retratam as situações diárias a serem vivenciadas futuramente pelo egresso do Curso de Medicina da UFSCar. Na UESPP os disparadores podem ser situações-problema de papel, dramatizações, filmes, atendimentos simulados da prática profissional com pacientes simulados e/ou manequins, ou outros recursos que possibilitem a construção dos saberes em espaços protegidos e controlados. Na UEPP os disparadores podem ser o confronto direto com a realidade e a interpretação desse confronto sob a visão do estudante. Os estudantes têm períodos reservados e protegidos durante a semana, considerados espaços de Aprendizagem Auto-Dirigida (AAD), nos quais podem dedicar-se à busca de novas informações.

O processo de ensino-aprendizagem se desenvolve considerando os movimentos da Espiral Construtivista (EC) como referencial, a qual é formada por 06 movimentos, percorridos no sentido anti-horário, conforme ilustrado na Figura 3.2: Identificando o Problema, Formulando Explicações, Elaborando Questões, Buscando Novas Informações, Construindo Novos Significados e Avaliando o Processo (LIMA, 2017).



**Figura 3.2 Movimentos da Espiral Construtivista**

Em Identificando o Problema inicia-se a reflexão sobre uma determinada situação real ou simulada. Os estudantes expõem os seus conhecimentos prévios e devem identificar um conjunto de problemas resultantes da interpretação individualizada sobre a situação apresentada. O produto desse movimento é uma relação dos problemas identificados.

Em Formulando Explicações, os estudantes elaboram explicações e hipóteses que justifiquem os problemas observados no movimento anterior. Quanto maior o número de hipóteses, mais abrangentes são as explicações para os problemas identificados. O produto desse movimento é uma síntese provisória que contém as explicações e as hipóteses para a situação apresentada.

Em Elaborando Questões, os estudantes formulam questões de aprendizagem a serem investigadas, checam e/ou fundamentam as explicações e hipóteses formuladas no movimento anterior, sendo que essas questões devem ser pactuadas e construídas coletivamente. O produto desse movimento é uma relação das questões de aprendizagem.

Em Buscando Novas Informações, os estudantes pesquisam teorias e constroem novos significados para o problema em estudo, sendo que essa atividade ocorre no local mais apropriado para a pesquisa. O produto desse movimento é uma síntese individual contendo as respostas para as questões de aprendizagem.

Em Construindo Novos Significados, os estudantes discutem a situação real ou simulada e as questões de aprendizagem, amparados pelas novas informações e sendo confrontados os saberes prévios com os novos conhecimentos. As novas informações são compartilhadas a fim de que sejam verificadas as várias fontes de pesquisa, a consistência e a abrangência das pesquisas realizadas. O produto desse movimento é uma nova síntese, contendo um conhecimento mais aprofundado e com fundamentação teórica e conceitual.

Em Avaliando o Processo, os estudantes e professor identificam as áreas do processo de ensino-aprendizagem que necessitam de atenção e possíveis melhorias. As avaliações são verbais, de caráter formativo, sendo que os estudantes se auto-avaliam, avaliam seus pares, avaliam o professor e são avaliados pelo professor.

A trajetória de cada estudante, durante o processo de construção, produção e aquisição do conhecimento, deve ser consolidada em portfólios. Os portfólios são

instrumentos para registro e reflexão sistemática sobre a trajetória e as práticas desenvolvidas por cada estudante, os quais tem liberdade para criação de seu portfólio tanto na forma quanto no conteúdo.

As avaliações no Curso de Medicina da UFSCar permitem o acompanhamento das atividades por meio da identificação de melhorias de processos, produtos e resultados, sendo realizadas por professores e estudantes. As avaliações podem ser classificadas em avaliação do processo de ensino-aprendizagem e avaliação do potencial de aprendizagem, esta última denominada avaliação cognitiva. As avaliações se consolidam através dos seguintes instrumentos de avaliação: Avaliação de Desempenho no Processo de Ensino-Aprendizagem (ADPEA), Portfólio Reflexivo (PR), Exercícios de Avaliação Cognitiva (EAC), Exercício Baseado em Problemas (EBP), Avaliação Objetiva e Estruturada de Desempenho Profissional (ADP) e Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

As avaliações podem ser do tipo formativa ou somativa. A avaliação formativa é orientada ao processo de ensino-aprendizagem e deve ser realizada ao longo do período letivo. Destina-se à identificação de potencialidades e áreas que requerem atenção, buscando avaliar o desempenho e atuação de cada participante e a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação somativa do estudante busca avaliar os saberes e a prática profissional relacionados ao desenvolvimento de competência e aos objetivos gerais do curso. Destina-se à identificação dos estudantes que podem progredir para o próximo ciclo e dos que necessitam de mais tempo e/ou apoio para alcançar o domínio e autonomia, estabelecidos para os desempenhos no respectivo ciclo. Os conceitos atribuídos nas avaliações são satisfatório ou precisa melhorar para a avaliação formativa, e satisfatório ou insatisfatório para a somativa. Quando o estudante não alcança o conceito satisfatório em todas as avaliações, deve realizar planos de melhoria, de re-teste ou de recuperação, a serem propostos pelo professor (UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2007).

### **3.4.1 Estação de Simulação**

Simulação é uma situação que se refere à reprodução das atividades do mundo real de forma fictícia, visando a alcançar os objetivos educacionais por meio de

experimentação em espaço protegido, onde o estudante interage com um paciente fictício e tem a oportunidade de aprender com possíveis erros (AL-ELQ, 2010). Essa vivência simulada aumenta a capacidade de observação do estudante e o prepara para as reais atividades de cuidado do paciente, tornando-se uma ferramenta para o desenvolvimento de habilidades clínicas do estudante (VARGA, ALMEIDA, *et al.*, 2009). São vários os recursos que podem ser utilizados na simulação, tais como dramatização, manequins, pessoas contratadas (paciente simulado ou paciente padronizado), paciente virtual e simuladores com alta tecnologia robótica e computacional (NEGRI, MAZZO, *et al.*, 2017). Tais recursos envolvem custos financeiros, que vão desde o pagamento simbólico a atores até a aquisição de tecnologias de última geração.

Paciente simulado, paciente padronizado e paciente virtual são muitas vezes usados como sinônimos, mas existem diferenças entre tais conceitos. Pacientes simulados são atores ou pessoas treinadas para desempenhar um papel, ou são manequins, bonecos ou simuladores de procedimentos, que exploram um conjunto de ações e de saberes, simulando uma situação para fins de ensino ou avaliação (CHURCHOSE e MCCAFFERTY, 2012). Paciente padronizado é um membro da comunidade, e.g., criança, adolescente, adulto ou idoso, que concorda em desempenhar o papel de paciente para uma atividade de aprendizagem, através de um contrato com a instituição de ensino (CHURCHOSE e MCCAFFERTY, 2012). Um paciente padronizado não desempenha um papel de outra pessoa ou paciente, mas responde a qualquer questionamento sobre a história médica e social com base em sua própria vida. Já um Paciente Virtual (PV) pode ser: casos online onde o estudante assume o papel de médico, toma todas as decisões e recebe o feedback sobre essas decisões (COOK, ERWIN e TRIOLA, 2010); ou simulações interativas de cenários clínicos da vida real, realizadas por computador, para fins de treinamento médico, avaliação ou educação (ELLAWAY, POULTON, *et al.*, 2009).

Em (BEIGZADEH, BAHMANBIJARI, *et al.*, 2016) é realizada uma revisão da literatura sobre o uso de pacientes simulados e padronizados, sendo que as seguintes vantagens são destacadas em relação ao processo de ensino-aprendizagem:

- esses pacientes podem ser usados como treinamento para uma grande variedade de casos clínicos;

- os cenários podem ser repetidos e são compatíveis com os estágios dos estudantes;
- o uso de um paciente real às vezes é inadequado, por questões éticas ou por não existirem pacientes reais que reproduzam o caso a ser estudado, o que não acontece com esses pacientes;
- o uso desses pacientes possibilita feedbacks aos estudantes não só positivos mas também negativos, já que erros podem ser cometidos e discutidos, sem acarretarem em consequências danosas aos pacientes;
- quando o estudante recebe feedback positivo relacionado a um encontro de simulação clínica, aumenta sua confiança e reduz seu nível de ansiedade, favorecendo no futuro uma melhor prática das habilidades recém-adquiridas;
- a apreensão do estudante é reduzida graças à possibilidade de repetição da simulação;
- esses pacientes possibilitam aos estudantes familiarizarem-se com diferentes experiências, ideias, crenças, comportamentos e atitudes em relação ao cuidado de saúde;
- o uso desses pacientes permite a livre troca de informações relativas a complicações de doenças e prognósticos, garantindo a prática do exame tantas vezes quanto possível, sem a preocupação ética que teriam em casos com pacientes reais; e
- usando esses pacientes, os estudantes não estressam um paciente real, podendo exaurir seus estudos em busca de novas habilidades.

Em (HUWENDIEK, 2016) é citado que a utilização de PV na aprendizagem dos estudantes pode ser eficaz, especialmente para o raciocínio clínico, tendo sido apresentadas as seguintes vantagens para o seu uso:

- cria um ambiente seguro para os estudantes, onde estes podem aprender por tentativa e erro;
- propicia aos estudantes exercitar o raciocínio clínico em determinados casos e doenças, que com pacientes reais estes não vivenciariam, uma vez que tais casos estariam limitados a atendimentos ambulatoriais; e
- muitos estudantes podem ser confrontados e podem aprender com o mesmo caso do PV.

As revisões sistemáticas em (COOK, ERWIN e TRIOLA, 2010) (COOK, HAMSTRA, *et al.*, 2012) (COOK, HATALA, *et al.*, 2001) concluem que o uso de simulação e o uso de PV como ferramentas de aprendizagem na educação de profissionais de Saúde, produzem efeitos positivos quanto às habilidades e comportamentos dos estudantes face aos pacientes. Uma dessas revisões sistemáticas conclui que são necessárias mais pesquisas para esclarecer como implementar efetivamente os PV.

No Curso de Medicina da UFSCar, a ES é uma AC da UESPP que se caracteriza por retratar pessoas ou circunstâncias que necessitam de atendimento médico. A ES utiliza pacientes simulados, cujo objeto de estudo é o ser humano em sua dimensão psíquica, biológica e social, com enfoque na sua história clínica, a qual é constituída por anamnese, exame clínico geral e específico, diagnóstico e procedimento terapêutico. Suas AE ocorrem via disparadores, que são textos elaborados por grupos de professores/autores, e que são empregados durante as simulações com atores e/ou manequins, representando os atendimentos médicos (UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2007).

Os planos das AE da ES também são elaborados pelos professores e, embora não haja um padrão para a sua formulação, todos esses planos abrangem os seguintes tópicos:

(a) Orientação ao Estudante, que contém as principais razões para a realização da simulação assim como as instruções relevantes para o estudante;

(b) Orientação ao Paciente Simulado, que contém a história clínica a ser desenvolvida na simulação, tais como os dados do paciente simulado, perfil, comportamento, histórico de vida e relações familiares. Descreve também como o paciente deve atuar em caso de exame físico realizado pelo estudante no manequim;

(c) Preparação do Ambiente, que descreve a estrutura do local onde ocorre a simulação, detalhando a infraestrutura necessária num consultório médico, numa residência, ou em outro local de atendimento; e

(d) *Ementa*, que descreve o conteúdo a ser investigado na simulação, o comportamento esperado do estudante, os exames que devem ser realizados, checados e solicitados pelo estudante, os diagnósticos que devem ser proferidos, os planos terapêuticos necessários e as recomendações de estudos teóricos para o estudante.

Os atendimentos na ES podem ser filmados/editados e utilizados para avaliação formativa e somativa, sendo realizados em 02 momentos (VARGA, ALMEIDA, *et al.*, 2009), cada um com duração aproximada de 1 hora e 30 minutos:

- no primeiro momento os estudantes trabalham em dupla, um desempenhando o papel de médico e o outro de observador, diante de uma situação com paciente simulado, reproduzindo um cenário da vida real, e.g., um domicílio ou uma Unidade de Saúde da Família (USF). O professor avalia essa dupla e são necessárias 02 semanas para que os papéis dos estudantes possam ser invertidos. Assim, a dinâmica é repetida de modo a assegurar a ambos os estudantes a oportunidade de simular e observar criticamente a simulação do outro, sem interferir na atuação do colega. O roteiro que o ator utiliza na segunda simulação é diferente do primeiro, mas aborda os mesmos conteúdos; e
- no segundo momento o professor acompanha um grupo de 04 estudantes, visando a apoiar o desenvolvimento de novas capacidades e de questões de aprendizagem, identificadas como necessárias no primeiro momento.

No primeiro momento, o estudante tem a oportunidade de aprender fazendo, errando e aprendendo com os próprios erros. O estudante que desempenha o papel de médico é instigado a refletir sobre seu desempenho e sobre as ações que poderia ter desenvolvido, no âmbito cognitivo, atitudinal ou psicomotor. Já o estudante que observou avalia seu colega. Ao término da simulação, os estudantes redigem uma narrativa da experiência ou uma história clínica do paciente representado pelo ator, fundamentam suas ações, expõem seus conhecimentos prévios, se autoavaliam, avaliam e são avaliados.

No segundo momento, os 04 estudantes refletem sobre as narrativas, histórias clínicas, avaliações ou fundamentações oriundas das simulações ocorridas nas duas semanas anteriores. Tendo essas narrativas como disparadores, o processo de ensino-aprendizagem contempla, então, os movimentos da espiral construtivista.

Durante o ano de 2014 a doutoranda observou encontros dos Cursos de Preceptores do SUS, Curso de Gestão da Clínica e Curso de Regulação em Saúde, todos oferecidos pelo IEP/HSL na cidade de Araraquara. Já no ano de 2017, foram observados encontros das atividades Reflexão da Prática e Estação de Simulação do

Curso de Medicina da UFSCar. Tais observações permitiram a vivência da doutoranda com o processo de ensino-aprendizagem de CBMAA.

### 3.5 Considerações Finais

*Hoje o cenário das relações humanas está mediado por diversas inovações tecnológicas e os conteúdos cognitivos chegaram a um volume que impedem sua simples transferência pelo professor, favorecendo o emprego das MAA. A simulação, por sua vez, contribui com o desenvolvimento da competência cognitiva do estudante, uma vez que permite o contato deste com todos os tipos de pacientes, que nem sempre são possíveis com pacientes reais. A simulação pode ser suportada por computação e pode ser estendida além das salas de aula, por exemplo em momentos de AAD, aumentando as possibilidades de experimentação e de avaliação do estudante.*

*Durante a investigação e observação do Curso de Medicina da UFSCar, mais especificamente da atividade ES, foi possível identificar os seguintes problemas:*

- dependência de recursos físicos, humanos e financeiros que impossibilitam a realização das simulações repetidas vezes, seja para o mesmo ou para novos casos;*
- dependência de contratação de pacientes simulados;*
- inexistência de um banco de casos de simulação; e*
- inexistência de um repositório sobre as simulações realizadas pelos estudantes e anotações realizadas pelos professores, inviabilizando o compartilhamento da trajetória do estudante com outros professores e com a coordenação.*

*Assim, diante do grande volume de dados produzido durante o processo de ensino-aprendizagem do Curso de Medicina da UFSCar, torna-se essencial o uso de um Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA), a ser explorado no próximo capítulo.*



# Capítulo 4

## SISTEMAS DE GESTÃO DE APRENDIZAGEM

---

*O DMed/UFSCar realiza a gestão de suas atividades acadêmicas no Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA) da UFSCar. Há algum tempo utilizou também outro sistema, tanto para a gestão acadêmica quanto a pedagógica, mas este não foi institucionalizado, e acabou sendo descontinuado. Escolher um Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA), que contemple a maioria das atividades envolvidas no processo de ensino-aprendizagem de CBMAA, ainda é um desafio para o DMed/UFSCar. Portanto, os SGA foram objeto de estudo desse projeto de doutorado, particularmente os trabalhos desenvolvidos pelo DC e pelo DMed/UFSCar relativos a SGA, que são apresentados nesse capítulo.*

### 4.1 Considerações Iniciais

*As instituições de ensino necessitam de sistemas para gerir seus processos educacionais, sejam estes acadêmicos ou pedagógicos. Enquanto a gestão acadêmica lida com tarefas burocráticas, tais como matricular estudantes, registrar resultados das avaliações, emitir boletins e certificados, a gestão pedagógica lida com tarefas relativas ao processo de ensino-aprendizagem, tais como elaborar planos de ensino, programar as atividades curriculares, executar essas atividades e realizar avaliações.*

*Enquanto os sistemas de informação de gestão acadêmica estão em uso há algum tempo, os sistemas de informação de gestão pedagógica estão ainda se consolidando. Assim, este capítulo trata de “Learning Management System (LMS)”, em Português Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA), introduzindo alguns*

*desses sistemas mais conhecidos e apresentando as pesquisas de desenvolvimento realizadas pelo DC e DMed da UFSCar na busca da construção de um SGA voltado para CBMAA.*

## **4.2 Sistema de Gestão de Aprendizagem**

SGA é uma solução computacional que oferece serviços para atender o processo de ensino-aprendizagem, tais como gestão do conteúdo educacional, identificação e avaliação de metas individuais e organizacionais da aprendizagem, acompanhamento do progresso do estudante em direção ao alcance dessas metas, rastreabilidade das atividades do estudante e supervisão do processo de ensino-aprendizagem como um todo (WATSON e WATSON, 2007).

Uma lista de SGA é apresentada em (FinancesOnline - Reviews for Business) sendo que 10 foram escolhidos aleatoriamente para compor o [Apêndice B](#). Destes, 05 oferecem uma versão gratuita, dentre os quais o “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle)” (Moodle) e o LMS Canvas (The Learning Platform that Helps Great Education Happen) foram escolhidos para serem apresentados neste capítulo, por terem sido utilizados por professores do DMed/UFSCar e do IEP/HSL.

Moodle foi projetado para educadores, administradores e estudantes criarem e usufruírem ambientes de aprendizagem online personalizados. Este é fornecido gratuitamente com código de software aberto, está em desenvolvimento há mais de 10 anos, oferece um conjunto de ferramentas centradas no estudante e em ambientes de aprendizagem colaborativa. Dentre os serviços oferecidos pelo Moodle, destacam-se: disponibilização de conteúdo; personalização de design e layout; diversas opções para autenticação e inscrição de usuários no site e nos cursos; backup e recuperação de cursos; gerenciamento de funções e de permissão de acesso de usuários; acompanhamento do progresso do estudante; interoperabilidade entre aplicativos e conteúdos externos por meio dos padrões de interoperabilidade de e-learning IFA e “Sharable Content Object Reference Model (SCORM)” (Moodle).

LMS Canvas é um SGA com código de software aberto, criado em 2011 pela empresa Instructure, e oferecido em 02 versões: uma baseada em nuvem, que é

cobrada quando utilizada por instituições e gratuita quando utilizado por professores e alunos; e outra para ser instalada nos servidores das instituições, que é gratuita. Dentre os serviços oferecidos pelo LMS Canvas, destacam-se: disponibilização de conteúdo; personalização de design e layout; configuração de cursos com qualquer estrutura, exceto na versão gratuita para professores; criação de portfólios; criação de avaliação; comunicação entre os participantes; geração de relatórios sobre estudantes, tais como risco de evasão e de retenção; e integração com aplicativos e programas educacionais externos, tais como Khan Academy, Youtube e Dropbox, por meio do padrão de interoperabilidade IFA (TOTSCHNIG, WILLEMS e MEINEL, 2013).

Moodle e LMS Canvas não foram considerados adequados à CBMAA, em particular para o Curso de Medicina da UFSCar. Várias funcionalidades específicas de CBMAA não estão implementadas nesses SGA tais como: o compartilhamento de conteúdo entre a comunidade de CBMAA, principalmente durante as atividades internas e externas ao campus; estrutura curricular em níveis do Curso de Medicina da UFSCar; os tipos de avaliação formativa e somativa; avaliações com vários acompanhamentos até a emissão do seu conceito final; aprovação ou reprovação nas AE via a atribuição do conceito satisfatório ou insatisfatório; e planos de melhoria para a recuperação do estudante. Há funcionalidades de CBMAA, tal como a criação da estrutura curricular do curso, que estão implementadas nesses SGA, mas que são de difícil localização pelos seus usuários, necessitando da análise de um especialista nesses sistemas para encontrar os serviços oferecidos por esses SGA, que são mais adequados a essas funcionalidades. Não foi possível estender o comportamento do Moodle e do LMS Canvas porque mesmo as funções básicas de CBMAA, tais como a atribuição de conceitos em satisfatório, precisa melhorar e insatisfatório, e a divisão da turma em grupos para realização dos encontros, não estão disponíveis nesses SGA. Além disso, o Curso de Medicina da UFSCar emprega toda uma terminologia própria ao CBMAA que não está disponível nesses SGA, dificultando assim o interesse dos professores desse curso por esses sistemas.

### **4.3 Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA)**

Em função da parceria estabelecida entre o DC e o DMed da UFSCar, em 2006 iniciaram-se os estudos para o desenvolvimento de um Portfólio Reflexivo Eletrônico (PRE), visando à substituição do Portfólio Reflexivo (PR) tradicional, cuja mídia era 100% em papel, empregado até então por estudantes e professores do Curso de Medicina da UFSCar. O protótipo desse software foi registrado em 2010 (PRE V.1.0) (SOUZA, PRADO, *et al.*, 2010), sendo que este teve como principal objetivo facilitar o registro, acesso, gerenciamento e compartilhamento dos conteúdos produzidos durante as atividades do Curso de Medicina da UFSCar. O desenvolvimento desse protótipo envolveu estudantes do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPG-CC) da UFSCar (SANTANA, 2008) (SANTANA, 2010) (FORTE, 2012), tendo sido avaliado positivamente por professores e estudantes do Curso de Medicina da UFSCar.

Mesmo tendo tido uma boa aceitação pela comunidade interessada, o PRE não obteve apoio financeiro para se tornar um produto e, na condição de protótipo, não pode ser institucionalizado e adotado como SGA pelo DMed/UFSCar. Em 2012, IEP/HSL demonstrou interesse pelo PRE, uma vez que os cursos oferecidos por essa instituição são CBMAA, sendo que em 2014 foi estabelecido um projeto de extensão, envolvendo o IEP/HSL, o DC e o DMed da UFSCar, para o desenvolvimento de um produto a partir do PRE. Esse projeto foi financiado pelo Ministério da Saúde, via o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional (PROADI) do SUS, o que permitiu a contratação de uma empresa de software, sediada em São Carlos, para o desenvolvimento desse produto, denominado Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA).

### 4.3.1 Histórico de Desenvolvimento e Uso do SGPA-CBMAA

A metodologia SCRUM (SCHWABER e SUTHERLAND, 2017) foi empregada no desenvolvimento do SGPA-CBMAA, sendo que durante 18 meses foram realizadas reuniões semanais na empresa de software em São Carlos-SP, para o planejamento e análise das diferentes fases desse projeto. Essas reuniões envolveram o coordenador do projeto de extensão, professor do DC/UFSCar, o coordenador da equipe de desenvolvedores da empresa de software, uma professora do DMed/UFSCar, a doutoranda do PPG-CC/UFSCar, autora desta tese de doutorado, e um funcionário da área de tecnologia do IEP/HSL, sendo que este último participou dessas reuniões via videoconferência. Também houve reuniões mensais no IEP/HSL em São Paulo-SP, para apresentar e discutir os resultados parciais desse projeto, que envolveram os participantes das reuniões realizadas na empresa de software e funcionários do IEP/HSL, direta ou indiretamente relacionados ao projeto. Essas reuniões totalizaram mais de 150 horas, o que permitiu principalmente o entendimento do processo de ensino-aprendizagem de CBMAA, a definição dos requisitos funcionais e não funcionais e da arquitetura do SGPA-CBMAA.

A doutoranda participou de cursos oferecidos pelo DMed/UFSCar e pelo IEP/HSL, a fim de observar e compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem desses cursos. Além disso, teve uma participação ativa durante todo o desenvolvimento do SGPA-CBMAA, colaborando tanto na definição dos requisitos quanto na realização dos testes desse sistema, uma vez que a empresa de software liberou para ela e para a professora do DMed/UFSCar um ambiente exclusivo para testes.

SGPA-CBMAA foi colocado em produção em 2016, tendo sido instalado no servidor da Secretaria de Informática (SIn) da UFSCar pela empresa de software, a qual ficou responsável pelo mesmo até o término do contrato. A partir de então, a doutoranda tornou-se responsável pela operacionalização desse sistema, o que incluiu as atividades de configuração do SGPA-CBMAA, treinamento e suporte aos professores e estudantes do Curso de Medicina da UFSCar.

Durante os anos letivos de 2016 e 2017, alguns professores do Curso de Medicina da UFSCar concordaram, informalmente, em usar e avaliar o SGPA-CBMAA. A doutoranda então configurou esse sistema para uso desses professores

bem como de seus estudantes, realizou diversos testes no ambiente de produção, detectou alguns problemas nas funcionalidades implementadas e realizou cópias de segurança. Entretanto, essa concordância não se configurou na prática, já que essa comunidade não utilizou o SGPA-CBMAA, e expirou o prazo de garantia desse sistema junto à empresa de software.

Em 2017 foi dada continuidade ao projeto de extensão, sendo que um novo contrato foi estabelecido com a empresa de software, visando a implementação de novas funcionalidades no SGPA-CBMAA e à correção dos problemas detectados pela doutoranda. Como Scrum continuou a ser utilizado, foram realizadas reuniões periódicas na empresa de software envolvendo o coordenador do projeto de extensão, o coordenador da equipe de desenvolvedores da empresa de software, a professora do DMed/UFSCar, a doutoranda do PPG-CC/UFSCar, e um mestrando desse mesmo programa de pós-graduação. Nessa nova fase foi também realizada uma atualização tecnológica do SGPA-CBMAA, uma vez que a empresa de software aperfeiçoou seu processo de desenvolvimento, alterando o banco de dados e passando a usar serviços de nuvem oferecidos pela Amazon (Amazon Web Services).

Essa nova versão do SGPA-CBMAA foi colocada em produção em março de 2018, tendo sido instalada no servidor da SIn/UFSCar pela doutoranda. Em abril de 2018, esta encaminhou convite à Coordenação do Curso de Medicina da UFSCar para uso e avaliação do SGPA-CBMAA, o qual foi divulgado a todos os professores do DMed/UFSCar. No início, somente 02 professores aceitaram esse convite para utilização desse sistema junto ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Clínica (PPG-GC) da UFSCar e, posteriormente, mais 09 professores também manifestaram interesse para utilização junto ao Curso de Medicina da UFSCar. A doutoranda configurou então o sistema e manteve contato com os professores para instruí-los quanto ao seu uso. Entretanto, a adesão limitou-se aos 02 professores do PPG-GC/UFSCar que fizeram uso SGPA-CBMAA somente no primeiro semestre de 2018 e utilizando apenas as seguintes funcionalidades: registro de frequência, disponibilização e compartilhamento de conteúdo e resposta às avaliações.

Em outubro de 2018, a doutoranda participou, juntamente com o coordenador do projeto de extensão, de uma reunião do CCCMed/UFSCar, onde esta relatou aos seus membros o histórico de uso até então do SGPA-CBMAA e a necessidade de que esse sistema fosse mais amplamente utilizado a fim de que pudesse ser realizada

uma avaliação mais efetiva no mesmo. Após calorosos debates, o conselho recomendou a realização de um projeto piloto junto à nova turma do Curso de Medicina da UFSCar, ingressante em 2019, e que fossem buscados mecanismos institucionais para dar suporte a esse sistema.

### **4.3.2 Projeto Piloto do SGPA-CBMAA no Curso de Medicina da UFSCar**

Após a recomendação de uso do SGPA-CBMAA pelo CCCMed/UFSCar, a doutoranda participou das seguintes ações visando à implantação do projeto piloto:

- 28 de janeiro de 2019: reunião com o Pró-Reitor de Graduação da UFSCar e com o Diretor da SIn/UFSCar, solicitando à SIn/UFSCar dar suporte ao SGPA-CBMAA;
- 27 e 28 de fevereiro de 2019: apresentação do SGPA-CBMAA aos secretários do DMed/UFSCar e treinamento dos mesmos nesse sistema;
- 19 e 20 de março de 2019: apresentação do SGPA-CBMAA aos professores do DMed/UFSCar, envolvidos com a turma do Curso de Medicina da UFSCar ingressante em 2019, e treinamento dos mesmos nesse sistema;
- 29 de março de 2019: comprometimento oficial do Diretor da SIn/UFSCar em incorporar o SGPA-CBMAA na carteira de projetos gerenciados pela SIn/UFSCar;
- 10 de abril de 2019: apresentação do SGPA-CBMAA aos estudantes do Curso de Medicina da UFSCar ingressantes em 2019; e
- 25 de maio de 2019: apresentação do SGPA-CBMAA na 1ª Reunião Regional da Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM) de São Paulo, realizada na UFSCar. Durante essa reunião, professores e estudantes de outras instituições de ensino de Medicina manifestaram interesse no SGPA-CBMAA e parabenizaram os esforços realizados para a construção desse sistema.

Para viabilizar o uso do SGPA-CBMAA pela turma do Curso de Medicina da UFSCar ingressante em 2019, as seguintes tarefas foram realizadas:

- Pela doutoranda: criação da estrutura do programa educacional (curso, oferta e turma); criação da estrutura curricular do Curso de Medicina; e

gestão operacional do SGPA-CBMAA, envolvendo as atividades de atualização do software, treinamento e suporte aos professores e estudantes;

- Pelos secretários do DMed/UFSCar: cadastro, inscrição nas turmas e alocação de professores e estudantes em grupos das AE; e criação do calendário do ano de 2019;
- Pelos professores das UE: planejamento de atividades pedagógicas, prática pedagógica e acompanhamento dessas atividades; e
- Pelos Estudantes: participação nos encontros por meio de produção, disponibilização e compartilhamento de conteúdo; respostas às avaliações e questionários; entrega de produtos; acompanhamento de frequência e participação em fóruns de discussão.

Atualmente, a comunidade de usuários do SGPA-CBMAA é constituída pelos 43 estudantes da turma do Curso de Medicina da UFSCar ingressante em 2019, pelos 12 professores que atuam junto a essa turma e pelos 02 secretários do DMed/UFSCar. Esse sistema está sendo usado nas AE denominadas Simulações, Processamento de Situação-Problema e Reflexão da Prática.

Durante o ano de 2019, a doutoranda vem dando suporte a esses usuários via email e celular, inclusive realizando alterações diretamente no banco de dados para corrigir atualizações incorretas geradas pelo SGPA-CBMAA. Esses problemas são reportados à empresa de software, a qual providencia as correções necessárias, sendo que esse procedimento tem outorgado um alto grau de confiança nos usuários em relação ao sistema. Ainda não foram realizadas avaliações do SGPA-CBMAA, uma vez que o semestre letivo atual ainda não foi encerrado.

### **4.3.3 Arquitetura Funcional do SGPA-CBMAA**

O SGPA-CBMAA possui 02 módulos funcionais, denominados Acadêmico e Pedagógico, conforme ilustrado na Figura 4.1. O desenvolvimento do SGPA-CBMAA teve como foco principal o módulo Pedagógico, sendo que o módulo Acadêmico foi desenvolvido para dar suporte ao Pedagógico.



# SGPA-CBMAA

## Acadêmico

## Pedagógico

### Configuração do Ambiente de CBMAA

- Registro da Estrutura do Programa de Ensino
- Registro da Estrutura Curricular
- Criação do Perfil de Acesso

### Configuração do Período Letivo

- Registro da Comunidade de CBMAA
- Criação do Calendário Anual

### Planejamento de Atividades Pedagógicas

- Criação do Portfólio de Planejamento
- Programação de Encontros
- Criação de Avaliações
- Criação de Produtos
- Criação de Questionários
- Criação de Fóruns

### Prática Pedagógica

- Produção de Conteúdo
- Disponibilização e Compartilhamento de Conteúdo
- Registro de Evidências e de Resultados Educacionais
- Respostas às Avaliações
- Respostas aos Questionários
- Envio de Produtos
- Avaliação dos Produtos
- Registro de Frequência
- Elaboração de Portfólio
- Participação em Fóruns

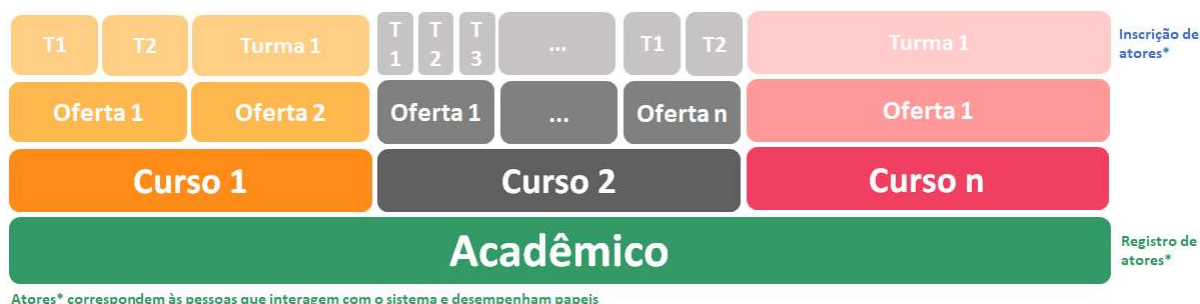
### Acompanhamento de Atividades Pedagógicas

- Trajetória Curricular
- Processo de Ensino-Aprendizagem
- Desempenho do Estudante
- Avaliações Realizadas e Recebidas
- Produtos Entregues
- Questionários Respondidos
- Frequências Registradas

Figura 4.1 Visão Geral do SGPA-CBMAA

Visando a agrupar os serviços acadêmicos apoiados pelo SGPA-CBMAA, o módulo Acadêmico foi dividido nos submódulos Configuração do Ambiente de CBMAA e Configuração do Período Letivo.

No submódulo Configuração do Ambiente de CBMAA são realizadas as tarefas Registro da Estrutura do Programa de Ensino, Registro da Estrutura Curricular e Criação do Perfil de Acesso. A primeira tarefa consiste em criar o curso, a oferta e a turma, sendo que cada curso pode ser oferecido em vários momentos, compondo as ofertas, e essas ofertas podem ser subdivididas em diversas turmas, conforme ilustrado na Figura 4.2. A segunda tarefa é específica para cada oferta do curso e pode conter de 02 até 05 níveis, tal como a estrutura curricular do Curso de Medicina da UFSCar que possui os níveis Ciclo, Série, Unidade Educacional, Atividade Curricular e Ação Educacional. A terceira tarefa define os direitos e permissões que os usuários possuem ao acessarem o SGPA-CBMAA.



**Figura 4.2 Módulo Acadêmico do SGPA-CBMAA – Estrutura do Curso**

No submódulo Configuração do Período Letivo são realizadas as tarefas Registro da Comunidade de CBMAA e Criação do Calendário Anual. A primeira tarefa consiste em cadastrar cada usuário, inscrevê-lo na sua turma, indicando o papel que este desempenhará na mesma (e.g., estudante, professor, coordenador de atividade, coordenador de curso, secretário), e o alocar num grupo para cada AE do qual este participa. A segunda tarefa consiste simplesmente em registrar as datas nas quais não podem ser realizadas atividades.

As ações educativas de CBMAA são programadas no módulo Pedagógico, dando origem ao ambiente educacional, no qual estudantes e professores realizam e registram suas atividades. Visando a agrupar os serviços pedagógicos apoiados pelo SGPA-CBMAA, o módulo Pedagógico foi dividido nos submódulos Planejamento de Atividades Pedagógicas, Prática Pedagógica e Acompanhamento de Atividades Pedagógicas.

No submódulo Planejamento de Atividades Pedagógicas são realizadas as tarefas Criação do Portfólio de Planejamento, Programação de Encontros, Criação de Avaliações, Criação de Produtos, Criação de Questionários e Criação de Fóruns. A primeira tarefa consiste em criar um repositório de documentos de planejamento educacional, relativos às AE. A segunda tarefa consiste em agendar as atividades diárias das AE. A terceira tarefa consiste em criar as avaliações relativas às AC. A quarta tarefa consiste em criar produtos relativos às AC, onde produto é qualquer atividade avaliativa que implica na entrega de um documento (e.g., TCC, PR). A quinta tarefa consiste em criar questionários para as turmas, onde questionário é um conjunto de perguntas de caráter não avaliativo. A sexta tarefa consiste em criar fóruns para fomentar a discussão entre professores e estudantes das turmas.

No submódulo Prática Pedagógica são realizadas as tarefas Produção de Conteúdo, Disponibilização e Compartilhamento de Conteúdo, Registro de Evidências e de Resultados Educacionais, Respostas às Avaliações, Respostas aos Questionários, Envio de Produtos, Avaliação dos Produtos, Registro de Frequência, Elaboração de Portfólio e Participação em Fóruns. A primeira tarefa consiste em produzir conteúdo via um editor nativo ao SGPA-CBMAA, que permite a criação de textos de autoria individual ou a criação em colaboração assíncrona com outros participantes, sendo uma tarefa que pode ser realizada tanto por professores como por estudantes. A segunda tarefa consiste em disponibilizar conteúdo, via o envio de arquivos armazenados no dispositivo computacional do usuário, ou via o envio de documentos armazenados no portfólio de planejamento da AE, sendo a última forma restrita aos professores. A terceira tarefa consiste em compartilhar o conteúdo produzido e disponibilizado pelos integrantes de um grupo, que são estudantes inscritos na mesma turma e professores atuantes na mesma AE desses estudantes. A quarta tarefa consiste em registrar evidências e resultados educacionais relativos aos encontros, que podem ser: problemas, hipóteses e questões de aprendizagem identificados nos 03 primeiros movimentos da EC; reflexões manifestadas pelos estudantes; e desenvolvimento do trabalho coletivo do grupo. As questões de aprendizagem identificadas devem ser classificadas de acordo com a Taxonomia do Domínio Cognitivo de Bloom (FERRAZ e BELHOT, 2010), ou seja conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. As demais tarefas desse módulo são autoexplicativas.

No submódulo Acompanhamento de Atividades Pedagógicas são realizadas as tarefas de acompanhamento da Trajetória Curricular, do Processo de Ensino-Aprendizagem, do Desempenho do Estudante, das Avaliações Realizadas e Recebidas, dos Produtos Entregues, dos Questionários Respondidos e das Frequências Registradas. A primeira tarefa consiste em visualizar todo o conteúdo educacional produzido durante o processo de ensino-aprendizagem, desde os conteúdos disponibilizados pelos professores até os conhecimentos individuais e colaborativos produzidos pelos estudantes. A segunda tarefa consiste em acompanhar os relatórios que sintetizam o progresso dos estudantes, as evidências e os resultados educacionais registrados ao longo dos encontros. As demais tarefas desse módulo são autoexplicativas.

Todo o conteúdo, produzido, disponibilizado ou recebido via compartilhamento compõe o portfólio individual de cada membro da comunidade do SGPA-CBMAA e pode ser visualizado a qualquer momento, a partir de qualquer lugar e usando qualquer tipo de dispositivo computacional.

#### **4.4 Considerações Finais**

*Os SGA Moodle e Canvas apresentam inúmeras vantagens, uma vez que estão em desenvolvimento há muitos anos, estão consolidados quanto às políticas para correção de erros e implementação de melhorias, apresentam uma interface moderna e intuitiva, e são utilizados por muitas instituições de ensino que os testam exaustivamente. Além disso, esses SGA oferecem padrões de interoperabilidade que permitem a comunicação com outros sistemas computacionais.*

*Entretanto, especificidades do Curso de Medicina da UFSCar não são atendidas pelo Moodle e Canvas, tais como a criação da estrutura curricular, a avaliação formativa e somativa por conceitos, o repositório de documento de planejamento educacional e o espaço para registro das evidências e resultados educacionais.*

*O SGPA-CBMAA atende a maioria das especificidades da gestão pedagógica de CBMAA, sendo que algumas ainda estão por ser desenvolvidas. Resta também*

---

*incorporar ao SGPA-CBMAA padrões de interoperabilidade, que possibilitem a comunicação com outros sistemas computacionais.*

*Buscando propor o uso de novas tecnologias que atendam outras especificidades de CBMAA, o próximo capítulo apresenta um estudo sobre RA, RV e IA.*

# Capítulo 5

## REALIDADES VIRTUAL E AUMENTADA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

---

---

*Realidade Virtual (RV) é uma área da Ciência da Computação que pode contribuir para o enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem, na medida em que possibilita a incorporação de experiências virtuais ao contexto educacional. Realidade Aumentada (RA) é também uma área promissora para facilitar a aprendizagem significativa, uma vez que pode criar um ambiente para treinamento similar ao ambiente real, podendo simular aspectos relevantes desse ambiente. A Inteligência Artificial (IA), particularmente as Redes Neurais Artificiais (RNA) e os algoritmos de Aprendizado de Máquina (AM), tem impulsionado os estudos sobre Processamento de Linguagem Natural (PLN), permitindo a interação entre homem e máquina de maneira semelhante às interações humanas. Neste sentido, o objetivo deste capítulo é investigar as áreas de RV, RA e IA visando ao desenvolvimento de uma abordagem para dar suporte computacional a CBMAA.*

### 5.1 Considerações Iniciais

*Assistentes Virtuais (AV) estão se tornando uma alternativa para os usuários interagirem por meio de conversação com dispositivos computacionais, sejam estes computadores, notebooks ou dispositivos móveis, principalmente graças aos avanços na área de Processamento de Linguagem Natural (PLN) (ALEXANDER, ASHFORD-ROW, et al., 2019).*

*Atualmente os AV estão sendo empregados em várias aplicações comerciais, sobretudo as disponibilizadas na Internet. É esperada a sua expansão para diversos tipos de ambiente, dentre os quais o educacional, onde os AV podem ser utilizados,*

sobretudo, para gerar experiências individualizadas no processo de ensino-aprendizagem.

A atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar emprega pacientes simulados para retratar pessoas ou circunstâncias que necessitam de atendimento médico. Visando a substituir esses pacientes por PV, este capítulo sumariza os estudos realizados nas áreas de RV, RA e IA, em particular sobre Aprendizado de Máquina (AM) e PLN.

## 5.2 Realidade Virtual

Kirner investigou diversas definições de RV e apresentou a seguinte (KIRNER e SISCOOTTO, 2007):

*“é uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multissensoriais”.*

RV também é definida como uma família de tecnologias usadas para fornecer experiências imersivas em ambientes simulados mediados por computador, manipulando objetos existentes no mundo virtual mediante o uso de equipamentos sensoriais e hápticos (SEGKOULI, PALIOKAS, *et al.*). Outras definições de RV excluem os equipamentos sensoriais, tratando-a como um ambiente simulado por computador, seja este uma simulação do mundo real ou um mundo imaginário (PIGNATEL e BREVI) (FARMER).

Há várias outras definições de RV (IGI Global - Disseminator of Knowledge - What is Virtual Reality), as quais podem ser agrupadas de acordo com os seguintes aspectos: imersão, interação e envolvimento do usuário; e tecnologias computacionais e dispositivos multissensoriais empregados. De acordo com (TORI e KIRNER, 2006), RV pode ser classificada simplesmente como: não imersiva, quando o usuário é transportado parcialmente para o mundo virtual por meio do uso de equipamentos comuns, tais como computador, teclado e mouse; ou imersiva, quando o usuário utiliza equipamentos sensoriais e hápticos, como luvas, óculos e capacetes que o transportam predominantemente para o mundo virtual. Há aplicações promissoras,

tais como visualização de protótipo, treinamento cirúrgico e encontro remoto de estudantes e professores, que podem ser desenvolvidas tanto de forma imersiva como não imersiva.

Esse trabalho se pautou na RV não imersiva, caracterizada como a simulação de um ambiente do mundo real formado pelo encontro remoto entre estudantes e professores.

### 5.3 Realidade Aumentada

De acordo com (OWEN, OWEN, *et al.*, 2011), RA também é uma interface avançada, mas que emprega tecnologias que permitem mesclar, em tempo real, os conteúdos gerados por computador e imagens obtidas do mundo real. Mais especificamente, RA é a sobreposição de dados digitais sobre a imagem gerada a partir de um ambiente real, capturada por uma câmera de vídeo. Também há várias outras definições para RA (IGI Global - Disseminator of Knowledge - What is Augmented Reality), dentre as quais a de um sistema interativo que adiciona objetos virtuais a ambientes reais (ÇADIRCI e KÖSE).

Para adição de objetos virtuais em ambientes reais são usados marcadores, que são imagens 2D ou 3D, tais como “Quick Responde (QR ) code” (SOON, 2008) ou um objeto físico existente numa cena que foi capturada por uma câmera de vídeo. O marcador é reconhecido pelo software de RA e o conteúdo virtual é projetado no objeto reconhecido, como ilustrado na Figura 5.1. Nessa figura um marcador, representado pelo cubo que contém uma imagem em preto e branco, é apresentado à câmera de vídeo do computador. O software de RA usa a câmera de vídeo para capturar a imagem real do ambiente onde está o usuário e para identificar o marcador, insere o objeto virtual, representado pelo coração, sobre o marcador e permite a interação do usuário com o coração. Também é possível fazer uso de RA sem marcador, utilizando “Global Positioning System (GPS)” (KAPLAN, 1996) ou uma bússola digital para projetar os objetos virtuais com base na localização.





**Figura 5.1 Exemplo de aplicação de RA**

Dentre as aplicações de RA destacam-se: um sistema que auxilia o médico durante a cirurgia, combinando, em tempo real, dados de exames previamente realizados pelo paciente, os quais são projetados em seu corpo (International Society for Presence Research, 2017), e treinamento para manutenção de equipamentos industriais por meio de um sistema de RA, que projeta os passos a serem realizados por quem está recebendo o treinamento, em tempo real, sobre o equipamento.

## 5.4 Inteligência Artificial

Para permitir a conversação entre estudante e PV durante um atendimento médico simulado, estudos sobre IA foram necessários. Em (MCCARTHY, 2007), IA é definida como a ciência e a engenharia para construção de máquinas inteligentes, especialmente construção de programas inteligentes para computadores. A Figura 5.2 ilustra diversos ramos de IA, destacando os ramos de AM e PLN.

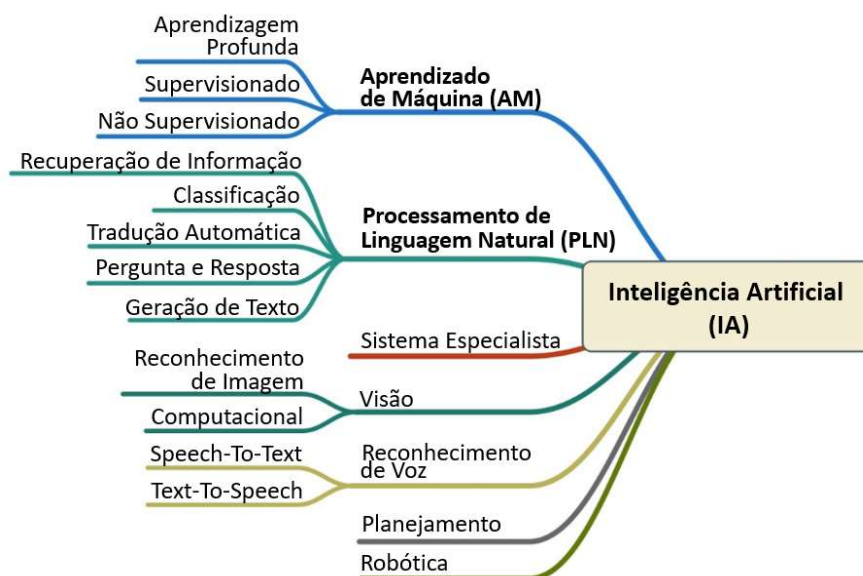


Figura 5.2 Ramos da IA (adaptada de (MILLS))

#### 5.4.1 Aprendizagem de Máquina

De acordo com (FACELI, LORENA, *et al.*, 2011), AM estuda algoritmos de computador, a serem empregados no processo de construção do conhecimento, a fim de permitir que máquinas possam aprender com os dados, identificar padrões e tomar decisões de forma autônoma a partir desses dados. A autonomia é identificada quando as ações do computador não são explicitamente programadas, mas sim oriundas de modelos matemáticos que determinam uma resposta frente a uma situação. Os dados de entrada, também chamados de exemplos, são submetidos aos algoritmos de AM, que realizam o treinamento do modelo matemático e, posteriormente, predizem as respostas para outros exemplos.

Algoritmos de AM são divididos em 03 categorias de aprendizagem: supervisionada, quando o algoritmo aprende com exemplos, cujas entradas são rotuladas, isto é, possuem saídas associadas, sendo que esse algoritmo é capaz de prever as saídas quando lhe são apresentados novos exemplos; não supervisionada, quando esse algoritmo aprende com exemplos, cujas entradas não são rotuladas, sendo que esse algoritmo deve prever as saídas agrupando padrões por conta própria; e por reforço, quando o algoritmo aprende com exemplos, cujas entradas não são rotuladas, como na aprendizagem não supervisionada, sendo que esse algoritmo deve prever as saídas com base em decisões anteriores onde os erros foram penalizados.

“K-Nearest Neighbors (KNN)” (FACELI, LORENA, *et al.*, 2011), em Português K-Vizinhos mais Próximos, é um algoritmo de AM supervisionada, onde o aprendizado consiste em descobrir o quanto similar um exemplo é do outro. Com base num conjunto de entradas e suas saídas associadas, que treinam o algoritmo, e através de um modelo matemático, que mede a distância entre os exemplos, esse algoritmo prediz a saída para o novo exemplo. KNN é um algoritmo de fácil implementação, indicado para poucos dados e para análise de similaridade entre os exemplos. Uma vez que o AV realiza PLN sobre uma pequena base de dados e deve analisar a similaridade entre textos, o KNN foi selecionado para ser utilizado nesse projeto de doutorado.

De acordo com (SHARMA, RAI e ANURAG, 2012), Redes Neurais Artificiais (RNA) são técnicas computacionais que usam um modelo matemático inspirado na estrutura dos neurônios humanos, visando à aquisição do conhecimento através da experiência, preparando as máquinas para a predição de respostas e para a tomada de decisão. Ainda de acordo com (SHARMA, RAI e ANURAG, 2012), RNA é formada por: uma camada de entrada de dados, onde os exemplos são apresentados à rede; uma ou mais camadas intermediárias, também chamadas de ocultas ou escondidas, onde o processamento e a extração de características são realizados; e uma camada de saída, que contém o resultado. Um exemplo de RNA é ilustrado na Figura 5.3, onde esta possui uma camada de entrada, 02 camadas ocultas e uma camada de saída.

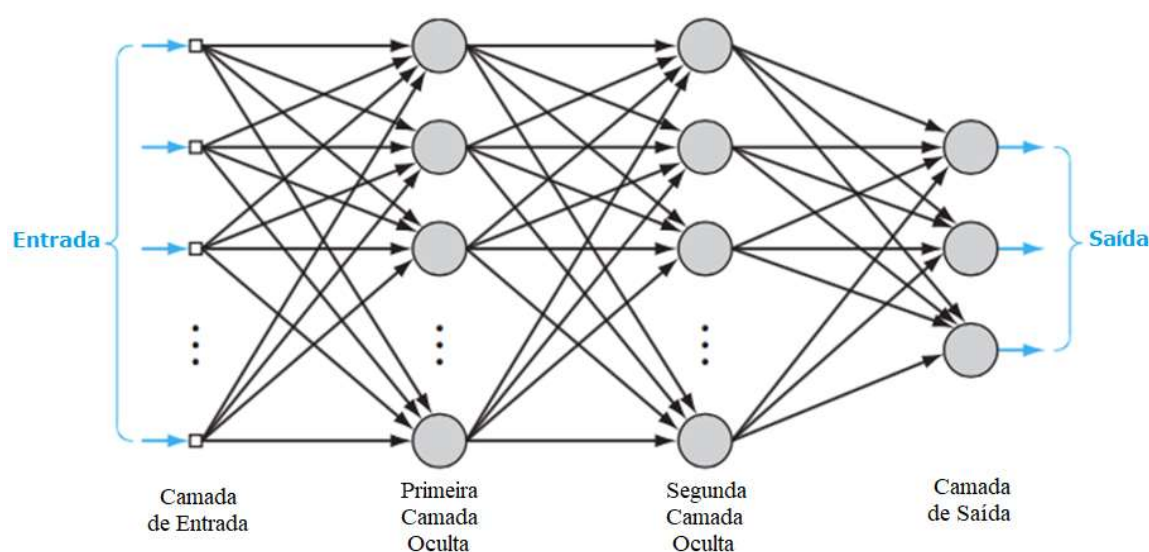


Figura 5.3 RNA com 02 camadas ocultas

Neste projeto de doutorado optou-se por aplicar os seguintes algoritmos de RNA: “Multilayer Perceptron (MLP)” (RUCK, ROGERS e KABRISKY, 1990), em Português Perceptron Multicamadas, e “Self-Organizing Map (SOM)” (KOHONEN, 1990), em Português Mapa Auto-Organizável, também chamado de Mapa de Kohonen.

MLP é uma RNA com uma ou mais camadas ocultas, podendo cada uma dessas camadas possuir um número indeterminado de neurônios, assim como sua camada de saída. O aprendizado em MLP é supervisionado, sendo essa rede normalmente treinada com o algoritmo “Backpropagation” (RUCK, ROGERS e KABRISKY, 1990).

SOM é uma RNA que organiza os exemplos em grupos de acordo com suas relações, criando uma representação discretizada desses exemplos num mapa. Esse agrupamento é realizado via um modelo matemático e usando aprendizagem não supervisionada. Conforme ilustrado na Figura 5.4, no processo de treinamento o algoritmo busca, nesse mapa usualmente bidimensional, pelo melhor neurônio que combina com cada exemplo do conjunto de treinamento, o qual é denominado neurônio vencedor. É usada uma função de distância e formado um mapa topográfico dos padrões de entrada, sendo que os neurônios são ordenados de acordo com seus relacionamentos. No processo de predição, o algoritmo busca o neurônio mais próximo ao novo exemplo e apenas um neurônio de saída é ativado por vez.

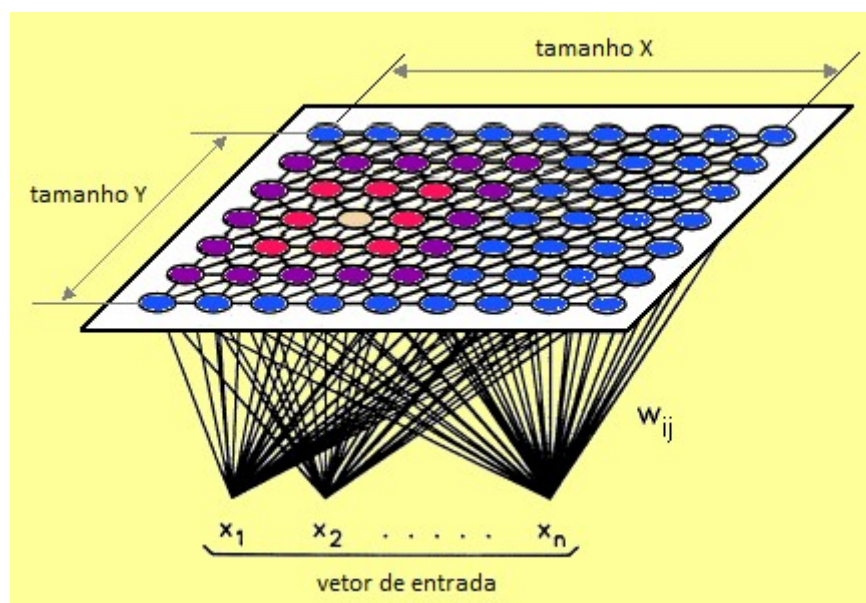


Figura 5.4 Mapa de Kohonen

A escolha do MLP ocorreu por este ser um algoritmo de fácil implementação e com capacidade de generalização. Na generalização, as entradas incompletas são classificadas devido à sua similaridade com as entradas completas, o que caracteriza a mesma situação experimentada pelo AV na realização de PLN. Quanto à escolha do SOM, uma vez que MLP é um algoritmo de RNA que emprega aprendizagem supervisionada, selecionar um algoritmo que emprega aprendizagem não supervisionada enriqueceria a análise da eficiência do AV. Além disso, SOM também é um algoritmo de fácil implementação e agrupa dados em um mapa para produzir uma representação discretizada dos dados de alta dimensão, característica da base de dados utilizada neste projeto de doutorado e analisada pelo AV durante a realização de PLN.

#### 5.4.2 Modelos para Representação de Textos em Números

Em alguns casos, as entradas para os algoritmos de AM e de RNA são textos extraídos de um conjunto, composto de documentos ou de frases individuais, denominado corpus. Como esses algoritmos não podem operar com textos, pois usam modelos matemáticos, esses textos devem ser convertidos em vetores de números, que reflitam suas propriedades linguísticas. Dois modelos, para representação de textos como um vetor numérico, foram utilizados neste projeto de doutorado: “Bag-of-Words (BoW)” (RADOVANOVIC e IVANOVIC, 2008) e Word2Vec (ARRAS, HORN, *et al.*, 2017). BoW foi selecionado por ser uma técnica simples para compreender e para implementar a conversão de texto em vetor de números. Já Word2Vec foi selecionado porque considera o contexto da palavra na frase, assim como a semelhança semântica e sintática em relação às outras palavras da frase no processo de conversão.

BoW indica a ocorrência de palavras num texto do corpus, ignorando suas posições. Esse modelo realiza 02 tarefas: a construção do vocabulário; e a geração do vetor de números, denotando a presença ou ausência de um termo do corpus no texto. Por exemplo, considerando o corpus formado pelas frases “Como você se chama”, “Quantos anos você tem” e “Onde você trabalha”, o vocabulário é formado pelas palavras “como”, “você”, “se”, “chama”, “quantos”, “anos”, “tem”, “onde” e “trabalha”. BoW representa cada uma dessas frases por um vetor de 9 posições, sendo que cada posição se refere a uma palavra do vocabulário e contém a

quantidade de ocorrências dessa palavra na frase. A Tabela 5.1 apresenta o vetor de números para as frases desse corpus usando o BoW. Diante de um corpus muito extenso, o comprimento do vetor tem inúmeras posições e muitas destas com pontuação zero, requerendo muita memória e muito recurso computacional para processamento dos algoritmos.

**Tabela 5.1 Vetor de números usando BoW**

Frase	como	você	Se	chama	quantos	anos	tem	onde	Trabalha
Como você se chama	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Quantos anos você tem	0	1	0	0	1	1	1	0	0
Onde você trabalha	0	1	0	0	0	0	0	1	1

Word2Vec é uma RNA de 02 camadas que processa texto e pertence a uma categoria de modelos denominada “Neural Language Model” (ARRAS, HORN, *et al.*, 2017). A entrada para o Word2Vec é uma frase de um corpus e a saída é um conjunto de vetores que representam numericamente as palavras da frase nesse corpus, denominados vetores de características. Resumidamente, a representação numérica de cada palavra considera o tamanho do corpus, o tamanho da palavra e o contexto da frase onde a palavra está inserida. Word2Vec usa 02 algoritmos de aprendizado não supervisionado para treinamento: “Continuous Bag of Word (CBOW)” e “Skip-gram” (CAVANI, 2017).

### 5.4.3 Processamento de Linguagem Natural

PLN (NADKARNI, OHNO-MACHADO e CHAPMAN, 2011) é um ramo da IA que realiza manipulação automática da linguagem natural, auxiliando a Ciência da Computação a entender, interpretar e manipular a forma como os humanos se comunicam uns com os outros. Devido ao grande volume de dados textuais existentes atualmente, com pouca ou nenhuma estruturação, usar PLN é uma alternativa para realizar tradução e interpretação de textos, busca de informações em documentos, geração e compreensão de linguagem natural, inovando, assim, a interface homem-máquina. PLN tem aplicações que vão desde a produção de resumos de textos, passando pela tradução de uma linguagem natural para outra, pelo reconhecimento e processamento de voz, chegando também ao “Question Answering System (QAS)” (JURAFSKY e MARTIN, 2018), em Português Sistemas de Perguntas e Respostas (SPR).



SPR são sistemas que respondem automaticamente às perguntas em linguagem natural, elaboradas pelos humanos. Um exemplo de SPR foi o BASEBALL (GREEN, JR, WOLF, *et al.*, 1961), que buscava respostas num banco de dados estruturado de jogos e estatísticas de beisebol. SPR atuais concentram-se em questões factoides, aquelas que podem ser respondidas em textos curtos, dentre os quais destacam-se o QnA Maker (MICROSOFT) e o Language Understanding Intelligent Service (LUIS) (MICROSOFT), ambos da Microsoft, e o Watson, da IBM (Watson).

QnA Maker calcula uma pontuação de confiança entre a pergunta realizada e cada pergunta previamente registrada em sua base de conhecimento, a qual indica o grau de correspondência entre essas perguntas, conforme apresentado na Tabela 5.2. Quando uma pergunta é enviada ao QnA Maker, mais de uma resposta pode ser localizada e as respostas são retornadas em ordem decrescente de pontuação de confiança. Três conceitos são fundamentais para entender a base de conhecimento do QnA Maker: pergunta, sendo um texto que melhor representa uma possível pergunta do usuário; resposta, que é retornada quando uma pergunta realizada pelo usuário é localizada na base de conhecimento; e metadados, que são etiquetas na forma do par chave-valor, associadas ao conjunto de perguntas e respostas, utilizadas para filtrar os resultados das consultas e armazenar informações adicionais, sendo que essas etiquetas podem ser usadas na conversação.

**Tabela 5.2 Pontuação de Confiança utilizada pelo QnA**

<b>Pontuação</b>	<b>Confiança (correspondência entre a pergunta realizada e a pergunta registrada na base de conhecimento)</b>
<b>100</b>	Correspondência exata
<b>90</b>	Confiança Alta – a maioria das palavras correspondem
<b>40-60</b>	Confiança Justa – palavras importantes correspondem
<b>10</b>	Baixa Confiança – palavras importantes não correspondem
<b>0</b>	Nenhuma correspondência

LUIS é um serviço baseado em nuvem, fornecido via “Application Programming Interface (API)”, que aplica AM em uma conversação em linguagem natural para prever o significado geral e extrair informação detalhada relevante. LUIS interpreta a intenção por trás de uma frase ou enunciado, via identificação de 03 componentes: intenções, que são associadas às ações e são representadas pelos verbos; entidades, que são associadas aos objetos que sofrem as ações e são representadas pelos

substantivos; e expressões, que são associadas às frases elaboradas pelo usuário e são representadas pelos exemplos de conversação que se destinam a treinar o modelo do LUIS. A Tabela 5.3 apresenta exemplos para esses componentes.

**Tabela 5.3 Componentes de uma frase para o LUIS**

Expressão	Intenção	Entidades
Quero reservar um voo para <b>Barcelona</b>	Reservar Voo	Barcelona
Favor agendar uma reunião às <b>13h</b> com <b>Miguel</b>	Agendar Reunião	Miguel, 13h

LUIS e QnA Maker resolvem problemas diferentes: enquanto LUIS determina a intenção contida no texto elaborado por um usuário, QnA Maker determina a resposta para uma pergunta do usuário.

Watson é um serviço de conversação que permite entender e responder em linguagem natural, cujo componente de perguntas e respostas DeepQA (JURAFSKY e MARTIN, 2018) é executado em 04 estágios distintos:

- (1) no processamento da pergunta, as seguintes atividades são executadas: as entidades da pergunta são identificadas; é extraído o foco da pergunta; e são identificados os léxicos da pergunta, que mostram algo sobre o tipo semântico da resposta;
- (2) na geração de respostas candidatas, a pergunta processada é combinada a documentos externos e outras fontes de conhecimento, para sugerir muitas respostas candidatas;
- (3) na pontuação das respostas candidatas, as respostas encontradas na fase anterior são pontuadas indicando a possibilidade de serem verdadeiras; e
- (4) na mesclagem e classificação das respostas candidatas, as seguintes atividades são executadas: são usados dicionários de sinônimos para mesclar respostas candidatas que são variantes morfológicas; são gerados valores de confiança para cada resposta candidata; as respostas candidatas são treinadas e identificadas como correta ou incorreta, atualizando o valor de confiança; e as respostas candidatas são classificadas por esse valor de confiança sendo obtida a melhor resposta.

Uma das tarefas envolvidas em AM, RNA e PLN é a determinação da similaridade entre 02 textos. Dentre as técnicas para realização dessa tarefa, destaca-se a Similaridade de Cossenos, uma métrica que utiliza o valor do cosseno do ângulo formado por vetores de características de 02 exemplos, para os quais se deseja



determinar a similaridade. Sabendo-se que o valor do cosseno de um ângulo varia entre -1 e 1, as seguintes situações são observadas: quando o ângulo se aproxima de  $0^\circ$ , o cosseno aproxima-se de 1; quando os vetores são ortogonais, o cosseno é igual a 0; e quando os vetores são opostos, o cosseno aproxima-se de -1. Assim, quanto maior for o cosseno do ângulo formado pelos vetores de características, mais similar são os exemplos. A representação bidimensional da similaridade entre 02 vetores está ilustrada na Figura 5.5 (SIDOROV, GELBUKH, *et al.*, 2014).

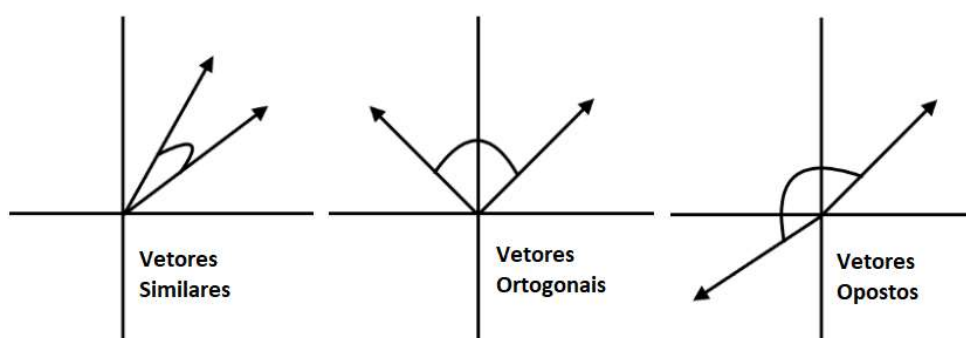


Figura 5.5 Representação bidimensional da similaridade entre 02 vetores

## 5.5 Considerações Finais

*O estudo teórico apresentado nesse capítulo proporcionou a compreensão sobre como RA, RV e IA podem oferecer um suporte computacional para a atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar que emprega MAA. Assim, foi possível propor uma abordagem empregando RA e RV para CBMAA, uma arquitetura de software para suportar tal abordagem e desenvolver um protótipo a ser empregado como ferramenta de apoio a essa atividade, como ferramenta de treinamento do estudante e como ferramenta para avaliação do estudante pelo professor.*

# Capítulo 6

## ABORDAGEM UTILIZANDO REALIDADES AUMENTADA E VIRTUAL PARA SUPPORTAR CURSOS BASEADOS EM METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM (AURAV-SCBMAA)

---

---

*Durante as observações dos encontros das atividades do Curso de Medicina da UFSCar, constatou-se que poucos professores e estudantes usavam algum tipo de suporte computacional durante essas atividades. Tanto o registro das reflexões quanto das explicações em busca de novos conhecimentos, eram realizados de forma convencional, utilizando papel, lápis e documentos impressos, demonstrando o pouco envolvimento com o modelo de Sala de Aula Criativa (SAC). O desafio deste projeto de doutorado foi investigar o uso de RA e RV para dar suporte ao processo de ensino-aprendizagem de CBMAA e, em particular, o uso dessas tecnologias conjuntamente com o SGPA-CBMAA, junto ao Curso de Medicina da UFSCar. Neste sentido, o objetivo deste capítulo é apresentar a abordagem, a arquitetura e o protótipo desenvolvidos neste projeto de doutorado.*

### 6.1 Considerações Iniciais

*Os resultados alcançados neste projeto, ou seja, a abordagem, a arquitetura e o protótipo, foram direcionados para a atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar, visando à simulação do atendimento médico num ambiente de RA ou RV não imersiva, permitindo a conversação entre estudante e PV. Essa conversação ocorre por meio*

de troca de mensagens de texto num SPR, interpretadas por um AV, que é um algoritmo que realiza PLN, sendo que toda atividade nesse ambiente é registrada no repositório de simulações.

Assim, este capítulo fornece uma visão geral desse ambiente de simulação, descreve a Abordagem Utilizando Realidades Aumentada e Virtual para Suportar Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (AURAV-SCBMAA), a arquitetura de software para suportar essa abordagem e apresenta o protótipo implementado para avaliar essa abordagem e essa arquitetura.

## 6.2 Visão Geral do Ambiente de Simulação

O ambiente de simulação, onde ocorre conversação entre estudante e PV, visando ao atendimento médico para um caso clínico simulado, pode ser empregado em 03 cenários distintos: (1) como apoio à atividade ES; (2) como treinamento do estudante, em momentos de AAD; e (3) como avaliação do estudante pelo professor.

No cenário de apoio à atividade ES, a simulação deve ser previamente agendada, os seus participantes devem ser convocados e o professor deve selecionar, a partir de um repositório de casos clínicos simulados para a atividade ES, aquele a ser simulado. Estes participantes podem estar distribuídos geograficamente e a simulação pode ser realizada somente uma vez pelo estudante. A simulação tem início na data e hora previstas, sendo liberada somente quando todos os convocados estiverem presentes no ambiente simulado. A Figura 6.1 ilustra esse cenário, ressaltando os seus participantes e a troca enumerada de mensagens.

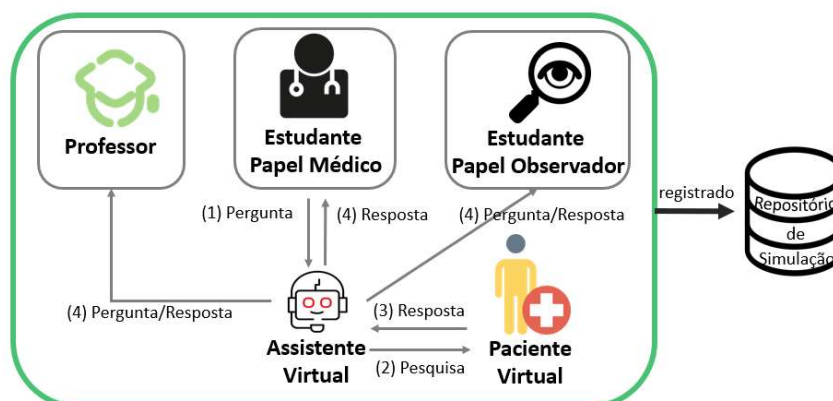
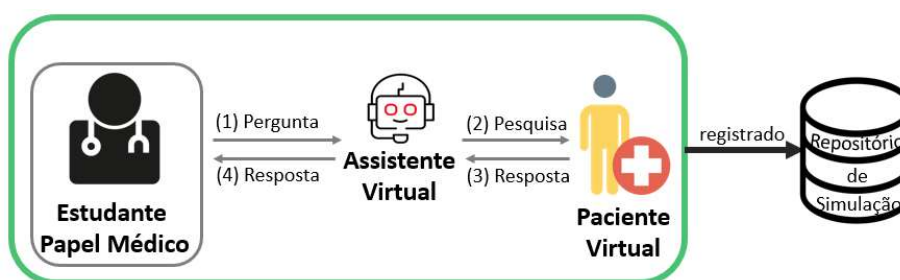


Figura 6.1 Cenário de simulação 1: apoio à atividade ES

Conforme ilustrado na Figura 6.1, os participantes desse cenário são o professor, um estudante que desempenha o papel de médico e outro que desempenha o papel de observador. O diálogo é iniciado pelo estudante que desempenha o papel de médico, enviando uma pergunta ao PV na forma de mensagem de texto, a qual é visualizada pelos demais participantes. Em seguida, o AV recebe a mensagem (1) e localiza a resposta do PV por meio de um algoritmo de PLN (2 e 3). Por fim, essa resposta é encaminhada a todos os participantes, também na forma de mensagem de texto (4). Quando o PV não dispõe de conhecimento para responder à pergunta do estudante, 02 situações podem ocorrer: o professor é acionado pelo AV para ensinar o PV durante a simulação, sendo que os demais participantes não percebem essa intervenção e simplesmente aguardam a resposta do PV; ou o PV responde “Não sei”.

No cenário de treinamento do estudante, este seleciona, a partir de um repositório de casos clínicos simulados para treinamento, aquele para o qual deseja ser treinado. Essa simulação pode ser realizada de qualquer lugar, a qualquer momento e quantas vezes o estudante desejar. No cenário de avaliação do estudante pelo professor, este último deve agendar a avaliação e selecionar, a partir de um repositório de casos clínicos simulados para avaliação, aquele a ser empregado nessa avaliação. Essa simulação também pode ser realizada de qualquer lugar, mas é liberada somente no horário agendado. A Figura 6.2 ilustra esses 02 cenários, ressaltando seus participantes e a troca enumerada de mensagens.



**Figura 6.2 Cenários de simulação 2 e 3: treinamento e avaliação**

Os dados produzidos nos 03 cenários (e.g., data, hora de início, hora de término, mensagens trocadas entre estudante e PV, anotações) são registrados no repositório de simulação.

### 6.3 Requisitos Funcionais

AURAV-SCBMAA deve oferecer um suporte computacional adequado para simular o atendimento médico de casos clínicos por meio do diálogo entre estudante e PV. Os requisitos funcionais para a proposta dessa abordagem foram elicitados a partir de observação dos encontros do Curso de Medicina da UFSCar, da leitura do Projeto Político Pedagógico, de entrevista com professores desse curso e da participação no desenvolvimento do SGPA-CBMAA. A Tabela 6.1 apresenta esses requisitos funcionais, sendo que os requisitos de 01 a 17 compõem a AURAV-SCBMAA e os requisitos de 18 a 25, que possibilitam o agendamento e o acompanhamento dos atendimentos médicos simulados, serão desenvolvidos em trabalhos futuros.

**Tabela 6.1 Requisitos Funcionais Elicitados**

Código	Requisito
01	O sistema deve permitir a criação das perguntas para entrevista.
02	O sistema deve permitir a criação do PV.
03	O sistema deve permitir o envio de arquivos de áudio, vídeo e imagem que representem resultados de exames do PV.
04	O sistema deve permitir o registro de símbolos a serem removidos das perguntas, para realização de PLN.
05	O sistema deve permitir o registro de caracteres especiais a serem removidos das perguntas, para realização de PLN.
06	O sistema deve permitir o registro de palavras (stopwords) a serem removidas das perguntas, para realização de PLN.
07	O sistema de permitir o registro de palavras que devem ser reduzidas a um radical nas perguntas, para realização de PLN.
08	O sistema deve permitir o registro de um percentual de similaridade a ser aceito durante a localização da pergunta ensinada ao PV.
09	O sistema deve permitir a realização do atendimento médico simulado como apoio à atividade ES. O ambiente simulado deve ser acessado pelo estudante que desempenha o papel de médico, o estudante que desempenha o papel de observador e o professor. O estudante deve

	<p>escrever uma pergunta a ser enviada ao PV, deve receber a resposta e pode realizar anotações. Esse trio formado por pergunta-resposta-anotação, realizado durante a simulação, pode ser realizado inúmeras vezes e deve sempre estar visível aos participantes do ambiente simulado.</p>
10	<p>O sistema deve permitir a realização do atendimento médico simulado como treinamento do estudante. O estudante deve selecionar o PV para o qual deseja ser treinado, deve escrever uma pergunta a ser enviada ao PV, deve receber a resposta e pode realizar anotações. Esse trio formado por pergunta-resposta-anotação, realizado durante a simulação, pode ser realizado inúmeras vezes e deve sempre estar visível ao estudante. O sistema deve impedir a realização do treinamento caso já exista um agendamento de simulação para apoio à ES ou para avaliação do estudante no mesmo horário em que o aluno deseja realizar o treinamento.</p>
11	<p>O sistema deve permitir a realização do atendimento médico simulado como avaliação do estudante. O estudante deve escrever uma pergunta a ser enviada ao PV, deve receber a resposta e pode realizar anotações. Esse trio formado por pergunta-resposta-anotação, realizado durante a simulação, pode ser realizado inúmeras vezes e deve sempre estar visível ao estudante.</p>
12	<p>O sistema deve permitir que o estudante realize exames físicos durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.</p>
13	<p>O sistema deve permitir que o estudante visualize resultados de exames durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.</p>
14	<p>O sistema deve permitir que o estudante solicite exames complementares durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.</p>
15	<p>O sistema deve permitir que os exames físicos realizados pelo estudante sejam apresentados aos estudantes e professor durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.</p>

16	O sistema deve permitir que os resultados de exames visualizados pelo estudante sejam apresentados aos estudantes e professor durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.
17	O sistema deve permitir que os exames complementares solicitados pelo estudante sejam apresentados aos estudantes e professor durante o atendimento médico simulado nos cenários de apoio à ES, de treinamento do estudante e de avaliação do estudante.
18	O sistema deve permitir o agendamento dos atendimentos médicos simulados a serem usados como apoio à atividade ES. Devem ser indicados o PV, a data e hora de realização, o aluno que desempenha o papel de médico, o aluno que desempenha o papel de observador e o professor. Não podem ser indicados um professor ou estudante que já possuam agendamentos no mesmo horário para o cenário de apoio à ES. Não pode ser indicado um estudante que já possua agendamento no mesmo horário para o cenário de avaliação do estudante.
19	O sistema deve permitir o agendamento da avaliação do estudante. Devem ser indicados o PV, a data e hora de realização e o estudante que realizará a avaliação. Não pode ser indicado um estudante que já possua agendamento no mesmo horário para os cenários de apoio à ES ou de avaliação do estudante.
20	O sistema deve permitir a visualização das respostas localizadas pelo AV para cada pergunta realizada pelo estudante, em uma determinada simulação.
21	O sistema deve permitir a análise do comportamento do AV pelo professor. As respostas incorretas localizadas pelo AV devem ser marcadas e a resposta correta deve ser indicada.
22	O sistema deve permitir que o professor visualize a quantidade de simulações que foram realizadas para cada PV.
23	O sistema deve permitir que o professor visualize a quantidade de simulações realizadas por cada estudante em cada um dos 03 cenários.
24	O sistema deve permitir que o professor visualize quais alunos realizaram a simulação para cada PV.

25	O sistema deve permitir que o professor visualize a trajetória de simulações realizadas por cada estudante. O professor deve selecionar o estudante e devem ser apresentados o nome do PV, a data e hora de início da simulação, a data e hora de término da simulação, em qual cenário a simulação foi realizada e qual a quantidade de perguntas realizadas pelo estudante. Quando desejar, o professor pode visualizar todas as perguntas realizadas pelo estudante, as respostas localizadas pelo AV, as anotações realizadas pelo estudante, os exames realizados, exames visualizados e exames solicitados.
----	---

## 6.4 AURAV-SCBMAA

AURAV-SCBMAA foi representada através de um diagrama semelhante ao “Structured Analysis and Design Technique (SADT)” (ROSS, 1977). Esse diagrama usa caixas para representar as atividades dessa abordagem e setas ao redor das caixas com a seguinte semântica: setas à esquerda da caixa representam entradas, que são os dados recebidos e transformados pela atividade; setas à direita da caixa representam saídas, que são os resultados da atividade; setas na parte superior da caixa representam recursos empregados na atividade, os quais controlam a execução da mesma; e setas na parte inferior da caixa que representam os atores envolvidos na atividade.

As atividades que compõem a AURAV-SCBMAA foram classificadas em atividades de preparação e de execução da simulação do atendimento médico. As atividades de preparação são: Criar Repositório de Perguntas para Entrevista (CRPE), Criar Paciente Virtual (CPV) e Criar Assistente Virtual (CAV). Já as atividades de execução são: Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação (SAMES), Simular Atendimento Médico para Treinamento (SAMT) e Simular Atendimento Médico para Avaliação (SAMA). As atividades CRPE e CAV são independentes e podem ser executadas em paralelo, enquanto CPV é executada somente depois da CRPE. SAMES, SAMT e SAMA são executadas somente após CAV e CPV, mas podem ser executadas em paralelo desde que não envolvam os mesmos estudantes e professores. Em todas essas atividades deve ser empregado um SGA, que é um



recurso de suporte à AURAV-SCBMAA. A Figura 6.3 fornece uma visão geral das atividades da AURAV-SCBMAA para preparação da simulação, enquanto a Figura 6.4 fornece a visão geral das atividades para execução da simulação.

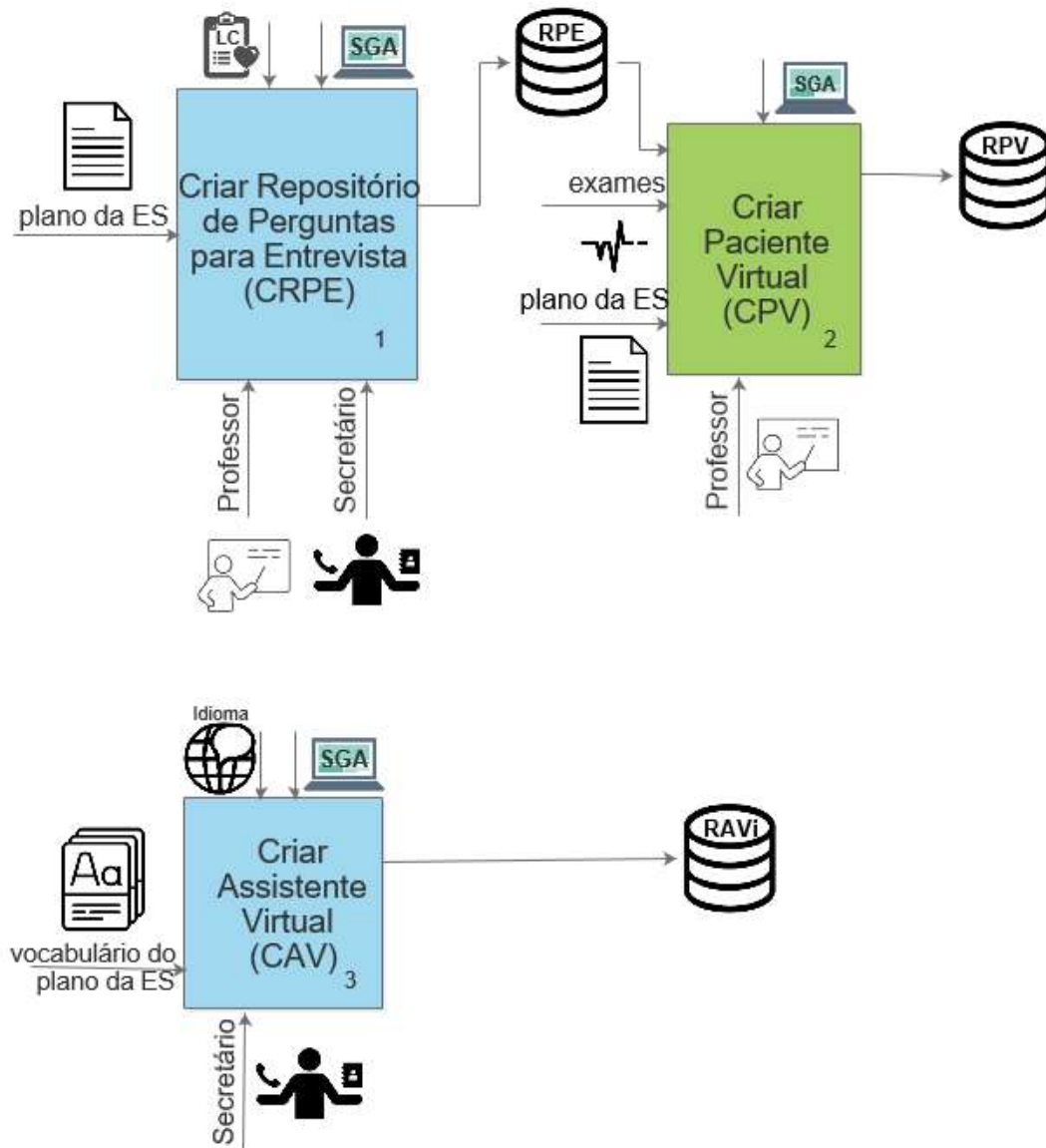


Figura 6.3 Visão Geral das atividades da AURAV-SCBMAA para preparação da simulação

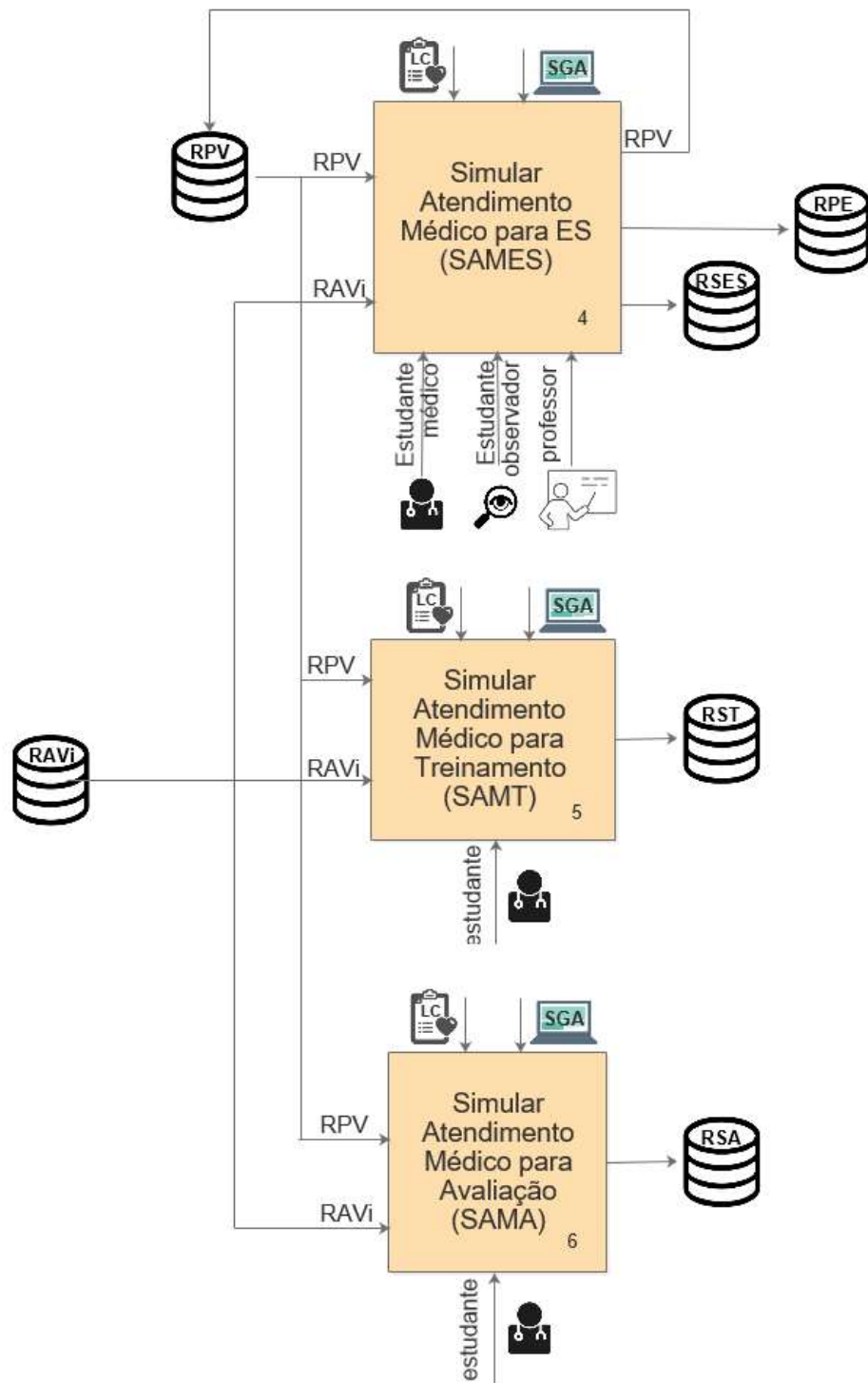


Figura 6.4 Visão Geral das atividades da AURAV-SCBMAA para execução da simulação

### 6.4.1 Criar Repositório de Perguntas para Entrevista (CRPE)

No atendimento médico simulado, o estudante entrevista um paciente simulado com perguntas visando a montar uma história clínica desse paciente. O objetivo da atividade CRPE é criar um repositório de perguntas, denominado RPE, que são semelhantes às dos estudantes, mas que devem ser tratadas por PLN. Por serem uma manifestação pessoal, muitas perguntas dos estudantes são textualmente diferentes, mas com a mesma semântica. Para serem interpretadas por PLN, uma dessas perguntas deve ser eleita como raiz e as demais como sinônimos, sendo que a raiz deve ser classificada como genérica, quando dirigida a qualquer PV, ou como específica, quando dirigida a um determinado PV.

CRPE tem como entrada um plano da ES, a partir do qual o professor extrai as prováveis perguntas, a serem inseridas no RPE, com base nas orientações existentes nesse plano e na linguagem clínica usualmente empregada por médicos. Um exemplo de plano da ES é apresentado no [Anexo A](#). Em seguida, para cada pergunta extraída, o próprio professor ou secretário deve verificar se já há uma pergunta raiz similar no RPE e, em caso positivo, a pergunta extraída deve ser inserida nesse repositório como sinônimo, caso contrário como raiz. A saída dessa atividade é o RPE, o qual é enriquecido na medida em que novos planos de ES são fornecidos. A Tabela 6.2 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais da CRPE.

**Tabela 6.2 Elementos da Atividade CRPE**

<b>Atividade</b>	Criar Repositório de Perguntas para Entrevista (CRPE)
<b>Entradas</b>	Plano da ES
<b>Saídas</b>	Repositório de Perguntas da Entrevista (RPE)
<b>Recursos</b>	Linguagem Clínica (LC) e SGA
<b>Atores</b>	Professor e Secretário
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extrair perguntas a partir do plano da ES; e</li> <li>– Inserir perguntas no RPE.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	01

### 6.4.2 Criar Paciente Virtual (CPV)

O objetivo da atividade CPV é criar um PV para desempenhar o mesmo papel do paciente simulado, sendo que esse PV é essencialmente caracterizado por 04 tipos de dados:

- (1) pessoais, que inclui dados de identificação, tais como, nome e gênero;
- (2) cenário, que inclui dados relativos ao cenário de simulação, tais como: atividade na qual o PV deve ser empregado, ou seja, apoio à ES, treinamento do estudante ou avaliação do estudante; se durante a simulação o professor pode ou não responder a uma pergunta não ensinada ao PV; e as instruções ao professor e aos estudantes, relativas à atividade de simulação na qual o PV será empregado;
- (3) exames, que inclui exames que caracterizam a saúde do PV, tais como, físico, laboratorial, diagnóstico por imagem e psicológico; e
- (4) base de conhecimento, que inclui um conjunto de pares de pergunta-resposta, conforme os exemplos apresentados na Tabela 6.3.

**Tabela 6.3 Exemplos de pares de pergunta-resposta extraídos do plano da ES**

Pergunta		Resposta
“Qual seu nome?”	→	“Lúcia”
“Como você se chama”	→	“Lúcia”
“Qual a sua idade?”	→	“28 anos”
“Trabalha aqui há quanto tempo?”	→	“6 meses”

CPV tem como entrada um plano da ES, exames e o repositório RPE. A partir do plano da ES o professor extrai os dados que irão caracterizar o PV, conforme descrito no parágrafo anterior. Em seguida, o professor providencia arquivos de texto, imagem e áudio relativos aos exames, registra os dados e exames no Repositório do Paciente Virtual (RPV) e, para cada pergunta, a localiza no RPE e ensina a resposta ao PV. A saída dessa atividade é o RPV, o qual é enriquecido na medida em que novos PV são criados. A Tabela 6.4 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais da CPV.

**Tabela 6.4 Elementos da Atividade CPV**

<b>Atividade</b>	Criar Paciente Virtual (CPV)
<b>Entradas</b>	Plano da ES, exames e RPE
<b>Saídas</b>	Repositório do Paciente Virtual (RPV)
<b>Recursos</b>	SGA
<b>Atores</b>	Professor
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extrair dados que caracterizam o PV a partir do plano da ES;</li> <li>– Providenciar arquivos de texto, imagem e áudio representando exames que caracterizam o PV;</li> <li>– Registrar dados e exames do PV no RPV; e</li> <li>– Ensinar o PV com os pares de pergunta-resposta.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	02 e 03

### 6.4.3 Criar Assistente Virtual (CAV)

Durante a entrevista do paciente simulado pelo estudante, o primeiro interpreta as perguntas do segundo e, com base num script pré-definido, responde a essas perguntas. O objetivo da atividade CAV é criar um AV para realizar essa interpretação, e se comunicar com o PV via PLN, intermediando dessa forma o diálogo entre o estudante e o PV.

Antes de ser interpretada pelo AV, cada pergunta deve ser processada, sendo removidos caracteres especiais, símbolos sem valor e palavras irrelevantes, denominadas “stopwords”. Exemplos dos caracteres a serem removidos são: “?”, “!”, “/”, “=” e “@”. Já exemplos de símbolos são moedas (e.g., R\$, US\$), unidades de medida (e.g., kg, l, cm, m) e numerais (e.g., mil, milhares, milhões, bilhões). Stopwords, por sua vez, são artigos, pronomes, preposições e conjunções. O AV também deve realizar a redução lexical, isto é, deve diminuir o conjunto de palavras originadas por inflexões verbais e nominais, encontrando o radical dessas palavras. Outra informação importante para que o AV realize PLN, é o percentual de similaridade entre 02 textos, o qual é calculado por uma função de similaridade, sendo útil quando há erros de ortografia nas palavras das perguntas formuladas. Por exemplo, a similaridade entre as palavras “menino” e “menina” é igual a 93%, entre

“criança” e “crinça” é 90%, entre “homem” e “mulher” é 57%, e entre “cabeça” e “sino” é 0%.

CAV tem como entrada o vocabulário do plano da ES, a partir do qual o secretário extrai os elementos a serem lexicalmente reduzidos, tais como, caracteres especiais, símbolos, stopwords e palavras. Em seguida, para cada elemento extraído, o secretário deve inseri-lo no Repositório do Assistente Virtual (RAVi). O secretário também deve definir o percentual de similaridade, a ser considerado pelo AV quando este realizar PLN, e deve registrar esse percentual no RAVi. A saída dessa atividade é o RAVi. A Tabela 6.5 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais desta atividade.

**Tabela 6.5 Elementos da Atividade CAV**

<b>Atividade</b>	Criar Assistente Virtual (CAV)
<b>Entradas</b>	Vocabulário do Plano da ES
<b>Saídas</b>	Repositório do Assistente Virtual (RAVi)
<b>Recursos</b>	Idioma e SGA
<b>Atores</b>	Secretário
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Extrair elementos do Plano da ES;</li> <li>– Inserir esses elementos no RAVi;</li> <li>– Definir percentual de similaridade; e</li> <li>– Registrar percentual de similaridade no RAVi.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	04 a 08

#### **6.4.4 Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação (SAMES)**

Durante o atendimento médico do paciente simulado pelo estudante, este último busca descobrir a história clínica do primeiro e realizar exames no mesmo, visando à identificação de sintomas e de necessidades de saúde desse paciente. O objetivo da atividade SAMES é simular esse atendimento médico para apoiar a atividade ES.

SAMES tem como entrada os repositório RAVi e RPV. Os atores dessa atividade são um estudante desempenhando o papel de médico, outro desempenhando o papel de observador e o professor. Com base nas instruções contidas no RPV, o estudante médico elabora uma pergunta e a envia ao PV. O AV

recebe a pergunta, realiza PLN e localiza uma resposta do PV, apresentando-a aos atores dessa atividade. Caso o PV não saiba responder a alguma pergunta e estando o cenário de simulação do PV configurado para aceitar uma resposta do professor, este último é acionado para ensinar o PV. O estudante médico pode registrar observações relativas à resposta recebida, as quais são apresentadas aos demais participantes. O diálogo continua até que esse estudante tenha encerrado as perguntas para a construção da história clínica do PV. Em seguida, o estudante médico pode realizar exames físicos, visualizar resultados de exames e solicitar exames complementares. As saídas dessa atividade são o Repositório de Simulação da ES (RSES), contendo todos os dados produzidos durante a simulação, o RPE e o RPV, estes últimos atualizados com as novas perguntas ensinadas ao PV durante a simulação. A Tabela 6.6 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais desta atividade.

**Tabela 6.6 Elementos da Atividade SAMES**

<b>Atividade</b>	Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação (SAMES)
<b>Entradas</b>	RAVi e RPV
<b>Saídas</b>	Repositório de Simulação da ES (RSES), RPE e RPV
<b>Recursos</b>	LC e SGA
<b>Atores</b>	Estudante Médico, Estudante Observador e Professor
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elaborar perguntas e enviá-las ao PV;</li> <li>– Ensinar o PV;</li> <li>– Registrar observações relativas às respostas do PV;</li> <li>– Realizar exames físicos;</li> <li>– Visualizar resultados dos exames; e</li> <li>– Solicitar exames complementares.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	09, 12 a 17

#### **6.4.5 Simular Atendimento Médico para Treinamento (SAMT)**

O objetivo da atividade SAMT é simular um atendimento médico, para o cenário de treinamento do estudante, sendo que essa simulação pode ser empregada em momentos de AAD.

SAMT tem como entrada os repositórios RAVi e RPV, sendo que o estudante seleciona o PV adequado ao treinamento que este deseja realizar. Com base nas instruções contidas no RPV, o estudante elabora uma pergunta e a envia ao PV. O AV recebe a pergunta, realiza PLN e localiza uma resposta do PV, apresentando-a ao estudante, o qual pode registrar observações relativas à resposta recebida. O diálogo continua até que o estudante tenha encerrado as perguntas para a construção da história clínica do PV. Em seguida, o estudante pode realizar exames físicos, visualizar resultados de exames e solicitar exames complementares. A saída dessa atividade é o Repositório de Simulação de Treinamento (RST), contendo todos os dados produzidos durante a simulação. A Tabela 6.7 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais desta atividade.

**Tabela 6.7 Elementos da Atividade SAMT**

<b>Atividade</b>	Simular Atendimento Médico para Treinamento (SAMT)
<b>Entradas</b>	RAVi e RPV
<b>Saídas</b>	Repositório de Simulação de Treinamento (RST)
<b>Recursos</b>	LC e SGA
<b>Atores</b>	Estudante
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elaborar perguntas e enviá-las ao PV;</li> <li>– Registrar observações relativas às respostas do PV;</li> <li>– Realizar exames físicos;</li> <li>– Visualizar resultados dos exames; e</li> <li>– Solicitar exames complementares.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	10, 12 a 17

#### 6.4.6 Simular Atendimento Médico para Avaliação (SAMA)

O objetivo da atividade SAMA é simular um atendimento médico, para o cenário de avaliação do estudante, sendo que essa simulação pode ser empregada nas avaliações formativa e somativa.

SAMA tem como entrada os repositórios RAVi e RPV, sendo que com base nas instruções contidas no RPV, o estudante elabora uma pergunta e a envia ao PV previamente selecionado pelo professor. O AV recebe a pergunta, realiza PLN e localiza uma resposta do PV, apresentando-a ao estudante, o qual pode registrar



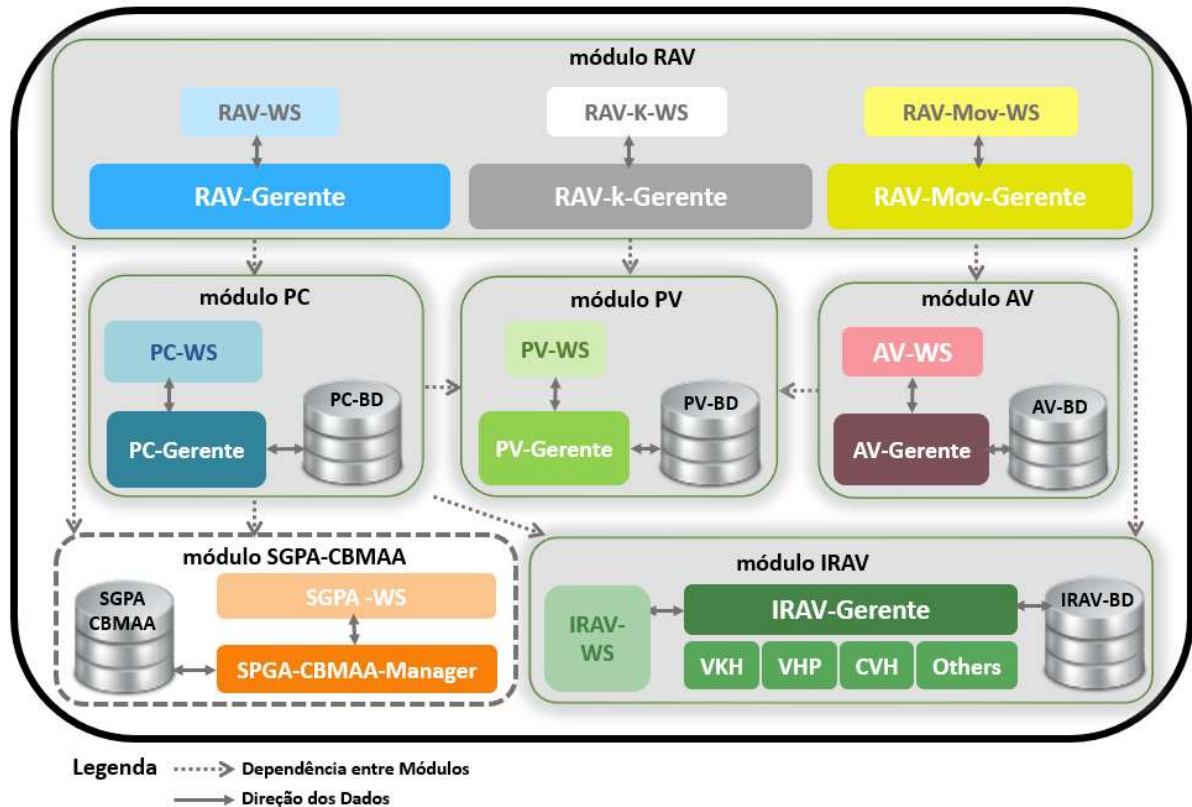
observações relativas à resposta recebida. O diálogo continua até que o estudante tenha encerrado as perguntas para a construção da história clínica do PV. Em seguida, o estudante pode realizar exames físicos, visualizar resultados de exames e solicitar exames complementares. A saída dessa atividade é o Repositório de Simulação de Avaliação (RSA), contendo todos os dados produzidos durante a simulação. A Tabela 6.8 resume as entradas, saídas, recursos, atores, as principais tarefas e os requisitos funcionais desta atividade.

**Tabela 6.8 Elementos da Atividade SAMA**

<b>Atividade</b>	Simular Atendimento Médico para Avaliação (SAMA)
<b>Entradas</b>	RAVi e RPV
<b>Saídas</b>	Repositório de Simulação de Avaliação (RSA)
<b>Recursos</b>	LC e SGA
<b>Atores</b>	Estudante
<b>Tarefas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elaborar perguntas e enviá-las ao PV;</li> <li>– Registrar observações relativas às respostas do PV;</li> <li>– Realizar exames físicos;</li> <li>– Visualizar resultados dos exames; e</li> <li>– Solicitar exames complementares.</li> </ul>
<b>Requisitos Funcionais</b>	11, 12 a 17

## 6.5 Arquitetura de Software

A arquitetura de software para suportar a AURAV-SCBMAA é composta por 05 módulos que podem ser acoplados ao módulo do SGA da instituição de ensino, desde que este ofereça padrões de interoperabilidade para comunicação com outros sistemas computacionais. A Figura 6.5 ilustra essa arquitetura com o SGPA-CBMAA, que é o SGA usado pela comunidade do Curso de Medicina da UFSCar. Cabe salientar que o SGPA-CBMAA ainda não incorpora padrões de interoperabilidade, que permitam a sua comunicação com os demais módulos da arquitetura desenvolvida neste projeto de doutorado. Com exceção do módulo SGPA-CBMAA, já descrito em seção anterior, os demais módulos serão descritos a seguir.



**Figura 6.5** Arquitetura AURAV-SCBMAA

O módulo *Produção de Conhecimento (PC)* permite o armazenamento do conhecimento produzido por estudantes durante as atividades ES e AAD. O componente *Gerente de Produção de Conhecimento (PC-Gerente)* permite criar cenários formados por imagens e anotações, que representam o conhecimento relativo ao problema que está sendo investigado. Os dados produzidos nesses cenários são armazenados no *Banco de Dados Produção de Conhecimento (PC-BD)* e o acesso às funcionalidades do módulo PC é realizado por meio de “Web Services (WS)”, que são serviços web oferecidos pelo componente *Serviço Web Produção de Conhecimento (PC-WS)*.

O módulo *PV* permite o armazenamento do perfil do PV empregado na atividade ES. O componente *Gerente de Paciente Virtual (PV-Gerente)* gerencia as operações para armazenamento de características físicas, psicológicas, biológicas e sociais do PV, além de exames físicos, laboratoriais, de diagnóstico por imagem e psicológico. Essas características são armazenadas no *Banco de Dados Paciente Virtual (PV-BD)* e o acesso às funcionalidades do módulo PV é realizado pelo componente *Serviço Web Paciente Virtual (PV-WS)*.

O módulo AV permite a localização e apresentação das respostas do PV às perguntas do estudante durante o atendimento médico simulado. O componente *Gerente de Assistente Virtual (AV-Gerente)* é responsável por interpretar as perguntas do estudante e por localizar as respostas mais apropriadas do PV. As configurações do AV são armazenadas no *Banco de Dados Assistente Virtual (AV-BD)* e o acesso às funcionalidades do módulo AV é realizado pelo componente *Serviço Web Assistente Virtual (AV-WS)*.

O módulo *Realidades Aumentada e Virtual (RAV)* permite a visualização de cenários criados e de conhecimento produzido por meio do módulo PC. Essa visualização pode ser feita por meio dos componentes *Gerente de Realidades Aumentada e Virtual usando Kinect (RAV-K-Gerente)*, *Gerente de Realidades Aumentada e Virtual usando Dispositivo Móvel (RAV-Mov-Gerente)* e *Gerente de Realidades Aumentada e Virtual (RAV-Gerente)*. O primeiro é empregado quando a infraestrutura fornece suporte para uso do sensor de movimento Kinect (Kinect for Windows) da Microsoft, computador, câmera e televisão, enquanto o segundo é empregado com o dispositivo móvel do usuário. O terceiro permite a simulação de atendimento médico, onde o estudante pode interagir com o PV via perguntas e respostas, podendo ser empregado quando a infraestrutura fornece dispositivo computacional, câmera, PV, AV e um SPR baseado em questões factoides. O acesso às funcionalidades do módulo RAV é realizado pelos componentes *Serviço Web RAV para Kinect (RAV-K-WS)*, *Serviço Web RAV para Dispositivo Móvel (RAV-Mov-WS)* e *Serviço Web RAV (RAV-WS)*.

O módulo *Imagem para RAV (IRAV)* permite o armazenamento de imagens para serem usadas em ambientes para produção de conhecimento que empregam RA e RV. Essas imagens podem ser obtidas em bibliotecas de imagens de projetos tais como o Visible Human Project (VHP) (U. S. National Library of Medicine - The Visible Human Project), o Visible Korean Human (VKH) (PARK, CHUNG, *et al.*, 2006), o Chinese Visible Human (CVH) (ZHANG, HENG, *et al.*, 2003) e Homem Virtual (WEN, 2016). O componente *Gerente de Imagem para RAV (IRAV-Gerente)* permite catalogar, indexar e armazenar as imagens no *Banco de Dados Imagem RAV (IRAV-BD)* e o acesso às funcionalidades do módulo IRAV é realizado pelo componente *Serviço Web Imagem RAV (IRAV-WS)*.

Além da abordagem AURAV-SCBMAA e da arquitetura para suportar tal abordagem, também foi desenvolvido um Protótipo para Simulação do Atendimento Médico (PSAM), que permite o uso dos módulos PV, AV, PC e RAV. O PSAM pode ser empregado por estudantes e professores nos 03 cenários para simulação do atendimento médico: apoio à ES, treinamento e avaliação do estudante. Assim, as próximas seções fornecem uma descrição detalhada dos módulos PV, AV, PC, RAV, e do PSAM.

### 6.5.1 Módulo PV

O módulo PV permite o armazenamento do perfil do PV empregado no atendimento médico simulado, sendo que neste projeto de doutorado foram implementados o PV-BD e o PV-Gerente, visto que somente esses componentes do PV são utilizados pelo PSAM.

O PV-BD armazena 04 tipos de dados que caracterizam o PV: pessoais, cenário de simulação, exames e base de conhecimento. Esses dados são especificados no modelo de domínio, usando o diagrama de classes da Unified Modeling Language (UML), conforme ilustrado na Figura 6.6.

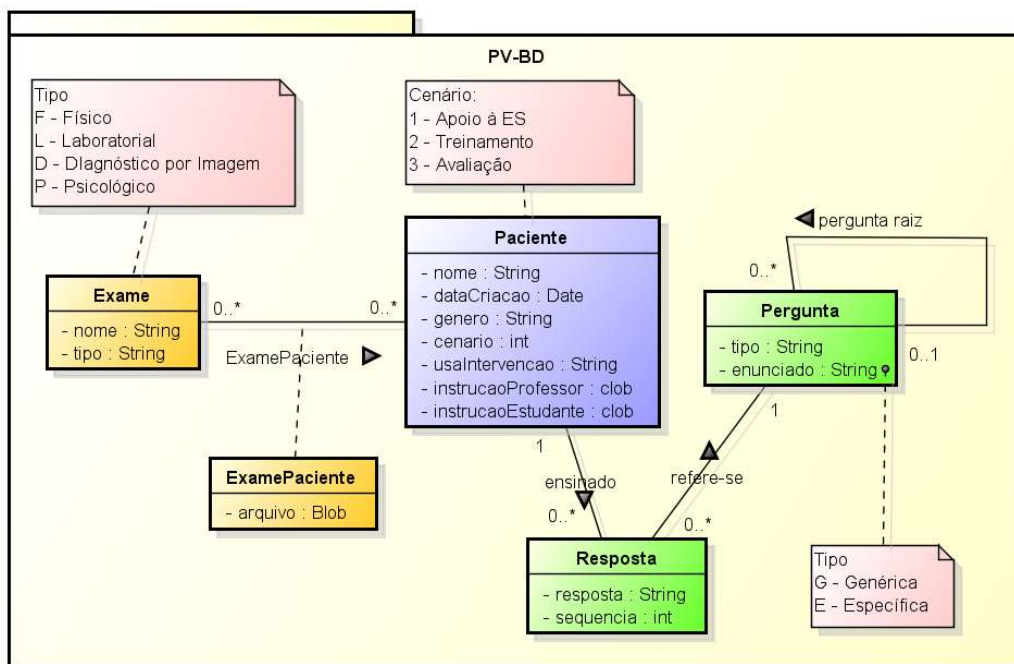


Figura 6.6 Especificação do PV-BD

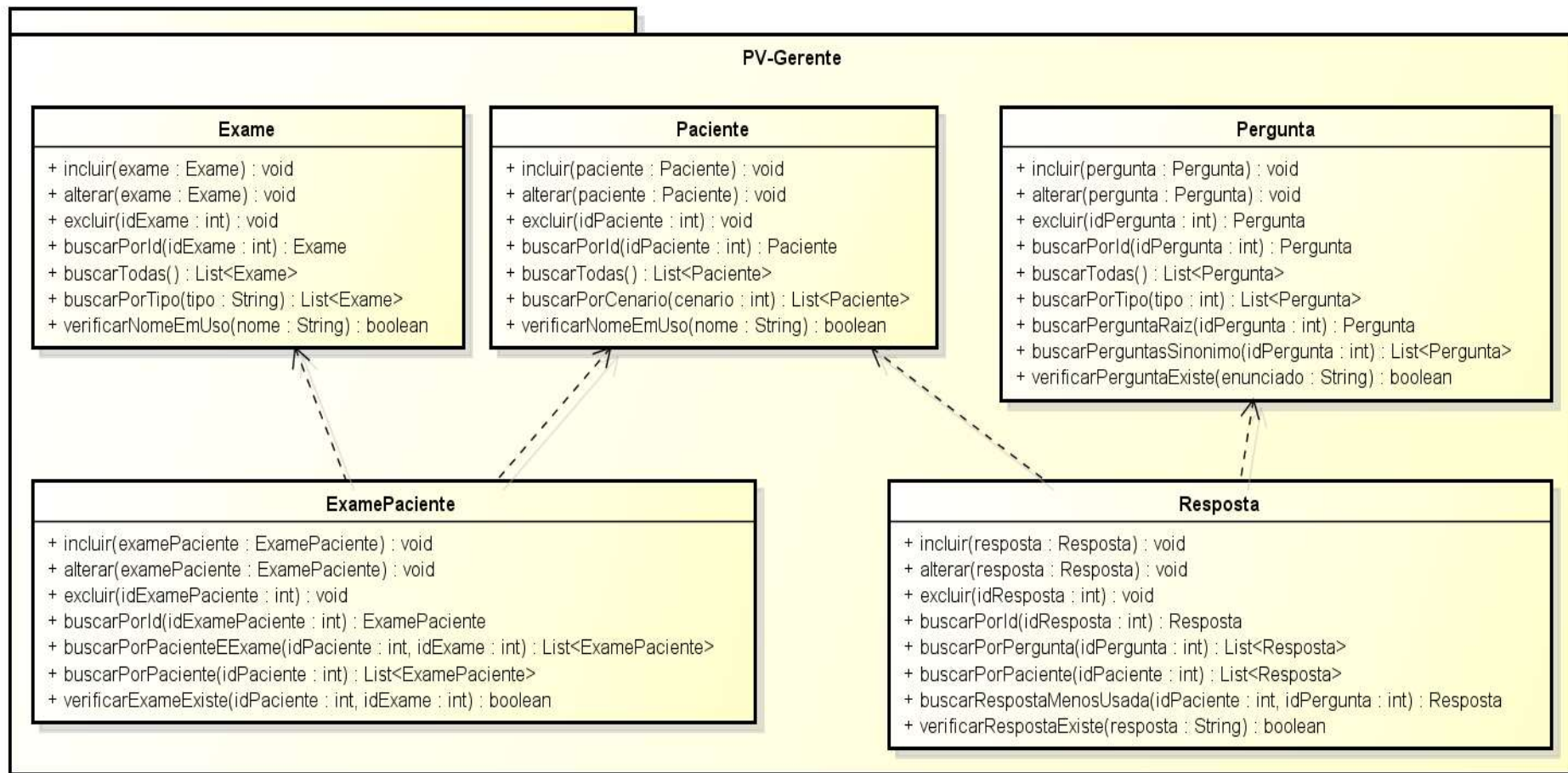
Os dados pessoais do PV e do cenário de simulação são descritos na classe *Paciente* que possui os seguintes atributos: *nome*; *data de criação*; *gênero*; *cenário*,

para identificar se o PV é empregado como apoio à ES (1), treinamento (2) ou avaliação do estudante (3); *usaIntervencao*, para identificar se durante a simulação o professor pode (S) ou não (N) responder a uma pergunta não ensinada ao PV; *instrução ao professor*; e *instrução ao estudante*.

A base de conhecimento do PV é formada por um conjunto de pares de pergunta-resposta, sendo descritos nas classes *Pergunta* e *Resposta*. A classe *Pergunta* possui os seguintes atributos: *tipo*, para indicar se a pergunta é genérica (G), quando pode ser ensinada a qualquer PV, ou se é específica (E), quando é ensinada a apenas um PV; *enunciado*; e *pergunta raiz*, para indicar qual é a pergunta raiz para a pergunta sinônimo. A classe *Resposta* possui os seguintes atributos: *resposta*, contendo o texto da resposta; *sequência*, para auxiliar na criação dos pares de pergunta-resposta, sem restringir a ordem das perguntas elaboradas pelo estudante durante a simulação; *pergunta*, para indicar qual é a pergunta relativa à resposta; e *paciente*, para indicar o PV para o qual a resposta foi ensinada.

Os exames do PV estão descritos nas classes *Exame* e *ExamePaciente*. A classe *Exame* possui os atributos *nome* e *tipo*, sendo que um exame deve ser classificado em um dos seguintes tipos: físico (F), laboratorial (L), diagnóstico por imagem (D) ou psicológico (P). Cada exame do PV é armazenado na classe *ExamePaciente* e possui os atributos: *paciente*, para indicar a quem pertence o exame; *exame*, para indicar qual foi o exame realizado; e *arquivo*, podendo ser de texto, imagem ou áudio, caracterizando o exame.

O componente PV-Gerente trata das operações para manipulação de dados do PV-BD, as quais podem ser: operações básicas comuns a todas as classes do PV-Gerente, que são *incluir*, *alterar*, *excluir* e *buscarPorId* (buscar por identificação); e operações específicas que dependem da necessidade de manipulação de dados para cada classe (e.g., *buscarPorCenario* na classe *Paciente*, *buscarPerguntaRaiz* na classe *Pergunta*). Como todas essas operações lidam com comandos para manipulação de dados e seus algoritmos são bastante simples, detalhes de implementação das mesmas não serão apresentados. As operações do PV-Gerente estão especificadas no diagrama de classes UML, conforme ilustrado na Figura 6.7



**Figura 6.7 Especificação do PV-Gerente**

## 6.5.2 Módulo AV

O módulo AV permite a localização da resposta do PV para uma pergunta formulada pelo estudante, sendo que neste projeto de doutorado foram implementados o AV-BD e o AV-Gerente, visto que somente esses componentes do AV são utilizados pelo PSAM.

O AV intermedia o diálogo entre o estudante e o PV, recebendo uma pergunta do estudante, pré-processando essa pergunta, procurando por uma pergunta ensinada na base de conhecimento do PV, localizando a resposta correspondente e devolvendo-a ao estudante. O AV foi projetado para lidar também com situações para permitir a intervenção do professor e permitir a localização de múltiplas respostas para a mesma pergunta. Na primeira situação, quando a pergunta formulada pelo estudante não foi ensinada ao PV ou quando uma resposta do PV não foi localizada, o diálogo é pausado, e o professor é acionado para fornecer a resposta ao PSAM, que por sua vez a encaminha ao estudante e a ensina ao PV. Já na segunda situação, o AV retorna a resposta menos utilizada para a pergunta que possui múltiplas respostas. Um algoritmo para localizar a resposta do PV foi construído neste projeto de doutorado e é mostrado na Figura 6.8, sendo também representado via diagrama de atividades UML, conforme ilustrado na Figura 6.9.

```
Receber pergunta do estudante;

Realizar pré-processamento da pergunta do estudante;

Localizar a pergunta ensinada ao PV mais similar à pergunta do estudante;
  Procurar pela pergunta inteira;
  Se não encontrar
    Então gerar os tokens para a pergunta do estudante;
    Procurar a pergunta ensinada ao PV a partir dos tokens;
    Se não encontrar
      Então Vá para Intervenção;
      Fim_Se;
  Fim_Se;

  Se encontrar e é uma pergunta sinônimo
    Então Procurar a pergunta raiz correspondente;
    Fim_Se;

Localizar a resposta para a pergunta raiz;
  Se não encontrar
    Então Vá para Intervenção;
    Fim_Se;

  Se encontrar somente uma resposta
    Então Retornar a resposta para o estudante;
    Vá para Fim;
  Fim_Se;

  Se encontrar mais de uma resposta
    Então Procurar a resposta menos utilizada;
    Retornar a resposta para o estudante;
    Vá para Fim;
  Fim_Se;

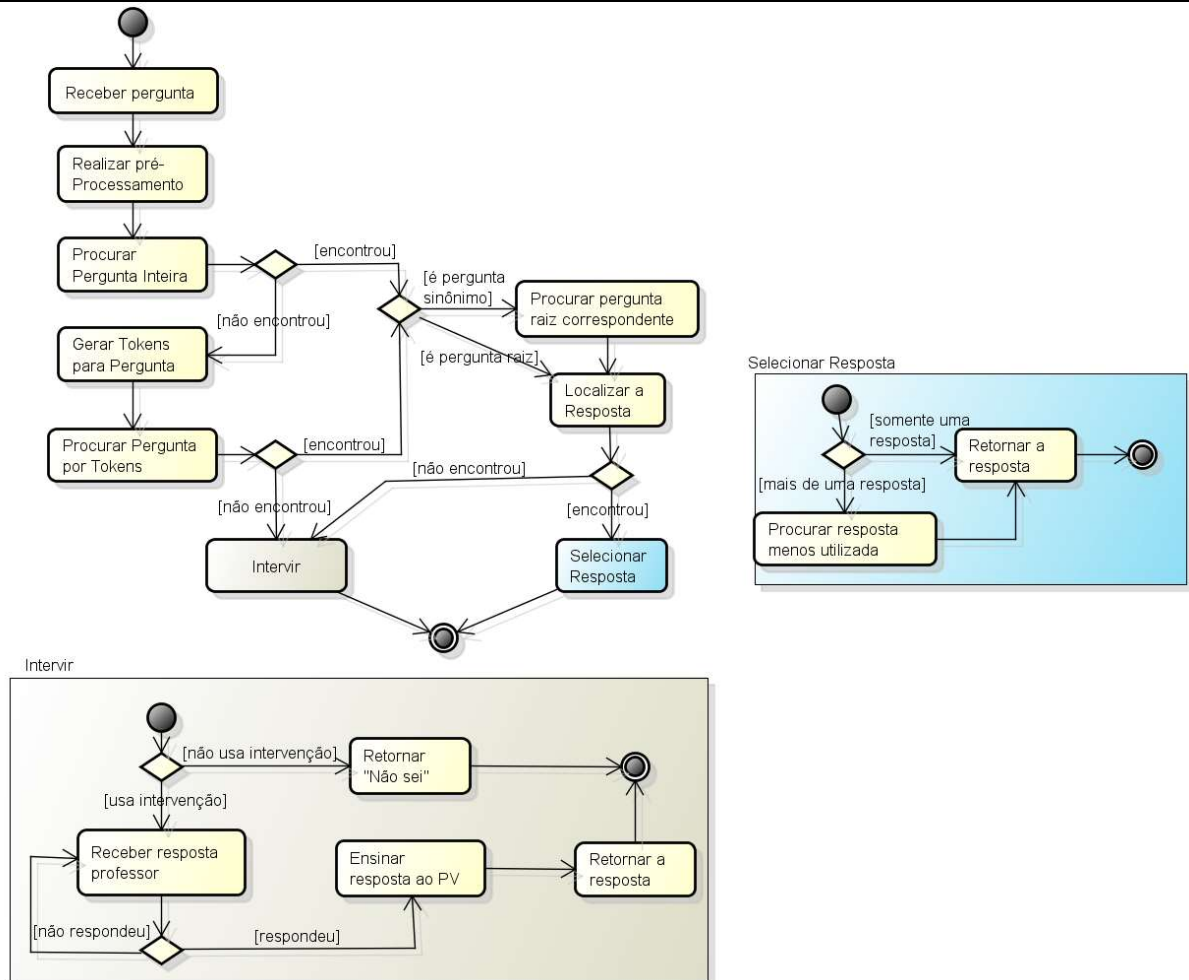
Intervenção;
  Se a intervenção do professor não está em uso
    Então Retornar "Não sei" ao estudante;
    Senão Enquanto não for encontrada uma resposta do professor
      Esperar pela resposta do professor;
      Fim_Enquanto;
    Ensinar a resposta do professor ao PV;
    Retornar a resposta do professor ao estudante;

  Fim_Se;

Fim.
```

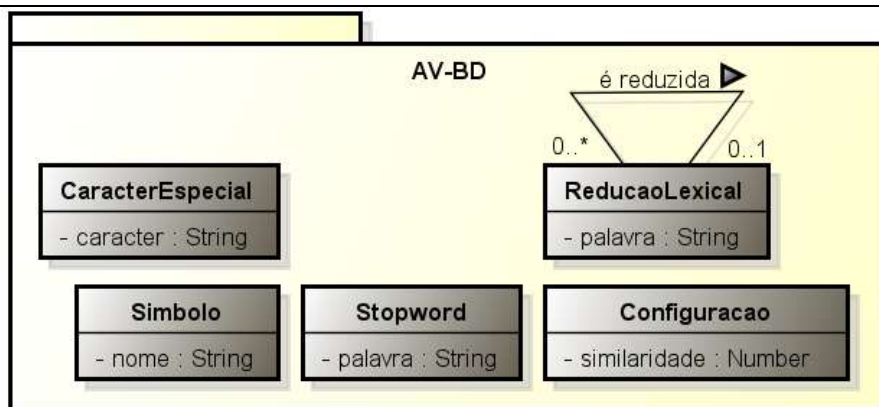
**Figura 6.8 Algoritmo do AV**





**Figura 6.9** Algoritmo do AV representado pelo diagrama de atividade UML

O AV-BD armazena 05 tipos de dados: (1) caracteres especiais, descritos na classe *CaracterEspecial*, que possui apenas o atributo *caracter*; (2) símbolos, descritos na classe *Simbolo*, que possui apenas o atributo *nome*; (3) stopwords, descritos na classe *Stopword*, que possui apenas o atributo *palavra*; (4) redução lexical, descrita na classe *ReducaoLexical*, que possui os atributos *palavra* e *palavraReduzida*; e (5) configuração, descrita na classe *Configuracao*, que possui o atributo *similaridade*, representando o percentual de similaridade a ser aplicado na comparação entre 02 textos durante a execução do AV. Esses dados são especificados no modelo de domínio e o diagrama de classes UML é empregado para representá-los, conforme ilustrado na Figura 6.10.



**Figura 6.10 Especificação do AV-BD**

O componente AV-Gerente trata de todas as operações para manipulação de dados do AV-BD, desde as operações básicas, comuns a todas as suas classes, até as operações para localização da resposta do PV, principal mecanismo do AV-Gerente. Como essas operações básicas lidam com comandos para manipulação de dados e seus algoritmos são bastante simples, detalhes de implementação das mesmas não serão apresentados. Já as operações para execução do mecanismo principal do AV-Gerente devem ser detalhadas, sendo que estas foram agrupadas em 07 etapas: (1) Pré-Processamento, (2) Localização da Pergunta Inteira, (3) Geração de Tokens da Pergunta, (4) Localização da Pergunta por Token, (5) Localização da Pergunta Raiz, (6) Seleção da Resposta e (7) Intervenção do Professor. Essas etapas, ilustradas na Figura 6.11, são invocadas por operações públicas, que por sua vez têm seus procedimentos internos organizados em operações privadas.

A etapa Pré-Processamento (1), realizada via a operação pública *preProcessar*, transforma dados brutos em dados a serem processados nas etapas seguintes, executando as operações *removeCharacter* e *removeSimbolo*. Caracteres e símbolos, previamente registrados nas classes *CaracterEspecial* e *Simbolo* do AV-BD, são removidos das perguntas.

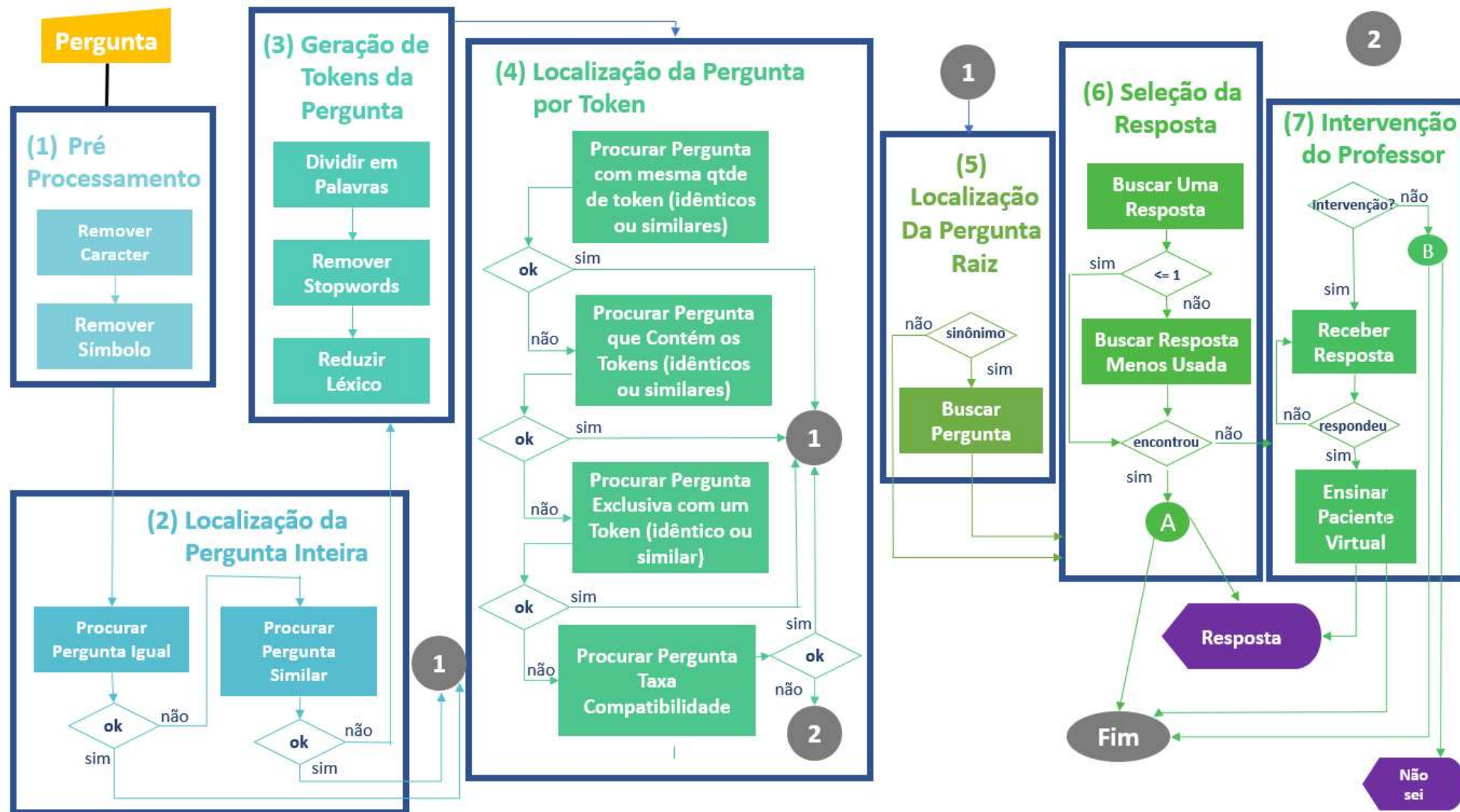


Figura 6.11 Etapas do principal mecanismo do AV-Gerente

A etapa Localização da Pergunta Inteira (2), realizada via a operação pública *localizarPerguntaInteira*, procura uma pergunta ensinada ao PV, a qual corresponda à pergunta formulada pelo estudante. Primeiramente, o algoritmo busca por uma pergunta igual à pergunta formulada, executando a operação *procurarPerguntaIgual*. Se a pergunta não for encontrada, o algoritmo busca por uma semelhante, executando a operação *procurarPerguntaSimilar*, que emprega uma função de similaridade, sendo que essa função é útil quando há erros de ortografia nas palavras das perguntas formuladas. Em ambos os casos, havendo correspondência, a próxima etapa será Localização da Pergunta Raiz, caso contrário será Geração de Tokens da Pergunta.

A etapa Geração de Tokens da Pergunta (3), realizada via a operação pública *gerarToken*, transforma a pergunta do estudante em tokens, executando as operações *dividirEmPalavras*, *removerStopwords* e *reduzirLexico*. A primeira identifica todas as palavras que compõem a pergunta do estudante, transformando-as em tokens. A segunda remove stopwords, previamente registrados na classe *Stopword*, empregando PLN. A última reduz a quantidade de tokens empregando as técnicas de “stemming” e lematização, as quais desconsideram a inflexão verbal e nominal registradas anteriormente na classe *ReducaoLexical*.

A etapa Localização da Pergunta por Token (4), realizada via a operação pública *localizarPerguntaPorToken*, procura uma pergunta ensinada ao PV com base nos tokens extraídos da pergunta formulada. Inicialmente, o algoritmo executa a operação *procurarPerguntaPorToken*, que busca por uma pergunta ensinada ao PV, cujos tokens sejam *iguais em quantidade* e idênticos ou similares aos tokens extraídos da pergunta formulada.

Não tendo sucesso, o algoritmo executa a operação *procurarPerguntaPorTokenContido*, que busca em todos os grupos de perguntas, onde cada grupo é constituído de uma pergunta raiz e seus sinônimos, por uma pergunta ensinada ao PV, que *contenha* todos os tokens extraídos da pergunta formulada. Encontrando mais de uma dessas perguntas, é calculada a taxa de compatibilidade de cada grupo de perguntas, sendo retornada a pergunta raiz do grupo que apresentar maior taxa de compatibilidade. Para o cálculo da taxa de compatibilidade de um grupo de perguntas, é necessário antes calcular a taxa de compatibilidade de cada pergunta desse grupo.

A taxa de compatibilidade de uma pergunta pertencente a um grupo de perguntas é a razão entre a quantidade de tokens da pergunta formulada, que estão contidos na pergunta ensinada, e a quantidade total de tokens da pergunta ensinada. Já a taxa de compatibilidade do grupo de perguntas é calculada somando-se as taxas individuais de cada pergunta que faz parte desse grupo.

Por exemplo, a Tabela 6.9 apresenta um cálculo dessas taxas realizado pela operação *procurarPerguntaPorTokenContido*:

- se a pergunta formulada é “Tem outros filhos?”, os tokens “tem” e “outros” são removidos pelo AV, restando somente o token “filhos” nessa pergunta;
- se são localizadas 8 perguntas, pertencentes a 3 grupos, que contém o token “filhos”, a taxa de compatibilidade é calculada para cada uma dessas perguntas;
- a taxa de compatibilidade de cada grupo é calculada somando-se as taxas individuais de suas perguntas, sendo que o grupo 2 apresenta a maior taxa de compatibilidade; e
- a pergunta localizada na base de conhecimento é “Quantos filhos você tem?”, pois é a pergunta raiz do grupo 2.

**Tabela 6.9 Exemplo de cálculo das taxas de compatibilidade**

Grupo	Tipo	Pergunta Ensinada	Tokens Removidos	Tokens Gerados	Taxa Pergunta	Taxa Grupo
1	Raiz	E como estão os filhos de Maria Célia?	e, como, estão, os, de	<b>filhos</b> , maria, celia	1/3	1,33
	Sinônimo	E como estão os filhos dela?	e, como, estão, os, dela	<b>Filhos</b>	1/1	
2	Raiz	Quantos filhos você tem?	quantos, você, tem	<b>filhos</b>	1/1	3,00
	Sinônimo	Tem filhos?	tem	<b>filhos</b>	1/1	
	Sinônimo	Tem mais filhos?	tem, mais	<b>filhos</b>	1/1	
3	Raiz	Maria Célia tem outros filhos?	tem, outros	maria, celia, <b>filhos</b>	1/3	1,83
	Sinônimo	E essa mãe tem outros filhos?	e, essa, tem, outros	mãe, <b>filhos</b>	1/2	
	Sinônimo	Ela tem outros filhos?	ela, tem, outros	<b>Filhos</b>	1/1	

Não tendo sucesso, o algoritmo executa a operação *procurarPerguntaPorTokenExclusivo*, que busca por uma única pergunta ensinada ao PV, a qual contenha pelo menos um dos tokens extraídos da pergunta formulada pelo estudante. Por exemplo, se a pergunta formulada contém a palavra "varicela" e há apenas uma pergunta ensinada ao PV com essa palavra, esta é retornada.

Não tendo sucesso, finalmente o algoritmo executa a operação *procurarPerguntaPorTokenTaxa*, que busca por uma pergunta ensinada ao PV, cujos tokens tenham a maior taxa de compatibilidade com os tokens extraídos da pergunta formulada.

Em caso de sucesso da etapa Localização da Pergunta por Token (4), a próxima etapa será a Localização da Pergunta Raiz, caso contrário será a Intervenção do Professor.

A etapa Localização da Pergunta Raiz (5), realizada via a operação pública *localizarPerguntaRaiz*, busca a pergunta raiz correspondente à pergunta localizada na etapa 2 ou etapa 4. A operação *buscarPergunta* verifica se a pergunta localizada é uma pergunta raiz e caso não seja, busca por um sinônimo.

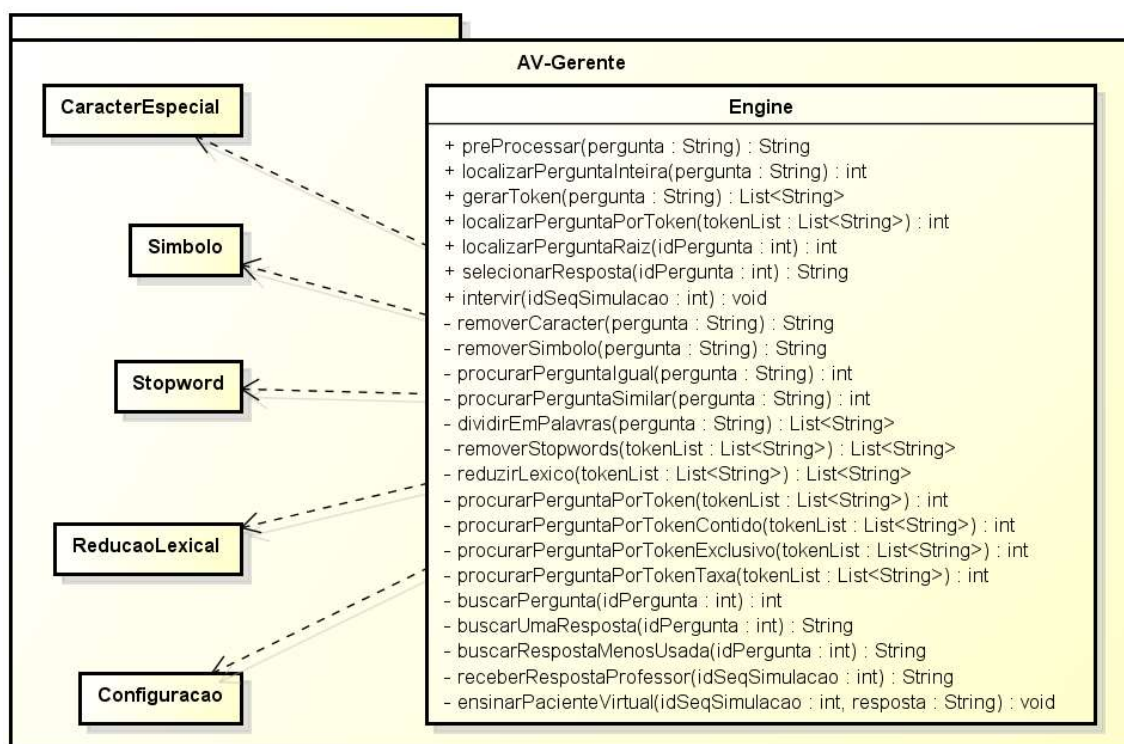
A etapa Seleção da Resposta (6), realizada via a operação pública *selecionarResposta*, busca uma resposta para a pergunta raiz localizada na etapa 5. O algoritmo verifica se há essa resposta e se esta é única, já que múltiplas respostas, com sintaxes diferentes e mesma semântica, podem ser armazenadas para a mesma pergunta. Caso esta seja única, a operação *buscarUmaResposta* é executada, caso contrário a operação *buscarRespostaMenosUsada* é executada. Não sendo encontrada nenhuma resposta, a próxima etapa será a Intervenção do Professor.

A etapa Intervenção do Professor (7), realizada via a operação pública *intervir*, é acionada quando nenhuma pergunta é encontrada nas etapas 2 ou 4, ou quando nenhuma resposta é encontrada na etapa 6, e desde que essa intervenção esteja autorizada. O algoritmo aguarda uma resposta do professor, executando a operação *receberRespostaProfessor*, e uma vez recebida ensina essa resposta ao PV, executando a operação *ensinarPacienteVirtual*. Se essa intervenção não está autorizada, a resposta "Não sei" é retornada.

Todas as operações públicas e privadas estão especificadas na classe *Engine* do diagrama de classes UML, conforme ilustrado na Figura 6.12. As demais classes



do AV-Gerente e seus relacionamentos também constam nesse diagrama, mas suas operações básicas não foram incluídas.



**Figura 6.12 Especificação do AV-Gerente**

O uso de interfaces permite a comunicação entre componentes de software, sem que seja necessário conhecer detalhes relativos à implementação dos mesmos, facilitando assim a reutilização e manutenção desses componentes. Neste sentido, o AV-Gerente fornece as seguintes interfaces:

- ILocalizarPergunta, para encontrar a pergunta ensinada ao PV correspondente à pergunta formulada pelo estudante. Essa interface realiza chamada aos métodos: *preProcessar*, *localizarPerguntaInteira*, *gerarToken*, *localizarPerguntaPorToken* e *localizarPerguntaRaiz*;
- ILocalizarResposta, para encontrar a resposta do PV à pergunta formulada pelo estudante. Essa interface realiza chamada ao método *selecionarResposta*; e
- IRealizarIntervencao, para realizar a intervenção do professor. Essa interface realiza chamada ao método *intervir*.

### 6.5.3 Módulo PC

O módulo PC permite o armazenamento do conhecimento produzido pelos estudantes durante a atividade ES ou AAD, sendo que neste projeto de doutorado foram implementados o PC-BD e o PC-Gerente, visto que somente esses componentes do PC são utilizados pelo PSAM.

O PC-BD armazena 02 grupos de dados sobre o atendimento médico simulado: diálogo entre estudante e PV; e exames médicos do PV, que incluem exames físicos, resultados de exames já realizados e novos exames solicitados pelo estudante. Esses dados são especificados no modelo de domínio e o diagrama de classes UML é empregado para representá-los, conforme ilustrado na Figura 6.13 e Figura 6.14.

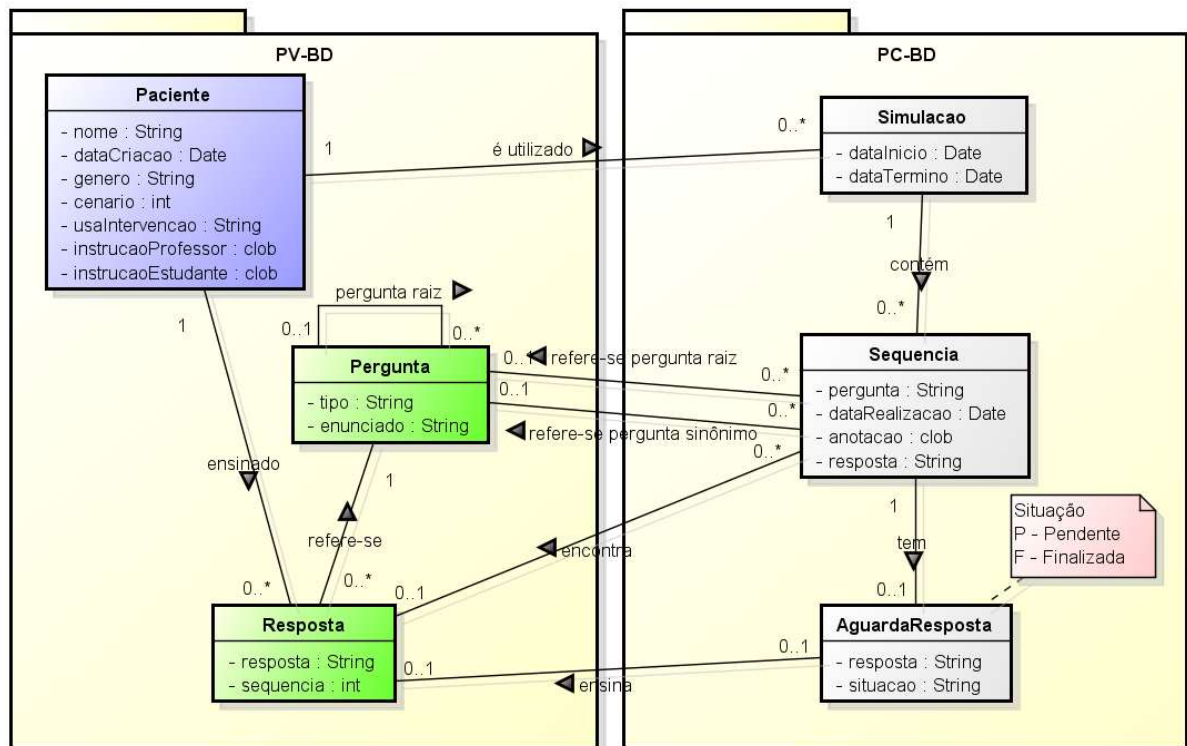
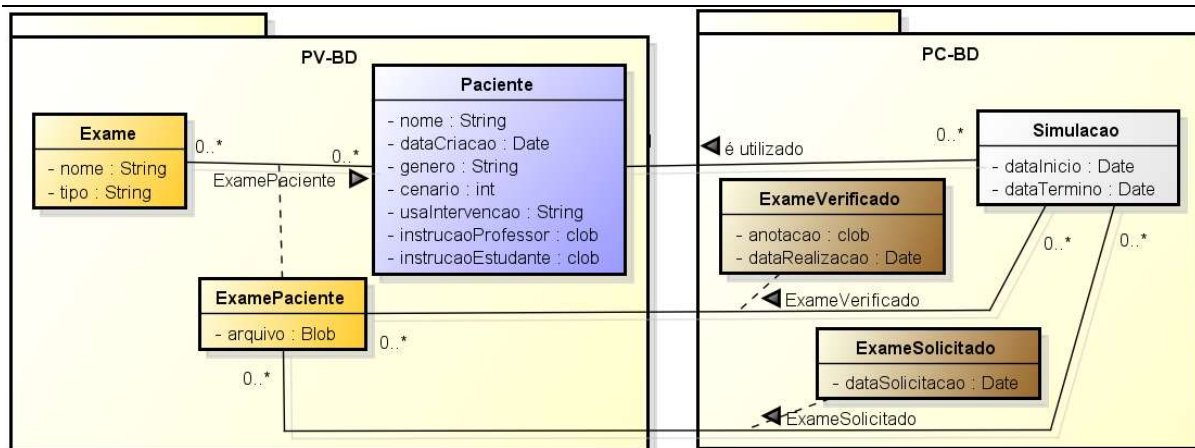


Figura 6.13 Especificação do PC-BD para diálogo entre estudante e PV





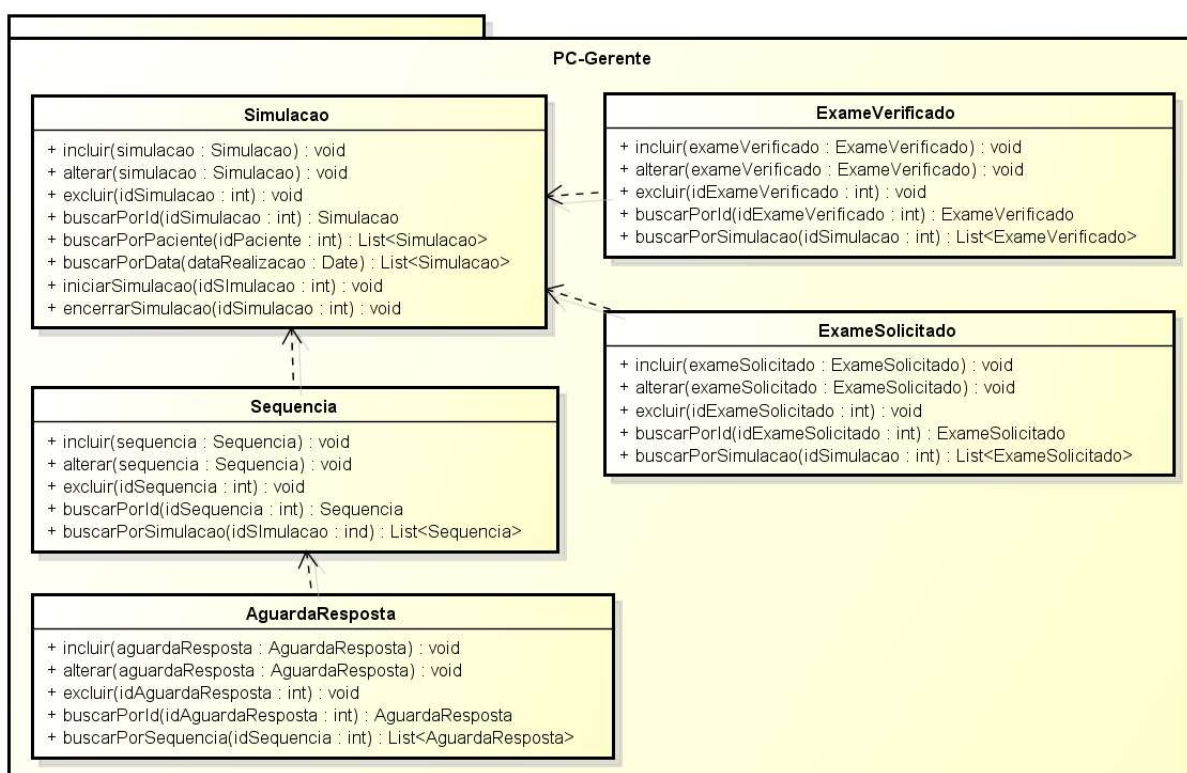
**Figura 6.14** Especificação do PC-BD para exames verificados e solicitados

Os dados relativos ao diálogo são descritos nas classes *Simulacao*, *Sequencia* e *AguardaResposta*. A classe *Simulacao* possui os seguintes atributos: *paciente virtual* empregado na simulação; *data e hora de início*; e *data e hora de término* da simulação. As perguntas formuladas pelo estudante são armazenadas na classe *Sequencia* que possui os seguintes atributos: *simulação*; *enunciado da pergunta*; *data e hora de realização*; *anotação* sobre a resposta do PV; *pergunta raiz* localizada pelo AV-Gerente; *pergunta sinônimo* localizada pelo AV-Gerente; *resposta* localizada pelo AV-Gerente; e “Não sei”, se a pergunta ou resposta não foi encontrada pelo AV-Gerente. A classe *AguardaResposta* é usada quando o AV-Gerente não localiza a pergunta ou a resposta ensinada ao PV, devendo ser acionada a intervenção do professor. A classe *AguardaResposta* possui os seguintes atributos: *sequência*, indicando a pergunta para a qual a intervenção foi acionada; *resposta dada pelo professor*; *resposta ensinada ao PV*; e *situação*. Quando a intervenção é iniciada a situação está pendente (P) e quando o professor responde a situação é alterada para finalizada (F), sendo que a resposta é ensinada ao PV.

Os dados dos exames são descritos nas classes *ExameVerificado* e *ExameSolicitado*. A classe *ExameVerificado* possui os seguintes atributos: *simulação*; *exame verificado* ou realizado pelo estudante; *anotação* sobre o exame; e *data e hora de realização*. A classe *ExameSolicitado* possui os seguintes atributos: *simulação*; *exame solicitado*; e *data e hora da solicitação*.

O componente PC-Gerente trata das operações para manipulação de dados do PC-BD, as quais podem ser: básicas ou específicas. As operações básicas, comuns a todas as classes do PC-Gerente, são: *incluir*, *alterar*, *excluir* e *buscarPorId*

(buscar por identificação). As operações específicas dependem da necessidade de manipulação de dados para cada classe (e.g., *iniciarSimulacao* na classe *Simulacao*, *buscarPorSequencia* na classe *AguardaResposta*). Como todas essas operações lidam com comandos para manipulação de dados e seus algoritmos são bastante simples, detalhes de implementação das mesmas não serão apresentados. As operações do PC-Gerente estão especificadas no diagrama de classes UML, conforme ilustrado na Figura 6.15.



**Figura 6.15** Especificação do PC-Gerente

Visando à comunicação entre componentes de software, o PC-Gerente fornece as seguintes interfaces:

- **IInciar**, para registrar a data e hora de início da simulação;
- **IRegistrarPergunta**, para registrar as perguntas formuladas pelo estudante;
- **IRegistrarResposta**, para registrar as respostas do PV localizadas pelo AV;
- **IRealizarExame**, para registrar os exames físicos realizados pelo estudante;
- **IVisualizarExame**, para registrar os exames visualizados pelo estudante;
- **ISolicitarExame**, para registrar os exames solicitados pelo estudante;
- **IEncerrar**, para registrar a data e hora de término da simulação;

- IObterPerguntas, para localizar todas as perguntas formuladas pelo estudante numa simulação;
- IObterRealizados, para localizar todos os exames realizados pelo estudante numa simulação;
- IObterVisualizados, para localizar todos os exames visualizados pelo estudante numa simulação;
- IObterSolicitados, para localizar todos os exames complementares solicitados pelo estudante numa simulação; e
- IAguardarResposta, para aguardar uma resposta do professor em caso de intervenção, quando não foi localizada uma pergunta ou uma resposta ensinada ao PV.

#### **6.5.4 Módulo RAV**

O módulo RAV permite a visualização dos cenários criados e do conhecimento produzido por meio do módulo PC, sendo que neste projeto de doutorado foi implementado o RAV-Gerente, visto que somente esse componente é utilizado pelo PSAM.

O componente RAV-Gerente trata das operações para permitir a simulação do atendimento médico. RAV-Gerente se comunica com os componentes PC-Gerente e com o AV-Gerente, via as interfaces fornecidas por esses componentes, as quais foram descritas em seção anterior e estão ilustradas na Figura 6.16. As operações implementadas no RAV-Gerente são: *iniciar*, *registrarPergunta*, *registrarResposta*, *realizarExame*, *visualizarExame*, *solicitarExame*, *encerrar*, *obterPerguntas*, *obterRealizados*, *obterVisualizados*, *obterSolicitados*, *localizarPergunta*, *localizarResposta* e *detectarIntervencao*.

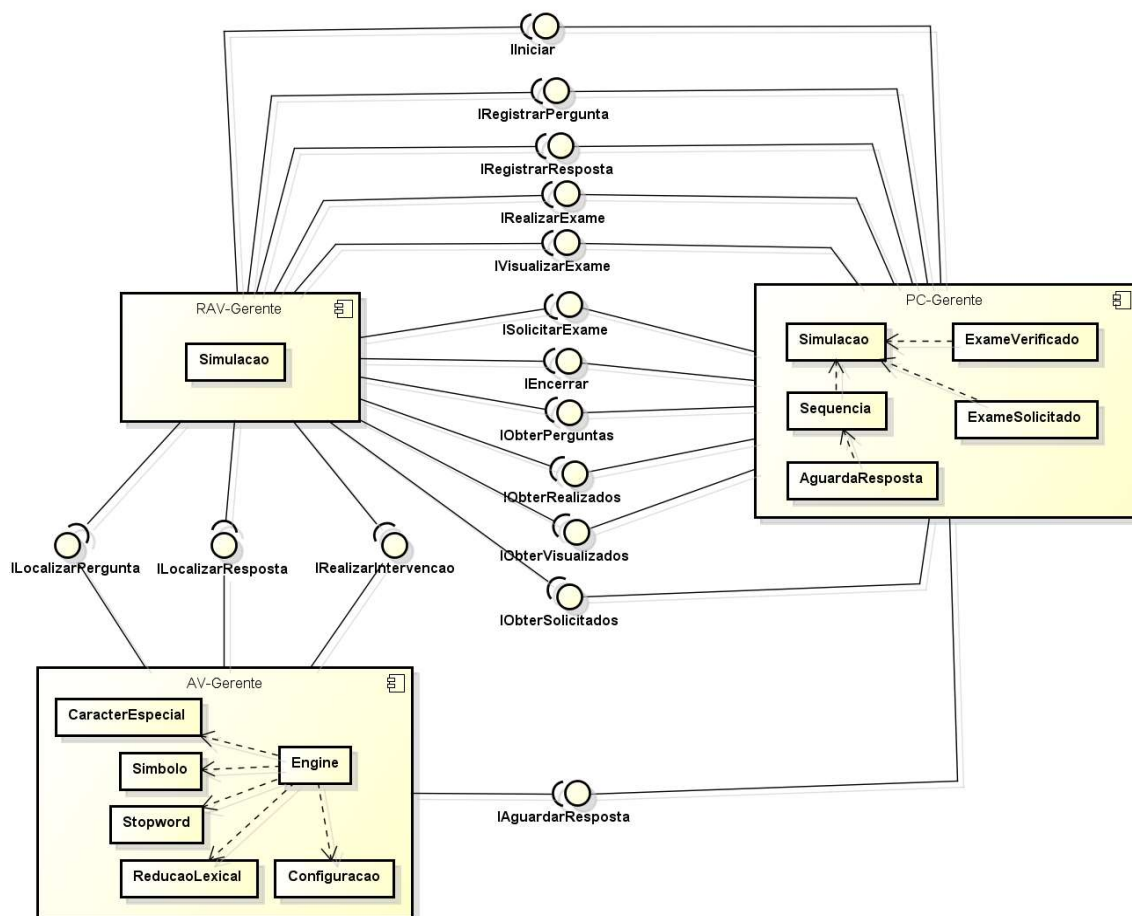


Figura 6.16 Diagrama de componentes

## 6.6 Protótipo Simulação do Atendimento Médico (PSAM)

Neste projeto de doutorado foi desenvolvido o PSAM, para ser empregado por estudantes e professores nos 03 cenários para o atendimento médico simulado: apoio à ES, treinamento e avaliação do estudante. Uma vez que o SGPA-CBMAA ainda não possibilita a comunicação com outros sistemas computacionais, foi necessário desenvolver no PSAM as mesmas funcionalidades dos módulos Acadêmico e Pedagógico do SGPA-CBMAA que atendem a esses 03 cenários.

No desenvolvimento do PSAM foram utilizados o “Oracle Application Express (APEX)” (ORACLE) versão 19.1, que é um ambiente web para desenvolvimento de software, e o “Oracle Database 11g Express Edition (Oracle XE)” (ORACLE), que é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados. O APEX é oferecido gratuitamente pela Oracle, usa uma arquitetura na qual as páginas web são geradas dinamicamente, a

partir de metadados armazenados no banco de dados Oracle. A lógica de negócio, o processamento e a manipulação de dados são executados no banco de dados. Uma vez instalado, o acesso ao APEX é realizado a partir de um navegador web e de “Uniform Resource Locator (URL)”, não sendo necessário nenhum software cliente adicional. Para o desenvolvimento da aplicação usando APEX não são exigidos conhecimentos de HTML, CSS e javascript, mas é preciso um conhecimento básico de “Structured Query Language (SQL)” e “Procedural Language- Structured Query Language (PL-SQL)”. O Oracle XE é um banco de dados com limite de armazenamento de 11GB, disponível para as plataformas Windows e Linux, sendo gratuito para desenvolver, implantar e distribuir.

Para desenvolver o ambiente de RA foram utilizados: “Web Graphics Library (WebGL)” (WebGL), que é uma API Javascript usada para renderização de gráficos 2D e 3D, sem a necessidade de plug-ins<sup>7</sup> no navegador; Three.js (three.js), que é uma biblioteca de software e API Javascript usada para criar e mostrar animações 3D em um navegador web, que emprega WebGL; ARToolkit (ARToolkit), que é uma biblioteca de software para construir aplicações de RA, que emprega métodos de visão computacional para detectar, via câmera de vídeo, a etiqueta inserida na cena; AR.js (ETIENNE, 2017), que é uma biblioteca de software javascript baseada em padrões, em ARToolkit e em WebGL; e Threex-ARToolkit (ETIENNE), que é uma extensão do three.js para manipulação do ARToolkit.

PSAM foi empregado em 02 cenários: (1) apoio à atividade ES, num ambiente de RV não imersiva, simulando a participação de um professor observador e de um estudante que desempenha um papel de médico e atende um PV; e (2) treinamento do estudante, num ambiente de RA, simulando a participação de um estudante que desempenha um papel de médico.

A Figura 6.17 ilustra o momento inicial do primeiro cenário, sob a perspectiva do professor, onde são apresentados os participantes da simulação, a instrução para a observação do professor e a opção para liberação do início da simulação. A Figura 6.18 ilustra o mesmo cenário sob a perspectiva do estudante, onde são apresentados os participantes da simulação e a instrução para atuação do estudante, sendo que este deve aguardar que o professor libere o atendimento médico.

---

<sup>7</sup> Plug-in é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica (Plug-in).

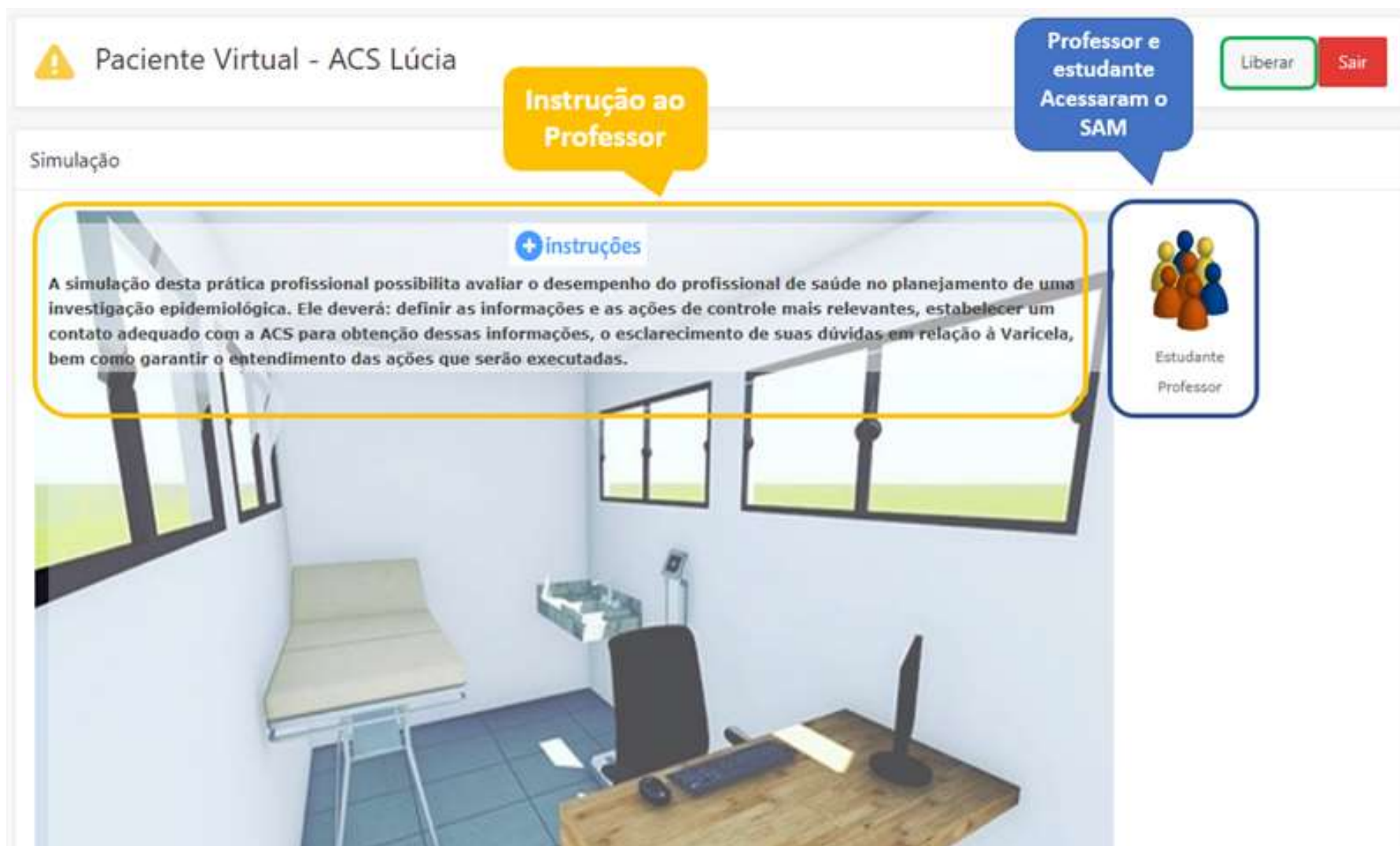


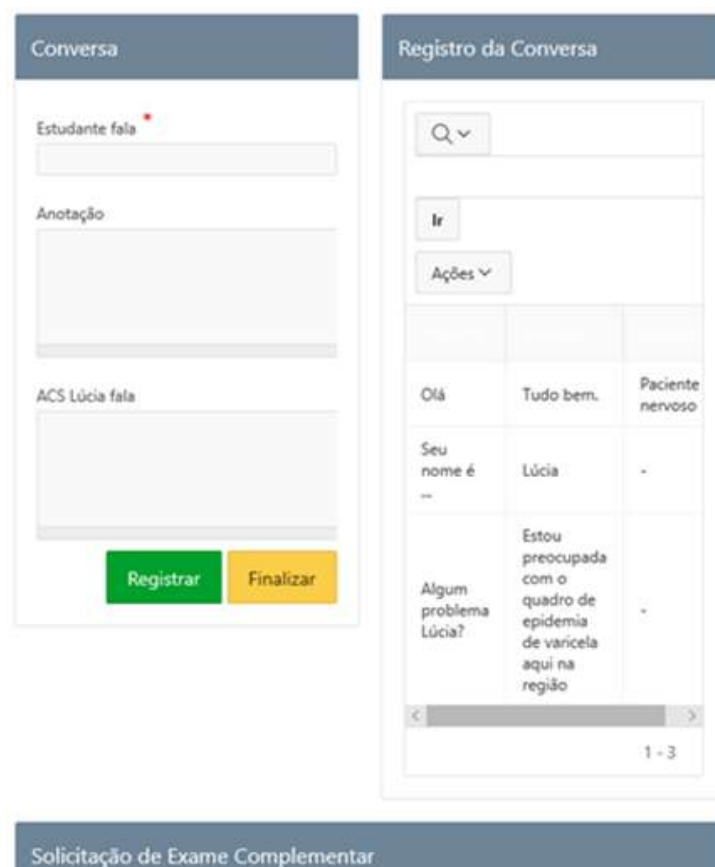
Figura 6.17 Cenário de apoio à ES – momento Inicial sob a perspectiva do professor





Figura 6.18 Cenário de apoio à ES – momento inicial sob a perspectiva do estudante

A sequência de figuras a seguir ilustra outros momentos desse primeiro cenário, cada momento sob as perspectivas do estudante e do professor. A Figura 6.19 e a Figura 6.20 ilustram o momento após o estudante ter formulado 03 perguntas ao PV e ter recebido as respectivas respostas, as quais são apresentadas no lado direito da tela na região denominada Registro da Conversa. A Figura 6.21 e a Figura 6.22 ilustram o momento após o estudante ter formulado uma pergunta ao PV que não lhe foi ensinada, sendo que na Figura 6.21 é apresentada essa pergunta e na Figura 6.22 é apresentada a solicitação de intervenção do professor. A Figura 6.23 e a Figura 6.24 ilustram o momento após a resposta do professor à pergunta não ensinada ao PV.



**Figura 6.19** Cenário de apoio à ES – momento após 03 perguntas formuladas pelo estudante, sob a perspectiva do estudante





Figura 6.20 Cenário de apoio à ES– momento após 03 perguntas formuladas pelo estudante, sob a perspectiva do professor

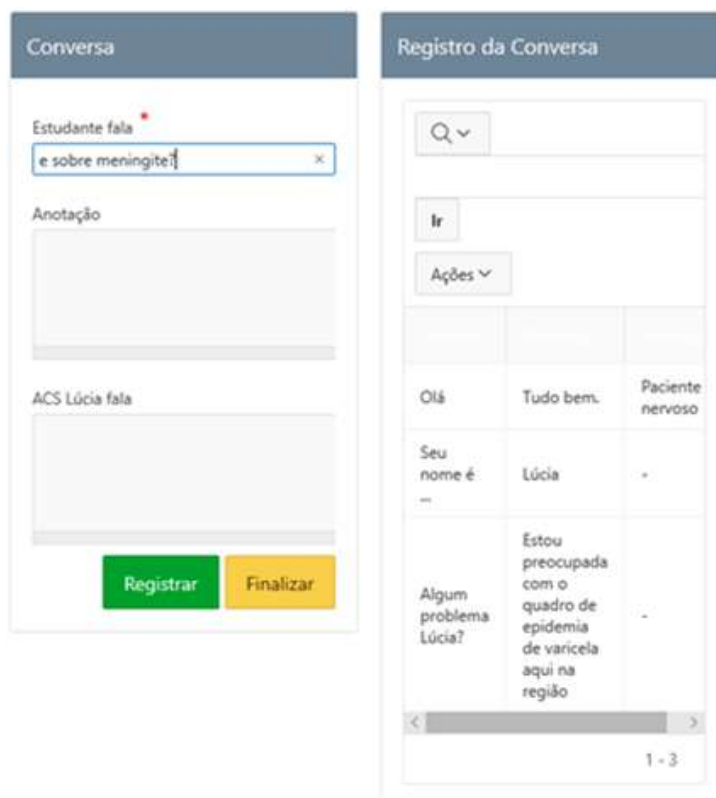


Figura 6.21 Cenário de apoio à ES – momento após pergunta formulada pelo estudante que não foi ensinada ao PV, sob a perspectiva do estudante

The screenshot shows a web interface titled "Intervenção" with a dark blue header. Below the header, there are two bullet points: "O estudante fez uma pergunta mas não foi localizada a resposta. Você deve registrar essa nova situação agora." and "O estudante está aguardando." Below this, there is a form with two sections: "Pergunta enviada pelo estudante" containing a text input field with the text "e sobre meningite?" and "Resposta" containing a large, empty text area. At the bottom right of the form is a button labeled "Enviar".

Figura 6.22 Cenário de apoio à ES – momento após pergunta formulada pelo estudante que não foi ensinada ao PV, sob a perspectiva do professor

The screenshot shows the same "Intervenção" interface as Figure 6.22. The "Pergunta enviada pelo estudante" field still contains "e sobre meningite?". The "Resposta" field now contains the text "Não temos nenhuma ocorrência." and is highlighted with a blue border. The "Enviar" button remains at the bottom right.

Figura 6.23 Cenário de apoio à ES – momento após resposta do professor à pergunta não ensinada ao PV, sob a perspectiva do professor



**Figura 6.24 Cenário de apoio à ES – momento após resposta do professor à pergunta não ensinada ao PV, sob a perspectiva do estudante**

A Figura 6.25 ilustra o momento inicial do segundo cenário, onde é apresentado um ambiente de RA, construído a partir de um ambiente real capturado por uma câmera, o qual continha uma cadeira com um marcador. Esse marcador foi utilizado para inserir no ambiente de RA a imagem virtual de um PV. O estudante realiza então o atendimento médico usando esse ambiente de RA, da mesma forma que o fez usando o ambiente de RV não imersiva do primeiro cenário, sendo que não há a participação do professor nesse segundo cenário.



**Figura 6.25** Cenário de treinamento do estudante num ambiente de RA

## **6.7 Considerações Finais**

*A turma do Curso de Medicina da UFSCar, ingressante em 2019, está empregando o SGPA-CBMAA para dar suporte às atividades da Unidade Educacional de Simulação da Prática Profissional (UESPP) e da Unidade Educacional de Prática Profissional.*

*Neste projeto de doutorado foram desenvolvidas uma abordagem e uma arquitetura de software que, aliadas a um SGA, possibilitam explorar as potencialidades de RA, RV e IA para suportar CBMAA. Em particular, no Curso de Medicina da UFSCar essa abordagem e essa arquitetura podem ser empregadas, conjuntamente com o SGPA-CBMAA, para incrementar o suporte às atividades desse curso.*

*A fim de validar a abordagem e a arquitetura propostas, um protótipo foi desenvolvido com base nas mesmas, o qual pode ser empregado para dar suporte às atividades ES e AAD do Curso de Medicina da UFSCar.*

# Capítulo 7

## ESTUDO DE CASO E AVALIAÇÃO

---

*Como é esperado que a abordagem e a arquitetura propostas neste projeto de doutorado sejam empregadas em atividades de CBMAA, uma avaliação das mesmas faz-se necessário. Essa avaliação foi planejada para ser realizada via um estudo de caso onde o PSAM seria empregado na atividade AAD do Curso de Medicina da UFSCar, sendo que seria avaliada a usabilidade do PSAM e a acurácia do seu AV. Neste sentido, o objetivo deste capítulo é apresentar o estudo de caso e as avaliações que foram passíveis de serem realizadas.*

### 7.1 Considerações Iniciais

*Um projeto de pesquisa foi elaborado e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar, visando à avaliação do PSAM por professores e estudantes do Curso de Medicina da UFSCar. Além da aprovação pelo CEP, também foram necessárias autorizações do Hospital Universitário e do Conselho de Coordenação do Curso de Medicina da UFSCar. Mesmo tendo cumprido todas as exigências, imprevistos levaram à adaptação das etapas inicialmente planejadas no projeto de pesquisa.*

*Neste sentido, este capítulo descreve o projeto de pesquisa encaminhado ao CEP, o estudo de caso efetivamente realizado e apresenta a acurácia do algoritmo desenvolvido para o módulo AV, comparando-a à acurácia obtida com o uso do QnA Maker e às acurácias dos algoritmos KNN, MLP, SOM e Similaridade de Cossenos.*

## 7.2 Projeto de Pesquisa Aprovado pelo CEP/UFSCar

No projeto de pesquisa aprovado pelos órgãos competentes, a avaliação do PSAM seria realizada em 09 etapas, conforme ilustrado na Figura 7.1.

Etapas do Projeto:			
	Descrição	Realizado por	Local
1)	resposta ao questionário "Perfil Tecnológico" e "Como vejo a Tecnologia"	Estudantes/professores	Qualquer local a partir de um dispositivo com acesso à internet
2)	observação/geração de áudio dos diálogos entre estudantes e paciente ator	Helen de Freitas Santos	Encontros na estação de simulação
3)	transcrição dos diálogos pela pesquisadora	Helen de Freitas Santos	Ambiente de estudo da pesquisadora
4)	teste do assistente virtual	Helen de Freitas Santos	Ambiente de estudo da pesquisadora
5)	cálculo da acurácia do assistente virtual	Helen de Freitas Santos	Ambiente de estudo da pesquisadora
6)	teste do assistente virtual	Estudantes/professores	Qualquer local a partir de um dispositivo com acesso à internet
7)	resposta ao questionário de aceitação da tecnologia (TAM), self assessment manikin (SAM), questionário de presença, taxonomia de Bloom	Estudantes/professores	Qualquer local a partir de um dispositivo com acesso à internet
8)	cálculo da acurácia do assistente virtual	Helen de Freitas Santos	Ambiente de estudo da pesquisadora
9)	entrega de relatório aos participantes da pesquisa, contendo o resultado da análise do assistente virtual	Helen de Freitas Santos	Ambiente de estudo da pesquisadora

**Figura 7.1 Etapas previstas no Projeto de Pesquisa aprovado pelo CEP/UFSCar**

A primeira etapa consistia na resposta a questionários por professores e estudantes, visando à caracterização do perfil tecnológico e do envolvimento desses com a tecnologia.

Na segunda etapa, a doutoranda observaria os encontros na UESPP, onde são realizadas as simulações, com a participação de paciente simulado, estudantes e professor, sendo que áudios contendo os diálogos entre paciente simulado e estudante seriam gravados durante esses encontros.

Na terceira etapa a doutoranda faria a transcrição dos diálogos constantes nos áudios, identificando as perguntas do estudante e as respostas do paciente simulado, visando à construção de um corpus para realização de PLN.

Na quarta etapa, os repositórios RPE, RPV e RAV seriam construídos com base no corpus, via realização das atividades CRPE, CPV e CAV descritas na AURAV-SCBMAA. A doutoranda usaria o PSAM, simulando um atendimento médico no cenário de treinamento do estudante, e seriam formuladas as mesmas perguntas transcritas dos áudios obtidos na observação da atividade ES.

Na quinta etapa, a acurácia do algoritmo do componente AV-Gerente seria calculada, com base na utilização do mesmo pela doutoranda, e esta seria comparada à acurácia obtida com o uso do QnA Maker e às acurácias dos algoritmos KNN, MLP, SOM e Similaridade de Cossenos.

Na sexta e sétima etapas, professores e estudantes usariam e avaliariam o PSAM, sendo que essa avaliação seria realizada via respostas a 3 tipos de questionários: quanto à aceitação e uso da tecnologia; quanto à satisfação e motivação no uso da tecnologia; e quanto à percepção de estar em um ambiente virtual.

Na oitava etapa, novos cálculos de acurácia do algoritmo do AV-Gerente seriam realizados, com base na utilização do mesmo pelos estudantes, e uma nova comparação semelhante à da quinta etapa seria realizada.

Finalmente, na nona etapa seria entregue um relatório aos participantes da pesquisa, contendo o resultado da avaliação do PSAM.

Enquanto o projeto de pesquisa ainda estava em processo de aprovação pelo CEP, a doutoranda foi informada que os casos clínicos tratados na atividade ES eram confidenciais e não poderiam ser divulgados. Dessa forma, a primeira, a segunda e a terceira etapas foram suspensas, necessitando uma nova forma de obtenção desses casos clínicos para dar continuidade à avaliação do PSAM.

Decidiu-se então continuar com essa avaliação junto aos estudantes do Curso de Medicina da UFSCar na atividade AAD, mas também não havia casos clínicos disponíveis para realizar a simulação. Diante desse fato, professores do Curso de Medicina da UFSCar ofereceram 02 casos, que não estavam mais em uso na atividade ES, para que o PSAM pudesse ser avaliado pelos estudantes. Estes estudantes foram convidados para simular um atendimento médico no PSAM num cenário de treinamento, mas não houve retorno a esse convite por parte dos mesmos.

Dessa forma, a geração do corpus ficou sob responsabilidade da própria doutoranda, sendo que foram realizadas somente a quarta e quinta etapas planejadas no projeto de pesquisa.

### 7.3 Estudo de Caso

O plano da ES, denominado “Saúde da Criança I”, foi utilizado no estudo de caso. Esse plano contém as seções Instrução ao Estudante, Instrução ao Paciente Simulado, descrição sobre a Disponibilização do Material na Sala de Aula e Observação, sendo que este pode ser visualizado no [Anexo A](#).

O módulo acadêmico e pedagógico do PSAM foi desenvolvido com as mesmas características do SGPA-CBMAA, sendo que no PSAM foram criados: a estrutura do programa de ensino do Curso de Medicina da UFSCar, sua estrutura curricular, a comunidade de CBMAA e a programação dos encontros. Posteriormente foram executadas as atividades CRPE, CPV e CAV, conforme descritas na AURAV-SCBMAA.

As atividades CRPE e CPV basearam-se na seção Instrução ao Paciente Simulado do plano da ES. A saída produzida pela atividade CRPE foram 82 perguntas extraídas do plano da ES, as quais foram agrupadas em 33 classes. Uma vez que cada classe representa uma pergunta raiz, as 49 perguntas restantes são sinônimos dessas perguntas raiz. A lista completa das 82 perguntas extraídas encontra-se no [Apêndice C](#). Já a base de conhecimento do PV é formada pelas 33 perguntas raiz e as respostas para cada uma destas que foram ensinadas ao PV, sendo que a lista completa se encontra no [Apêndice D](#).

A atividade CAV consistiu em registrar 31 caracteres especiais, 17 símbolos e 335 stopwords a serem removidos. Não foram registradas palavras para redução lexical. Os caracteres especiais, símbolos e stopwords podem ser visualizados no [Apêndice E](#).

O PSAM foi executado no cenário de treinamento do estudante. Durante a atividade SAMT foram formuladas 29 perguntas, sendo que 04 dessas foram respondidas incorretamente pelo AV-Gerente. Todas as perguntas formuladas estão



apresentadas na Tabela 7.1 na ordem em que foram realizadas, tendo sido sinalizadas em amarelo as que tiveram retorno incorreto.

**Tabela 7.1 Perguntas formuladas durante a execução da atividade SAMT**

Seq	Pergunta Realizada
1	Boa tarde. Tudo bem?
2	Por que veio?
3	Surto de varicela?
4	Trabalha por aqui?
5	Com o que?
6	Trabalha aqui há muito tempo?
7	Quantos anos você tem?
8	Tem crianças com diagnósticos de varicela?
9	Adultos também?
10	Jovens e adolescentes?
11	Tem mais detalhes pra me contar?
12	Você tem mais detalhes sobre como começou?
13	E Maria Célia tem outros filhos?
14	E como eles estão?
15	Mora onde?
16	Há muito tempo?
17	Mora aqui há muito tempo?
18	Está grávida?
19	primeira gestação?
20	Tem outros filhos?
21	CAsada?
22	Conhece algo sobre varicela?
23	E depois do primeiro caso, o que aconteceu?
24	Quantas famílias moram nessa área?
25	Quantas são crianças com menos de 10 anos?
26	As crianças estão em contato?
27	E você sabe a quantidade de meninos e meninas com varicela?
28	Qual a idade dessas crianças?
29	Bom, são 40 crianças. Trinta e duas moram perto. E as demais?

## 7.4 Acurácia do AV-Gerente

O AV-Gerente acertou 25 das 29 perguntas formuladas durante a realização do estudo de caso para o plano da ES “Saúde da Criança I”, apresentando uma acurácia de 86,21%. Os erros cometidos pelo AV-Gerente estão resumidos na Tabela 7.2, sendo que tais erros foram assim analisados:

- a pergunta formulada “Trabalha por aqui?” teve sucesso via a operação *procurarPerguntaPorTokenContido*, executada na etapa Localização da Pergunta por Token, tendo sido localizada a pergunta “Trabalha aqui há muito tempo?” ao invés da pergunta correta “Onde você trabalha?”;
- na pergunta formulada “Com o que?”, as suas 03 palavras foram eliminadas pelo AV-Gerente por terem sido previamente registradas como stopwords. Essa situação não prevista, fez com que fosse localizada uma pergunta qualquer ensinada ao PV, no caso “É a primeira gestação?”;
- a pergunta formulada “Tem mais detalhes pra me contar?” teve sucesso via a operação *procurarPerguntaPorTokenTaxa*, executada na etapa Localização da Pergunta por Token, tendo sido localizada a pergunta “O que você me conta?”, a qual foi ensinada ao PV em outro contexto, ao invés da pergunta “Você tem mais detalhes sobre o surto?”, que foi a pergunta ensinada ao PV nesse contexto. O cálculo da taxa de compatibilidade realizado pelo AV-Gerente consta no [Apêndice F](#); e
- a pergunta “Há muito tempo?” foi formulada pelo estudante em continuidade à pergunta “Mora onde?”. O AV-Gerente localizou uma pergunta ensinada ao PV idêntica à pergunta formulada “Há muito tempo?”, mas que foi ensinada ao PV num outro contexto, e cuja resposta correspondente é “Há 6 meses estou nessa USF”.

Tabela 7.2 Erros cometidos pelo AV-Gerente

Pergunta Formulada	Pergunta Encontrada		Resposta do AV	Resposta Correta
	Pergunta Raiz	Pergunta Sinônimo		
Trabalha por aqui?	Trabalha há quanto tempo?	Trabalha aqui há muito tempo?	Há 6 meses estou nessa USF	Nessa USF
Com o que?	É a primeira gestação?	-	Não. É a 2ª	ACS
Tem mais detalhes pra me contar?	O que você me conta?	-	Estou preocupada com o quadro de epidemia de varicela aqui na região	Sim. O primeiro caso aconteceu em 28 de agosto, foi o de Bruno. Bruno tem 3 anos, é filho de Maria Célia e frequenta a creche
Há muito tempo?	Trabalha há quanto tempo?	Há muito tempo?	Há 6 meses estou nessa USF	Moro aqui há 4 anos

A acurácia do AV-Gerente foi primeiramente comparada à acurácia obtida com o uso do QnA Maker. As 82 perguntas extraídas do plano da ES e as respostas para as perguntas raiz formaram a base de conhecimento do QnA Maker. Posteriormente, as 29 perguntas simuladas no PSAM foram também simuladas no QnA Maker. Alguns exemplos dessa simulação estão ilustrados na Figura 7.2, sendo que os textos em azul correspondem às perguntas formuladas e os textos em cinza correspondem às respostas localizadas pelo QnA Maker.

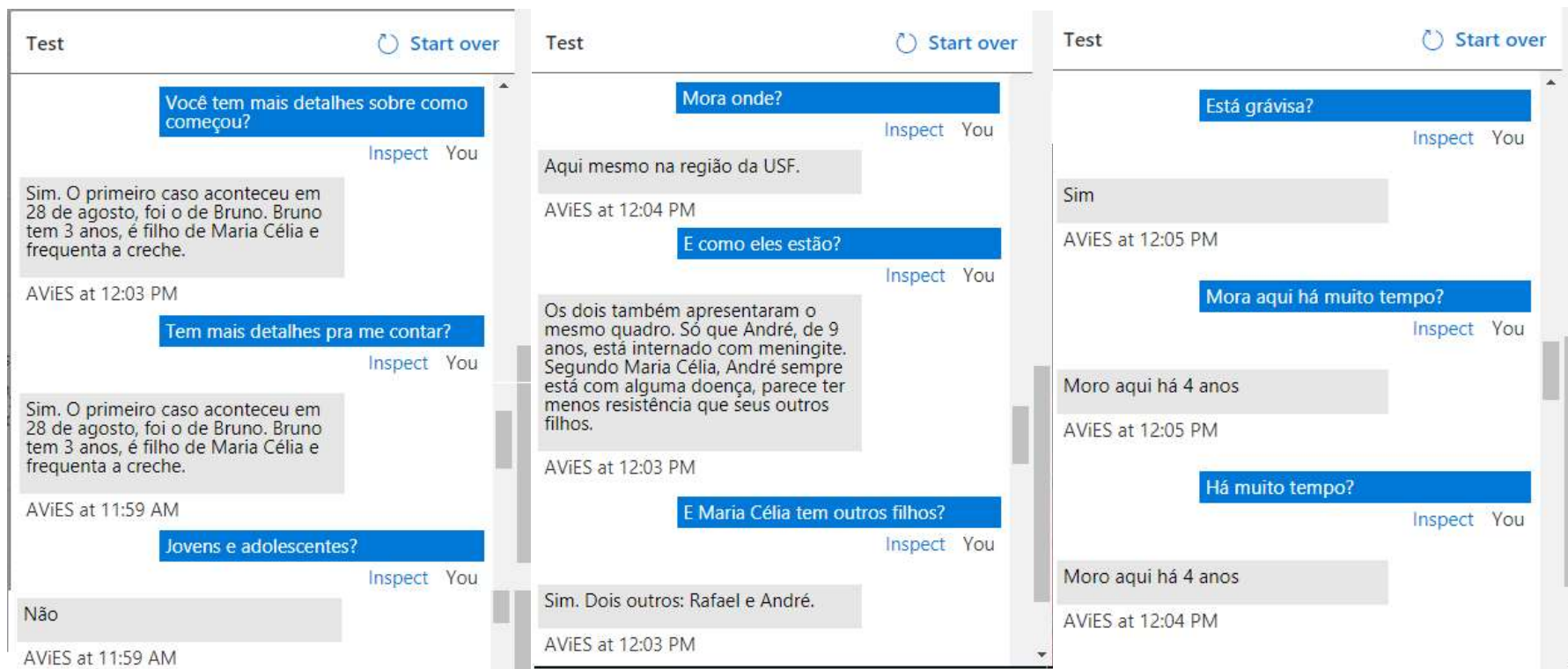


Figura 7.2 Exemplo de perguntas simuladas do QnA Maker

O QnA Maker acertou 26 das 29 perguntas formuladas durante a realização da simulação, apresentando uma acurácia de 89,66%, sendo que os erros cometidos por esse serviço estão resumidos na Tabela 7.3.

**Tabela 7.3 Erros cometidos pelo QnA Maker**

Pergunta Formulada	Resposta do QnA Maker	Resposta Correta
Trabalha por aqui?	Há 6 meses estou nessa USF	Nessa USF
Com o que?	Estou preocupada com o quadro de epidemia de varicela aqui na região	ACS
Tem outros filhos?	Sim. Dois outros. Rafael e André	Um

Tanto os erros cometidos pelo AV-Gerente quanto pelo QnA Maker foram consolidados na Tabela 7.4, sendo que as células em amarelo representam as respostas incorretas e as células em verde as corretas.

**Tabela 7.4 Erros cometidos pelos AV e QnA Maker**

Seq	Pergunta Elaborada	Resposta do AV	Resposta do QNA Maker	Resposta Correta
01	Trabalha por aqui?	Há 6 meses estou nessa USF	Há 6 meses estou nessa USF	Nessa USF
02	Com o que?	Não. É a 2ª	Estou preocupada com o quadro de epidemia de varicela aqui na região.	ACS
03	Tem mais detalhes pra me contar?	Estou preocupada com o quadro de epidemia de varicela aqui na região	Sim. O primeiro caso aconteceu em 28 de agosto, foi o de Bruno. Bruno tem 3 anos, é filho de Maria Célia e frequenta a creche.	Sim. O primeiro caso aconteceu em 28 de agosto, foi o de Bruno. Bruno tem 3 anos, é filho de Maria Célia e frequenta a creche
04	Há muito tempo?	Há 6 meses estou nessa USF	Moro aqui há 4 anos	Moro aqui há 4 anos
05	Tem outros filhos?	Um	Sim. Dois outros. Rafael e André	Um

AV-Gerente e QnA Maker responderam incorretamente e com a mesma resposta à pergunta “Trabalha por aqui?”, devido à grande similaridade desta com uma outra pergunta ensinada, ou seja “Trabalha aqui há muito tempo?”. Duas ações são sugeridas para correção desse tipo de erro no AV: evitar a semelhança entre perguntas ensinadas ao PV, que estão em diferentes contextos; e implementar a

análise de contexto no AV-Gerente, via a observação das perguntas anteriores à pergunta vigente, formuladas pelo próprio estudante, e via a observação das perguntas posteriores à uma pergunta semelhante à vigente, perguntas estas formuladas por estudantes em outras simulações e que estão devidamente registradas no repositório de simulações.

A pergunta “Com o que?” também foi respondida incorretamente pelo AV-Gerente e pelo QnA Maker, mas as respostas foram diferentes. Uma vez que o AV-Gerente entendeu que todas as palavras dessa pergunta são stopwords, o algoritmo deve ser corrigido para retornar a mensagem “Não entendi sua pergunta” quando não restarem tokens para serem analisados.

A pergunta “Tem mais detalhes pra me contar?” foi respondida corretamente pelo QnA Maker mas incorretamente pelo AV-Gerente. Outros casos semelhantes devem ser analisados visando à correção do cálculo da taxa de compatibilidade.

A pergunta “Há muito tempo” também foi respondida corretamente pelo QnA Maker, mas incorretamente pelo AV-Gerente. Como é uma pergunta em continuidade a outra realizada anteriormente, deve ser verificado se a análise de contexto a ser implementada resolveria esse problema.

Os algoritmos KNN, MLP, SOM e Similaridade de Cossenos foram implementados para analisar as perguntas e respostas do estudo de caso, visando à comparação de suas acurácias com a obtida pelo AV-Gerente. O conjunto de dados usados pelo AV-Gerente, sendo textos de um corpus, foi convertido em vetores numéricos usando os modelos BoW e Word2Vec. O vetor numérico para representar as frases usando o BoW foi formado por 129 posições, que correspondem às 129 palavras que compõem o vocabulário do corpus. Desta forma, para simulação e cálculo das acurácias, primeiramente foram implementados KNN, MLP e SOM combinados com BoW, devido à simplicidade deste último. Como a acurácia obtida foi muito baixa devido às limitações do BoW, tais como a grande dimensão do vetor de números e a representação esparsa, o Word2Vec foi utilizado. O Word2Vec foi combinado ao MLP porque este apresentou uma acurácia intermediária, tendo sido descartado o KNN que apresentou a melhor e o SOM que apresentou a pior acurácia. Como a Similaridade de Cossenos tem se destacado como medida de similaridade entre dois vetores, esta também foi combinada ao Word2Vec uma vez que os resultados com o BoW não foram animadores. Essas combinações totalizaram 05

algoritmos diferentes. A Tabela 7.5 apresenta detalhes desses algoritmos, em relação à linguagem de programação na qual foram implementados e em relação à execução dos mesmos.

**Tabela 7.5 Algoritmos de AM**

Algoritmo	Linguagem de Programação	Outros Detalhes
KNN e BoW	Python	-
MLP e BoW	R	129 neurônios na camada de entrada, 1 camada escondida, 14 neurônios na camada escondida, 33 saídas
SOM e BoW	R	129 entradas, mapa 12x12
Similaridade de Cossenos e Word2Vec	Python	-
MLP e Word2Vec	Python	3 camadas escondidas, 13 neurônios em cada camada

Foram utilizados 02 conjuntos de perguntas para treinamento: um formado pelas 82 perguntas extraídas do plano da ES; e outro formado por 111 perguntas, sendo 82 as mesmas do plano da ES e 29 formuladas durante a simulação. O objetivo de se usar 111 perguntas para treinamento foi identificar se a retroalimentação do RPE e RPV, com as perguntas formuladas durante a simulação do PSAM, melhoraria a acurácia dos algoritmos de AM. O conjunto de perguntas para predição foi formado pelas 29 perguntas formuladas durante a simulação do PSAM. Cada conjunto de treinamento associado ao conjunto de predição constitui-se numa entrada para os algoritmos, sendo que cada algoritmo foi executado para cada entrada 20 vezes. Em cada uma das 20 execuções obteve-se a quantidade de perguntas respondidas corretamente, foi calculada a sua acurácia e posteriormente foram calculadas as médias dessas acurácias, as quais estão apresentadas na Tabela 7.6.

Pode-se observar na Tabela 7.6 que o algoritmo Similaridade de Cossenos e Word2Vec, que tiveram por entrada as 82 perguntas de treinamento, que são as mesmas condições de entrada às quais foram submetidos o AV-Gerente e o QnA Maker, foi o que obteve a melhor acurácia, ou seja 81,55%, sendo que esta é inferior aos 86,21% obtidos pelo AV-Gerente e aos 89,66% obtidos pelo QnA Maker.

Tabela 7.6 Resultado da execução dos algoritmos de AM

Algoritmo	Perguntas de Treinamento	Predição	
		Qtde Corretas	Acurácia (%)
KNN e BoW	82	12,35	42,59
	111	18,15	49,87
MLP e BoW	82	10,35	35,69
	111	8,6	23,89
SOM e BoW	82	7	24,14
	111	17,1	47,50
Similaridade de Cossenos e Word2Vec	<b>82</b>	<b>23,65</b>	<b>81,55</b>
	111	29	100,00
MLP e Word2Vec	82	15	50,00
	111	28	98,62

Os resultados dos algoritmos de AM estão consolidados num gráfico de linhas, conforme ilustrado na Figura 7.3. Observa-se nesse gráfico que os 03 melhores resultados foram obtidos com os seguintes algoritmos: Similaridade de Cossenos e Word2Vec, para a entrada de 111 perguntas de treinamento; MLP e Word2Vec, para a entrada de 111 perguntas de treinamento; e Similaridade de Cossenos e Word2Vec, para a entrada de 82 perguntas de treinamento. Observa-se também que o primeiro algoritmo respondeu corretamente a todas as perguntas, enquanto o segundo obteve um bom resultado, já que a sua acurácia média foi de 98,62%. Esses resultados demonstram que a retroalimentação do RPE e do RPV, quando adicionada ao conjunto de perguntas de treinamento, aumenta a acurácia desses algoritmos, o mesmo não acontecendo com os demais que apresentam médias inferiores a 50%.



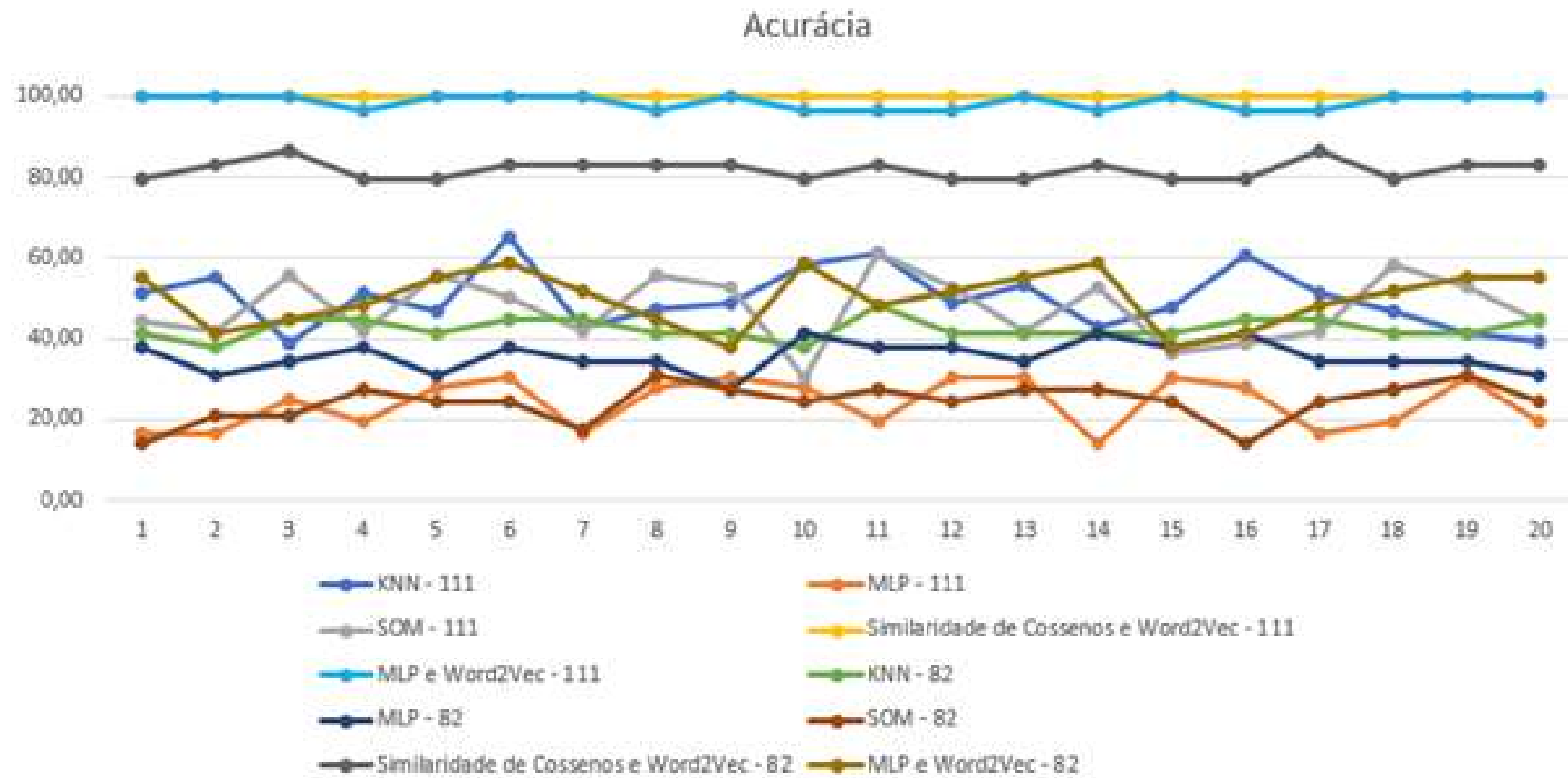


Figura 7.3 Resultados da execução dos algoritmos de AM

Para avaliação da usabilidade e do impacto de RA e RV no processo de ensino-aprendizagem foram realizados procedimentos para autorização e para realização da pesquisa. Os procedimentos para autorização incluíram: Carta de Anuência do Coordenador do Curso de Medicina da UFSCar, submissão do Projeto de Pesquisa ao HU/UFSCar, Termo de Compromisso do orientador da doutoranda para desenvolvimento do Projeto de Pesquisa no HU/UFSCar e submissão do Projeto de Pesquisa ao CEP/UFSCar. Para realização da pesquisa foi necessário, também, a anuência do CCCMed/UFSCar e os alunos foram convidados via email enviado pela secretaria do DMed/UFSCar. Infelizmente, não houve manifestação dos estudantes com relação ao convite realizado.

## **7.5 Considerações Finais**

*No PSAM foram implementados os módulos PC, PV e AV, e o componente RAV-Gerente da arquitetura proposta, sendo que através desse protótipo foram executadas as atividades CRPE, CPV, CAV e SAMT, descritas na AURAV-SCBMAA, e foi avaliada a acurácia do componente AV-Gerente.*

*Duas formas de avaliação foram inicialmente propostas: acurácia do algoritmo AV-Gerente e usabilidade do PSAM. A acurácia do AV foi de 86,21%, um pouco inferior a acurácia obtida pelo QnA Maker, que foi de 89,66%, mas superior a acurácia obtida pelo melhor algoritmo de AM, que foi de 81,55%.*

*Em relação à avaliação da usabilidade do PSAM pelos professores e estudantes do Curso de Medicina da UFSCar, esta não foi possível, pois até o encerramento da redação desta tese não houve nenhuma manifestação dos estudantes com relação ao convite realizado.*

# Capítulo 8

## TRABALHOS RELACIONADOS

---

*Diversos trabalhos que fazem uso de RV, RA e PV na Educação Médica são encontrados na literatura, destacando-se: ambientes de RV não imersivos para visualização de imagens ou para investigação de casos clínicos; ambientes de RV imersivos, com uso de aparatos tecnológicos variados, para visualização de imagens ou para interação com PV; e ambientes de RA para manipulação de objetos virtuais projetados sobre uma imagem real capturada por uma câmera de vídeo. Após a observação dos encontros do Curso de Medicina da UFSCar, mais especificamente na atividade ES, a revisão bibliográfica realizada neste projeto de doutorado concentrou-se nos trabalhos que empregam RV, RA e PV para simulação na Educação Médica.*

### 8.1 Considerações Iniciais

*Num atendimento médico simulado, os estudantes desempenham tarefas tais como obter a história clínica do paciente, realizar exame físico, inspecionar um resultado de exame e, em alguns casos, informar o diagnóstico ao paciente. Tais tarefas são baseadas num caso clínico, sendo que no Curso de Medicina da UFSCar tais casos devem ser elaborados por seus professores para serem utilizados na atividade ES. Uma vez que nesse curso inexistente um repositório de casos clínicos e os PV são construídos a partir desses casos, observar os estudos correlatos em torno deste tema auxilia na análise da abordagem e da arquitetura apresentadas neste projeto de doutorado.*

*Visando à substituição de pacientes reais, os PV têm sido usados como: cenários clínicos baseados em computador, que guiam os estudantes no*

*desenvolvimento do raciocínio clínico; ou como um personagem, permitindo a conversação entre estudantes e PV num atendimento médico simulado.*

*Assim, este capítulo apresenta os trabalhos relacionados ao tema desenvolvido neste projeto de doutorado, divididos em 02 categorias: repositórios de casos clínicos e simulação na educação médica apoiada por computador.*

## **8.2 Repositórios de Casos Clínicos**

“Onto Clinical Research Forms (OntoCRF)” (LOZANO-RUBÍ, PASTOR e LOZANO, 2014) é um framework baseado em ontologias para a definição, modelagem e instanciação de repositórios de dados clínicos. O objetivo de OntoCRF é oferecer uma estrutura para o desenvolvimento de repositórios de dados clínicos, capaz de enfrentar as mudanças contínuas no domínio da biomedicina e minimizar o conhecimento técnico exigido dos envolvidos no desenvolvimento. Os autores concluem que OntoCRF é mais flexível e eficiente para lidar com a complexidade e a mudança do que os sistemas tradicionais, não necessitando de pessoal técnico com conhecimento no domínio da aplicação para o desenvolvimento de um novo repositório. Embora esse framework ofereça meios para construção de ontologias para o desenvolvimento de repositório de dados clínicos, o seu desenvolvimento foi focado no domínio Hospitalar e não no domínio da Educação Médica.

A Universidade da Virgínia (UVa) construiu um repositório de dados clínicos ao longo de 20 anos, denominado “UVa Clinical Data Repository (UVa CDR)” (UVa Clinical Data Repository), contendo dados de pacientes ambulatoriais e de pacientes internados. UVa CDR contém registros de mais de 1,5 milhão de pacientes, extraídos de vários sistemas de informação, e também obtidos junto ao Departamento de Saúde da Virgínia. Os tipos de dados armazenados no UVa CDR incluem os pessoais, os atendimentos realizados, os diagnósticos e os resultados de exames, sendo que os identificadores dos pacientes são omitidos por questão de privacidade. É extremamente significativo o volume de casos clínicos existentes nesse repositório, os quais podem ser estudados, traduzidos e registrados no PV-BD, componente do módulo PV da arquitetura de software desenvolvida neste projeto de doutorado.

No Brasil destacam-se os seguintes repositórios: Acervo de Recursos Educacionais em Saúde (ARES) (Política do Acervo de Recursos Educacionais em Saúde (ARES), 2018), da Universidade Aberta do SUS (UNA-SUS); Revista Virtual de Urologia (UroVirt) (UroVirt Revista - Caso Clínico), da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Liga de Medicina Clínica (Liga de Medicina Clínica Dr. Paulo Marcelo Martins Rodrigues), da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará (UFC); e Homem Virtual (WEN, 2016), da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

No ARES são disponibilizados recursos educacionais em diversos formatos (e.g., vídeos, textos, imagens), produzidos pelas instituições de ensino superior que formam a Rede UNA-SUS<sup>8</sup>. Um recurso educacional é um documento digital, desenvolvido para ser utilizado no contexto de ensino-aprendizagem, sendo que deve ser validado por profissionais da saúde e/ou educação para ser incorporado ao ARES. ARES é um repositório aberto, sendo que qualquer pessoa pode ter acesso ao conteúdo publicado. Atualmente estão disponíveis 13.019 recursos educacionais, sendo que a última publicação foi em 2019.

Os casos clínicos da UroVirt contém descrição textual, imagens, resultados de exame e identificação do autor, sendo similar ao plano da ES. A submissão de um caso é feita diretamente pelo site e atualmente estão disponíveis 06 casos clínicos, sendo que a última publicação foi em 2016.

Os casos clínicos da Liga de Medicina Clínica contém descrição do paciente e sua história de vida, resultados de alguns exames físicos e complementares. Diferentemente do plano da ES, apresenta diagnóstico e artigos relacionados. Atualmente estão disponíveis 14 casos clínicos reais, colhidos em hospitais de referência da cidade de Fortaleza-CE. Embora seja informado que quinzenalmente um novo caso seria apresentado, a última atualização foi em 2011.

O Projeto Homem Virtual é um acervo digital para a área médica, sendo que as imagens também podem ser utilizadas para a produção de aplicativos em RV ou RA. Esse projeto envolve o uso de objetos virtuais 3D associados a recursos dinâmicos, visando à produção intelectual específica baseada em literaturas científicas e em

---

<sup>8</sup> A Rede da UNA-SUS é constituída por 34 instituições públicas de educação superior, conveniadas ao Ministério da Saúde e credenciadas pelo Ministério da Educação, para a oferta de educação à distância (Rede UNA-SUS).

experiências profissionais. Uma equipe, formada por docentes, pesquisadores, designer de computação gráfica em 3D e especialistas em assuntos médicos, constrói estruturas 3D via computação gráfica. Os resultados produzidos pelo Homem Virtual, desde a sua criação em 2003, são: sequências temáticas, sendo vídeos de 1 a 3 minutos que facilitam a exposição e o aprendizado; estruturas digitais para impressoras 3D, sendo arquivos digitais gerados a partir dos modelos produzidos pelo Homem Virtual; objetos digitais interativos, sendo os mesmos arquivos que são gerados para impressoras 3D mas que são utilizados por softwares; e estruturas assistenciais, sendo imagens 3D produzidas, por exemplo, a partir de imagens de tomografia computadorizada. De acordo com (WEN, 2016), estão disponíveis mais de 500 sequências temáticas, 300 estruturas digitais e 10 objetos digitais. Homem Virtual é um poderoso material para aprendizagem, sendo que as sequências temáticas, as estruturas digitais e as estruturas assistenciais podem ser usadas na criação do PV, via a arquitetura desenvolvida neste projeto de doutorado.

Um resumo, com as principais características desses 05 repositórios, é apresentado na Tabela 8.1.

**Tabela 8.1 Resumo dos repositórios apresentados**

Repositório	Origem	Mantido por	Recursos disponíveis	Última Atualização	Login para Visualizar
UVa CDR	EUA	UVa	+ 1,5 milhão pacientes 5 milhões de encontros clínicos	Dados até junho de 2017	Sim
ARES	Brasil	UNA-SUS	13.019 recursos educacionais	2019	Não
UroVirt	Brasil	Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP	06 casos clínicos	2016	Não
Liga de Medicina Clínica	Brasil	Faculdade de Medicina da UFC	14 caso clínicos	2011	Não
Homem Virtual	Brasil	FMUSP	500 sequências temáticas, 300 estruturas digitais, 10 objetos digitais	2016	Não

Uma vez que não foi possível o acesso ao repositório UVa CDR, somente os 04 repositórios brasileiros foram analisados visando à comparação com o repositório

desenvolvido neste projeto de doutorado. Nesses repositórios brasileiros, o conteúdo dos casos clínicos é apresentado no formato de texto ou vídeo, inexistindo a possibilidade de construção do conhecimento pelo estudante por meio de uma navegação, investigação e descoberta das informações. Deve-se salientar que esses repositórios simplesmente narram casos clínicos, que se configuram como um material de aprendizagem para os estudantes. Entretanto, estes não se encontram num formato adequado à simulação e, tampouco, podem se integrar a um SGA, visando à construção da trajetória do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Uma vez que os casos clínicos desses repositórios são similares aos planos da ES, tais casos podem ser utilizados como entrada da AURAV-SCBMAA, sendo uma alternativa para a criação de PV para o cenário de treinamento do estudante do Curso de Medicina da UFSCar.

### **8.3 Simulação na Educação Médica apoiada por Computador**

Softwares que manipulam imagens 3D do corpo humano podem ser usados para apoiar o diagnóstico numa consulta médica simulada por computador. Tais softwares permitem a navegação pelos órgãos do corpo humano, favorecendo o estudo da sua anatomia, sendo que alguns exemplos são: BioDigital Human (BIODIGITAL), produzido pela empresa BioDigital, é um corpo humano virtual oferecido em nuvem para ensino de anatomia; e Project Esper (3D4MEDICAL, 2019), produzido pela empresa 3D4Medical, é um projeto conceitual de RA, que traz para o mundo real as imagens 3D já produzidas por esta empresa.

Project Esper favorece o estudo de anatomia, permitindo a aprendizagem do estudante por imersão via óculos de RA. Esse projeto gerou um aplicativo comercial denominado HoloHuman (HoloHuman), graças a uma colaboração entre as empresas Pearson e 3D4Medical, que possibilitou o uso desse aplicativo nos óculos HoloLens fabricados pela Microsoft. Dentre as funcionalidades oferecidas pelo HoloHuman destacam-se: exploração e interação com modelos de anatomia humana; criação de atividades para planos de aula; seleção de qualquer estrutura do corpo humano para detalhamento de informações sobre essa estrutura; e dissecação do corpo humano virtual.

HoloHuman é uma aplicação de RA comercializada pela Microsoft, que utiliza imagens do corpo humano produzidas por uma equipe de especialistas, sendo utilizadas num ambiente de imersão. Todavia, é uma solução proprietária, sendo que tanto sua licença quanto os óculos HoloLens devem ser adquiridos pela instituição de ensino. Em sua versão atual, não permite a realização de simulação e nem o diálogo entre estudante e PV.

O “electronic Virtual Patients (eViP)” (eViP - electronic Virtual Patients) é um programa que visa à criação de um banco de 320 PV multiculturais, sendo uma colaboração envolvendo 09 universidades europeias, o MedBiquitous Europe<sup>9</sup> (MEDBIQUITOUS), que é responsável pelo seu desenvolvimento técnico, e a European Commission, que é uma das financiadoras desse programa. O eViP, desenvolvido entre setembro de 2007 e outubro de 2010, foi proposto porque a construção de PV é lenta e cara, sendo que mesmo as principais instituições de e-learning não conseguiam produzir um número suficiente para apoiar seus currículos médicos.

Para cada PV do eViP e diante de uma determinada situação, o estudante é guiado a tomar uma decisão, dentre algumas pré-estabelecidas, como por exemplo chamar uma enfermeira para realizar um procedimento, ou encaminhar o paciente a uma sala de atendimento. A decisão tomada pelo estudante é visualizada pelo mesmo, em qualquer momento durante a simulação, não sendo possível sua recuperação em momentos posteriores. Embora o eViP disponibilize um banco bastante rico em PV e em vários idiomas, este não contempla o Português, não é possível integrá-lo a um SGA e não permite a criação de novos PV.

“Medical Virtual Patient Simulator (MedVPS)” (NEDUNGADI e RAMAN, 2016) é um sistema baseado na web, que oferece um conjunto de módulos para realizar simulação a partir de casos clínicos e que usa animações 2D e 3D, vídeos e exames para caracterizar o PV. No MedVPS, um caso clínico típico é composto por: histórico médico; exame físico; exame dos sistemas do corpo humano; investigação de resultados de exames médicos armazenados; diagnóstico; tratamento com prescrição de medicamento; e avaliação do estudante. Nesse sistema, o estudante obtém a

---

<sup>9</sup> MedBiquitous Consortium é uma organização criada para o desenvolvimento de padrões de TI para educação em saúde, sendo que a MedBiquitous Europe promove a adoção e implementação de normas e especificações técnicas para educação em saúde na Europa. Os padrões MedBiquitous® são de propriedade e gerenciados pela Association of American Medical Colleges (AAMC).



história clínica do PV selecionando perguntas, previamente registradas, para obtenção das respostas. MedVPS registra todas as ações realizadas pelo estudante durante a simulação, juntamente com a duração dessas ações, assinalando-as como relevante ou irrelevante para o diagnóstico do PV. Embora o MedVPS permita realizar exames dos sistemas do corpo humano (e.g., circulatório, respiratório), diagnóstico, tratamento com prescrição de medicamento e registro das ações do estudante, o histórico médico não usa SPR e não é possível integrar esse sistema a um SGA.

“Artificial Interface for Clinical Education (ALICE)” (KLEINERT, HEIERMANN, *et al.*, 2015) é um sistema baseado na web, que permite ao estudante interagir com personagens (e.g., pacientes, enfermeiros, outros médicos) em uma sala para tratamento via um ambiente de RV. Durante a simulação, o estudante pode escolher diferentes opções, tais como, visualizar o histórico médico, visualizar os exames e realizar diagnóstico, sendo que os resultados dos exames são apresentados como imagem, texto ou vídeo. ALICE pode ser expandido adicionando módulos de ensino, que incluem uma doença específica. Embora ALICE faça uso de RV e o histórico médico seja visualizado pelo estudante, este não pode construir esse histórico, não pode realizar entrevistas com o PV por meio de um SPR e não é possível integrar esse sistema a um SGA.

“Digital ANimated Avatar (DIANA)” (STEVENS, HERNANDEZ, *et al.*, 2006) é um sistema que utiliza PV, reconhecimento de voz e gestos, para auxiliar no ensino de habilidades de comunicação médico-paciente. O PV é projetado em tamanho real na parede de uma sala, sendo que antes do encontro virtual o estudante deve revisar as informações do paciente em um tablet, é instruído a realizar anamnese e a desenvolver um diagnóstico. Além disso, antes desse encontro virtual, o estudante deve criar um perfil de voz para reconhecimento pelo DIANA e deve receber instruções básicas sobre como proceder, caso o PV não responda às perguntas com o reconhecimento de voz. Ao final desse encontro, é fornecido um feedback ao estudante sobre seu desempenho por meio de um instrutor virtual. DIANA foi programado com respostas específicas, para perguntas baseadas em frases que foram elaboradas pelos estudantes, através da revisão de fitas de vídeo dos encontros dos mesmos com pacientes padronizados. De acordo com (STEVENS, HERNANDEZ, *et al.*, 2006), durante a interação com os estudantes, o PV reconheceu com sucesso aproximadamente 60% de todas as perguntas realizadas. Os autores concluíram que,

apesar das limitações tecnológicas, os cenários clínicos virtuais podem proporcionar aos estudantes um ambiente de aprendizado controlável, seguro e protegido, com a oportunidade de prática repetitiva e feedback. Embora DIANA utilize um SPR para permitir a conversação entre estudante e PV por meio de reconhecimento de voz, este sistema não permite a simulação com mais de um participante, não permite a visualização das informações do PV durante o encontro virtual e não é possível integrar DIANA a um SGA.

OSCE Virtual (ANDRADE, MADEIRA e AIRES, 2013) é um ambiente virtual para realização da avaliação do estudante denominada “Objective Structured Clinical Examination (OSCE)”<sup>10</sup> (ZAYYAN, 2011), frequentemente usada em Ciências da Saúde. OSCE Virtual oferece um protocolo de atendimento pré-estabelecido, que descreve as ações a serem realizadas pelos estudantes, indicando uma pontuação. Nesse ambiente, o estudante pode analisar o histórico do paciente, examiná-lo fisicamente, solicitar exames laboratoriais e emitir um diagnóstico, sendo que as ações do estudante no OSCE Virtual são realizadas através da movimentação e do click do mouse. As ações realizadas pelo estudante são pontuadas, conforme estabelecido no protocolo de atendimento, e, posteriormente, apresentadas ao professor. Embora OSCE Virtual forneça um protocolo de atendimento, que descreve as ações que devem ser realizadas pelo estudante, esse ambiente não permite o diálogo entre estudante e PV via um SPR, não contempla os cenários para apoio à ES e para treinamento do estudante, e não é possível integrá-lo a um SGA.

“Virtual Patient Simulator (VPS)” (Virtual Patient Simulator) foi desenvolvido pelo “Institute for Digital Intermedia Arts (IDIA Lab)” da “Ball State University”, sendo um ambiente de RV onde os estudantes praticam entrevistas por meio de dramatização de papéis, empregando avatares com históricos de saúde pré-definidos. VPS usa diálogo textual na comunicação entre estudante e PV, sendo que atualmente está em desenvolvimento um novo VPS para empregar os serviços oferecidos pelo IBM Watson e as tecnologias Amazon Polly (Amazon Polly), um serviço em nuvem da Amazon que converte texto em voz. Embora VPS seja um estudo promissor que usa RV, existem indícios de que terão custos para a instituição de ensino devido ao uso

---

<sup>10</sup> OSCE é uma ferramenta para avaliar o desempenho de profissionais de saúde em um ambiente clínico, com base em testes objetivos por meio de observação direta, visando à avaliação de áreas mais críticas tais como habilidades de comunicação e capacidade de lidar com o comportamento imprevisível do paciente.

dos serviços IBM Watson e Amazon Polly. O VPS não contempla os cenários para apoio à ES e à avaliação do estudante, não permite a visualização das informações do PV durante a entrevista e não é possível integrá-lo a um SGA para permitir a visualização da trajetória do estudante ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

“Virtual Reality Check for Medical Students (VRCMS)” (Virtual Reality Check for Medical Students, 2015) é um ambiente com um PV que emprega IA, RV, reconhecimento de voz e movimento facial, sendo o resultado de uma parceria entre “Advanced Computing Center for the Arts and Design (ACCAD)” e o “Wexner Medical Center”, ambos da “Ohio University”. O PV é um avatar que aparece em tamanho real em uma grande tela de computador, num cenário de consultório médico, tendo sido criado em um estúdio de animação, por meio de um processo para sincronização labial das respostas em tempo real. O estudante conversa em linguagem natural com o PV, formulando perguntas, recebendo respostas e visualizando as emoções desse PV. O objetivo foi criar um ambiente para os estudantes de Medicina com um PV crível, com o qual estes pudessem praticar suas habilidades clínicas. Uma versão do programa na web permite que os estudantes de Medicina pratiquem a comunicação com o PV em qualquer lugar e a partir de qualquer dispositivo. Embora VRCMS ofereça um PV, que emprega reconhecimento de voz e movimentação facial, este ambiente foi desenvolvido por uma instituição que conduz as pesquisas centradas no uso e na integração de artes e tecnologias, que não tem como foco o desenvolvimento de um SGA.

“Virtual Reality for Training Doctors to Break Bad News (VRTDBBN)” (OCHS e BLACHE, 2016) é uma plataforma para treinamento de habilidades comunicativas do médico, onde este é treinado para dar más notícias a um PV, que responde por meio de comunicação verbal e gestual. Um modelo de diálogo foi construído baseado em especificações da autoridade de saúde francesa. Para modelar o comportamento do PV foi analisado um corpus audiovisual das interações entre médicos e pacientes simulados, durante sessões de treinamento real em instituições médicas. Os diálogos foram transcritos, analisados e foram identificadas as variáveis do modelo, que levaram em consideração informações, tais como espaço, tempo, causalidade e intencionalidade relativas à conversa. A plataforma de treinamento pode ser executada em diferentes dispositivos (e.g., computador pessoal, caverna digital) e com diferentes graus de imersão. Embora o PV se expresse via comunicação verbal

e gestual, este foi desenvolvido somente para receber más notícias, não sendo possível a criação de outros casos clínicos.

“AR Magic Mirror (ARMM)” (BORK, STRATMANN, *et al.*, 2019) é um sistema que permite aos usuários explorarem estruturas anatômicas sobrepostas ao seu próprio corpo, cuja imagem é capturada por uma câmera e apresentada numa televisão. O sistema usa uma câmera de profundidade com sensores, para rastrear os movimentos do usuário em frente à televisão, e um conjunto de imagens de tomografia computadorizada, para criar as imagens médicas a serem sobrepostas ao corpo do usuário. Por meio de gestos, diferentes fatias de imagens, originadas das tomografias, e um conjunto de dados fotográficos podem ser selecionados para visualização. Além disso, o sistema pode mostrar modelos 3D de órgãos, informações textuais e imagens sobre a anatomia real. A sobreposição de informações virtuais requer um rastreamento preciso do corpo dos usuários, sendo alcançado pelos algoritmos de rastreamento oferecidos pelo Kinect da Microsoft. ARMM foi desenvolvido na “Technical University of Munich” e não está disponível comercialmente. Segundo os autores, ARMM é uma ferramenta com grande potencial para suportar o ensino de anatomia, sobretudo para aumentar a compreensão espacial do corpo humano. Entretanto, essa ferramenta não foi desenvolvida para ser empregada numa simulação.

BodyExplorerAR (SAMOSKY, NELSON, *et al.*, 2012) é um sistema que permite ao estudante explorar anatomia, fisiologia e intervenções clínicas, através da interação com um manequim via o emprego de RA. O estudante usa uma caneta de raio infravermelho para abrir janelas no corpo do manequim, exibindo a anatomia por meio de imagens projetadas nesse corpo. A caneta é empregada como um mouse diretamente na superfície do manequim, sendo que o estudante pode apontá-la para um órgão e receber informações adicionais (e.g., gráficos de parâmetros fisiológicos, frequência cardíaca, eletrocardiograma). O sistema usa um projetor e um controle remoto Nintendo Wii como sensor para a caneta. Foram implementadas 04 diferentes camadas da anatomia do tórax e do abdômen: camada externa da pele; músculos anteriores; órgãos abdominais, costelas e esterno; e coração e pulmões. Também foram apresentados estudos para uso de interface baseada em gestos, sendo a caneta substituída pelo Kinect da Microsoft. Neste caso, foi usado um algoritmo para reconhecer 03 gestos básicos com os dedos sobre a superfície do manequim: (1) 01

dedo para abrir a janela; (2) 02 dedos para movimentá-la; e (3) 03 dedos para redimensioná-la. Sensores para intervenções clínicas comuns, tais como injeção de drogas intravenosas e inserção de um tubo de respiração, foram projetados e implementados. Embora BodyExplorerAR empregue RA, esse sistema não foi desenvolvido para ser usado numa simulação do atendimento médico conforme a abordagem aqui proposta.

Os trabalhos relacionados foram organizados quanto ao emprego das seguintes características: biblioteca de imagens; PV; PV com movimento facial; diálogo textual entre estudante e PV; diálogo por reconhecimento de voz entre estudante e PV; integração a um SGA; RV; RA; realização de simulação; vários participantes no ambiente de simulação; e registro das ações do estudante. A Tabela 8.2 apresenta as características dos 12 trabalhos correlatos e da solução oferecida neste projeto de doutorado. A biblioteca de imagens, o diálogo por reconhecimento de voz entre estudante e PV, e a movimentação facial e gestual do PV são características que devem ser desenvolvidas e oferecidas futuramente na AURAV-SCBMAA.

**Tabela 8.2 Análise comparativa AURAV-SCBMAA e trabalhos relacionados**

	Biblioteca Imagens	PV	PV com Movimentação Facial e Gestual	Diálogo Textual	Diálogo por Voz	Integração ao SGA	RV	RA	Simulação	Vários Participantes na Simulação	Registro das Ações Estudante
BioDigital	✓						✓				
HoloHuman	✓							✓			
eViP		✓									
MedVPS		✓					✓		✓		✓
ALICE		✓					✓		✓		
DIANA		✓			✓		✓		✓		
OSCE Virtual		✓					✓		✓		✓
VPS		✓		✓			✓		✓		
VRCMS		✓	✓		✓		✓		✓		
VRTDBBN		✓	✓		✓		✓		✓		
ARMM	✓							✓			
BodyExplorerAR	✓	✓						✓			
AURAV-SCBMAA		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

## **8.4 Considerações Finais**

*Muitos trabalhos tratam do emprego de PV e RV, sendo que alguns usam interfaces modernas e computação gráfica para representar o PV, inclusive com possibilidade de expressar seus sentimentos via movimentos faciais. Nos 03 trabalhos que empregam RA, esta foi direcionada ao estudo de anatomia, sendo útil para apoiar o diagnóstico numa consulta médica, mas não foi aplicada numa simulação. Os trabalhos que permitem a simulação não oferecem um ambiente com a participação do professor e do estudante observador, como acontece na atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar. Somente 02 trabalhos registram as ações dos estudantes durante a realização das atividades, e nenhum realiza a integração com o SGA.*

# Capítulo 9

## CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

---

---

*Este capítulo apresenta uma síntese da solução apresentada neste projeto de doutorado, as contribuições e limitações dessa solução, assim como os trabalhos futuros que podem contribuir para a evolução deste trabalho.*

### 9.1 Considerações Gerais

Este trabalho apresentou a abordagem AURAV-SCBMAA, a arquitetura de software para suportar essa abordagem e o PSAM para avaliar essa abordagem e essa arquitetura no contexto da atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar. Nesse contexto, o PSAM foi desenvolvido visando ao atendimento médico simulado e para tal, empregou RA e RV não imersiva nesse ambiente de simulação, o qual permite a conversação entre estudante e PV. Essa conversação ocorre por meio de troca de mensagens de texto num SPR, interpretadas por um AV, que é um algoritmo que realiza PLN, sendo que toda atividade nesse ambiente é registrada no repositório de simulações. O ambiente de simulação pode ser empregado em 03 cenários distintos: como apoio à atividade ES; como treinamento do estudante, em momentos de AAD; e como avaliação do estudante pelo professor.

A AURAV-SCBMAA é composta de 06 atividades: CRPE, CPV, CAV, SAMES, SAMT e SAMA. Já a arquitetura de software para suportar a AURAV-SCBMAA é composta pelos módulos RAV, PC, PV, AV e IRAV, sendo que no PSAM foram implementados os módulos PC, PV e AV, e o componente RAV-Gerente do módulo RAV.



Embora inicialmente os estudos neste projeto de doutorado foram voltados para o emprego de RA e RV em CBMAA, estudos adicionais sobre PV e IA foram necessários para apoiar a atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar. Como consequência desses estudos, foi desenvolvido um algoritmo para o AV-Gerente, com base em PLN, para intermediar o diálogo entre estudante e PV. A acurácia do algoritmo do AV-Gerente foi avaliada em relação às acurácias de outros algoritmos, sendo que o AV-Gerente obteve 86,21% de acurácia, um pouco inferior aos 89,66% do QnA Maker, mas superior aos 81,55% do AM.

Este projeto de doutorado evidenciou que é necessário uma maior e formal cooperação entre as comunidades do DC e do DMed para que sejam: debatidas e identificadas quaisquer necessidades computacionais de CBMAA; desenvolvidas as ferramentas apropriadas para atenderem às necessidades identificadas; e utilizadas e avaliadas as ferramentas desenvolvidas.

## 9.2 Contribuições e Limitações

A primeira contribuição significativa deste projeto de doutorado foi a abordagem AURAV-SCBMAA, que fornece uma visão geral, em termos de atividades, tarefas, recursos e atores necessários, para auxiliar no desenvolvimento de suportes computacionais, que empreguem RA e RV, adequados a cursos baseados em metodologias ativas de aprendizagem. Em particular, para o Curso de Medicina da UFSCar, essa abordagem pode guiar desenvolvedores na construção de suporte computacional para apoiar a atividade ES, o treinamento e a avaliação do estudante desse curso.

A segunda contribuição significativa deste projeto de doutorado foi a arquitetura de software, que fornece uma visão detalhada, em termos dos módulos necessários para a construção desse suporte computacional, sendo constituída de 05 módulos que oferecem as seguintes funcionalidades principais: armazenamento de imagens de RA e RV; configuração do PV; configuração do AV; produção do conhecimento; e visualização do conhecimento produzido usando RA e RV. Os 04 primeiros módulos

possuem como componentes um gerente, um serviço web e um banco de dados, e o último módulo não possui o componente banco de dados.

Dentre as atividades do Curso de Medicina da UFSCar, a ES foi identificada como sendo a mais adequada a receber o suporte computacional desenvolvido neste projeto de doutorado. Isto porque ES é uma atividade de simulação da prática profissional que emprega um paciente simulado, o qual é uma pessoa física treinada para atuar como um paciente. Essa pessoa poderia ser substituída por um PV com as vantagens de permitir a realização das simulações repetidas vezes, seja para o mesmo ou para novos casos, reduzir a contratação de pacientes simulados e reduzir a dependência de recursos físicos, humanos e financeiros.

O uso do atendimento médico simulado contribui para que os estudantes do Curso de Medicina da UFSCar sejam treinados em uma variedade de casos clínicos, repitam esses treinamentos, debatam os casos clínicos com outros estudantes, exercitem o raciocínio clínico e sejam avaliados pelos professores sem a necessidade de mobilização de pacientes simulados.

A terceira contribuição significativa deste projeto de doutorado foi o PSAM, que possibilitou: a criação de um repositório de PV, já que atualmente não existe nem mesmo um repositório de planos da ES; e a criação de um repositório de simulações, contendo os dados produzidos durante as simulações realizadas pelos estudantes, assim como o registro das anotações realizadas pelos professores. Com o repositório de simulações a trajetória do estudante é compartilhada com outros professores e com a coordenação.

A quarta contribuição significativa deste projeto de doutorado foi o algoritmo que emprega PLN, o qual foi implementado no AV-Gerente para ser usado no PSAM. O AV-Gerente foi empregado para intermediar o diálogo entre o estudante e o PV durante o atendimento médico simulado, sendo que este foi projetado para lidar com 02 situações: permitir a intervenção do professor, quando não for localizada uma pergunta ou uma resposta ensinada ao PV; e permitir a localização de múltiplas respostas para a mesma pergunta.

Cabe salientar ainda que a doutoranda participou ativamente de todas as fases de desenvolvimento do SGPA-CBMAA, desde a sua concepção até o suporte aos seus usuários. Atualmente, esse sistema está sendo utilizado pela comunidade do

Curso de Medicina da UFSCar ingressante em 2019 em todas AC do 1º ano desse curso. Ainda não foram realizadas avaliações do SGPA-CBMAA, uma vez que o semestre letivo atual ainda não foi encerrado. É esperado que o uso desse sistema seja estendido para o ano de 2020, abrangendo as comunidades do 1º e 2º anos do Curso de Medicina da UFSCar.

A seção 1.3 relacionou as questões de pesquisa abordadas nesta tese, as quais foram assim investigadas:

**QP<sub>1</sub>:** Como se caracteriza o ambiente onde se insere o processo de ensino-aprendizagem de CBMAA?

Para responder a essa questão foram realizadas as seguintes atividades: estudo aprofundado do Projeto Político Pedagógico do Curso de Medicina da UFSCar e do caderno dos cursos oferecidos pelo IEP/HSL; participação efetiva no desenvolvimento do SGPA-CBMAA; observação dos encontros com professores e estudantes do Curso de Medicina da UFSCar e dos cursos de Preceptores do SUS, Gestão da Clínica e Regulação em Saúde oferecidos pelo IEP/HSL; e reuniões com a equipe de profissionais do IEP/HSL. O resultado dessas atividades foi apresentado nos capítulos 3 e 4 dessa tese.

**QP<sub>2</sub>:** Quais os principais problemas no suporte computacional a CBMAA?

Nos capítulos 3 e 4 também foram narrados os problemas observados no suporte computacional a CBMAA. Destacou-se que esses cursos empregam uma terminologia própria e necessitam de funcionalidades específicas para realização de suas atividades, as quais não são oferecidas pelos SGA disponíveis. Além disso, a ausência de um SGA consolidado e institucionalizado pelo DC/UFSCar, a partir do qual emergiriam os estudos sobre as tecnologias necessárias por CBMAA, e a ausência de um grupo formado por professores e estudantes do DC/UFSCar e DMed/UFSCar, para deliberarem sobre a adoção e a avaliação das necessidades tecnológicas, dificultam no suporte computacional a CBMAA. Todas essas constatações foram também confirmadas por professores e estudantes de outras instituições de ensino, durante a 1ª Reunião Regional da Associação Brasileira de

Educação Médica quando foram apresentados o SGPA-CBMAA e este projeto de doutorado.

**QP<sub>3</sub>:** Como RA e RV podem contribuir para o suporte computacional a CBMAA?

O suporte computacional foi direcionado para a atividade ES do Curso de Medicina da UFSCar, visando à simulação de atendimento médico num ambiente de RA ou RV não imersiva, permitindo a conversação entre estudante e paciente virtual. Essa conversação ocorre por meio de troca de mensagens de texto num sistema de perguntas e respostas, interpretadas por um assistente virtual, que é um algoritmo que realiza PLN, sendo que toda atividade nesse ambiente é registrada no repositório de simulações. O ambiente de simulação, onde ocorre conversação entre estudante e paciente virtual pode ser empregado em 03 cenários distintos: como apoio à atividade ES; como treinamento do estudante, em momentos de AAD; e como avaliação do estudante pelo professor. Os capítulos 3, 4 e 5 fundamentaram os estudos para a contribuição do suporte computacional a CBMAA.

**QP<sub>4</sub>:** Como propor uma abordagem e desenvolver uma arquitetura de software para suportar CBMAA?

AURAV-SCBMAA foi projetada para atender 06 atividades: Criar Repositório de Perguntas para Entrevista (CRPE), Criar Paciente Virtual (CPV), Criar Assistente Virtual (CAV), Simular Atendimento Médico para Estação de Simulação (SAMES), Simular Atendimento Médico para Treinamento (SAMT) e Simular Atendimento Médico para Avaliação (SAMA). Já a arquitetura de software para suportar a AURAV-SCBMAA é composta por 05 módulos: Produção do Conhecimento, Paciente Virtual, Assistente Virtual, Imagens para Realidades Aumentada e Virtual, Realidades Aumentada e Virtual. O capítulo 6 apresentou a AURAV-SCBMAA, a arquitetura e o protótipo PSAM. No capítulo 7 foram apresentados o estudo de caso e a avaliação da acurácia do assistente virtual proposto neste projeto de

doutorado, enquanto no capítulo 8 foram identificadas as semelhanças e diferenças deste projeto de doutorado com trabalhos relacionados.

Algumas limitações foram identificadas durante o desenvolvimento deste projeto de doutorado com relação à: arquitetura de software, análise da acurácia e ausência das avaliações de usabilidade e de impacto da aprendizagem.

Quanto à primeira limitação, cada PV foi modelado para representar somente um caso clínico, impossibilitando a configuração de uma história de vida do PV ao longo de sua existência, desde seu nascimento até sua morte.

Quanto à segunda limitação, a acurácia do AV é resultado da análise num pequeno conjunto de perguntas e respostas. É preciso estabelecer uma nova forma de obtenção desses diálogos com os professores do Curso de Medicina da UFSCar, visando à criação de um volume maior de perguntas e respostas.

Quanto à terceira limitação, o PSAM não foi avaliado em relação a sua usabilidade por estudantes e professores do Curso de Medicina da UFSCar. Conseqüentemente, não foi possível também avaliar o impacto do uso de RA e RV no processo de ensino-aprendizagem.

### 9.3 Lições Aprendidas

Conforme proposto em (ARAGÃO, CASTRO, *et al.*, 2019) as lições aprendidas com o desenvolvimento deste projeto de doutorado contém os seguintes elementos: o evento, indicando o que ocorreu que precisa ser destacado; a causa, indicando por que ocorreu o evento; o impacto, indicando qual foi a consequência do evento; e as ações, indicando o que pode ser feito nos próximos projetos. São apresentadas 05 lições aprendidas:

L01: Fase Validação do Projeto do Ciclo de Engenharia.

- *Evento*: Realização da Fase de Validação do Projeto na 1ª e 2ª iteração do 1º Ciclo de Engenharia e na 1ª iteração do 2º Ciclo de Engenharia, da metodologia utilizada neste projeto de doutorado.

- *Causa:* Ausência de uma parceria formal entre DC/UFSCar e DMed/UFSCar.
- *Impacto:* Validação realizada informalmente.
- *Ação:* Estabelecimento de parceria formal entre professores e estudantes do DC/UFSCar e DMed/UFSCar para realização das atividades de pesquisa.

L02: Fase Avaliação da Implementação do Ciclo de Engenharia.

- *Evento:* Realização da Fase de Avaliação da Implementação no 1º Ciclo e no 2º Ciclo de Engenharia, da metodologia utilizada neste projeto de doutorado.
- *Causa:* Ausência de uma parceria formal entre DC/UFSCar e DMed/UFSCar.
- *Impacto:* Avaliação no 1º Ciclo de Engenharia realizada somente pela doutoranda e avaliação de usabilidade e do impacto de RA e RV no processo de ensino-aprendizagem, no 2º Ciclo de Engenharia, não realizada.
- *Ação:* Estabelecimento de parceria formal entre professores e estudantes do DC/UFSCar e DMed/UFSCar para realização das atividades de pesquisa.

L03: Elaboração do Projeto de Pesquisa envolvendo professores e estudantes do DMed/UFSCar.

- *Evento:* Elaboração de 02 Projetos de Pesquisa, com estruturas diferentes, a serem submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar e ao Hospital Universitário (HU) da UFSCar.
- *Causa:* Exigência de um Projeto de Pesquisa a ser submetido ao HU/UFSCar, mesmo quando tal projeto é submetido ao CEP; ausência de correspondência entre o formato exigido pelo CEP e pelo HU/UFSCar para elaboração do Projeto de Pesquisa; e tempo do trâmite do processo de submissão ao HU/UFSCar a ser considerado no tempo total para elaboração/submissão do Projeto de Pesquisa ao CEP.
- *Impacto:* Repetição de tarefas, desgaste mental e mal aproveitamento do tempo com a elaboração de 02 Projetos de Pesquisa em formatos diferentes e com o trâmite do processo.

- *Ação*: Fomento do diálogo entre professores do DMed/UFSCar no sentido de estimular o pensamento crítico quanto à necessidade ou não de submissão do projeto ao HU/UFSCar, quando há submissão do projeto do CEP, e quanto ao formato do projeto.

L04: Aprovação do Projeto de Pesquisa envolvendo professores e estudantes do DMed/UFSCar.

- *Evento*: Longo período para aprovação do Projeto de Pesquisa.
- *Causa*: Ausência de um fluxograma que apresente os passos e documentos necessários para elaboração do Projeto de Pesquisa.
- *Impacto*: Atraso de 07 meses para o início da pesquisa e impossibilidade de realização desta.
- *Ação*: Elaboração, publicidade e institucionalização de um fluxograma para apresentar os passos e documentos necessários para elaboração e submissão do Projeto de Pesquisa ao CEP da UFSCar, envolvendo professores e estudantes do DMed/UFSCar.

L05: Início do Projeto de Pesquisa envolvendo estudantes do DMed/UFSCar.

- *Evento*: Não manifestação dos estudantes para participação da avaliação, proposta no Projeto de Pesquisa.
- *Causa*: A notificação aos estudantes sobre o Projeto de Pesquisa ocorreu por meio de envio de e-mails pela secretaria do DMed/UFSCar aos estudantes do Curso de Medicina da UFSCar.
- *Impacto*: Impossibilidade de realização da avaliação.
- *Ação*: Estabelecimento de parceria formal entre professores e estudantes do DC/UFSCar e DMed/UFSCar para realização das atividades de pesquisa; e fomento do diálogo entre professores e estudantes do DC/UFSCar e DMed/UFSCar no sentido de estimular o pensamento crítico com relação ao papel da avaliação da pesquisa e quanto à forma de convite para a participação de pesquisas.

## 9.4 Trabalhos Futuros

Embora diversos aspectos tenham sido explorados durante o desenvolvimento deste projeto de doutorado, existem muitos trabalhos que podem contribuir para a evolução dessa pesquisa, os quais foram agrupados em: avaliação de usabilidade do PSAM; uso de dispositivos de RA e RV; uso de algoritmos de IA; desenvolvimento de novas funcionalidades; representação visual do PV; generalização do SPR e do AV; e utilização de padrões para modelagem do PV.

Quanto à avaliação de usabilidade do PSAM, destaca-se o uso dos modelos “Technology Acceptance Model (TAM)” (SZAJNA, 1996) e “Self Assessment Manikin (SAM)” (BRADLEY e LANG, 1994) nos cenários de apoio à ES, de treinamento e de avaliação do estudante.

Quanto ao uso de dispositivos de RA e RV, destaca-se o uso de equipamentos, tais como óculos de RA e RV, nos cenários de apoio à ES, de treinamento e avaliação do estudante.

Quanto ao uso de algoritmos de IA, destacam-se: o cálculo da acurácia dos algoritmos de AM usando um corpus produzido por estudantes e professores do Curso de Medicina da UFSCar; implementação de algoritmos de IA para análise de textos, visando à localização de respostas às perguntas do estudante a partir do texto contido no plano da ES; e a implementação de algoritmos de Aprendizagem Profunda, para permitir a localização da pergunta na medida em que for necessário trabalhar com um maior volume de dados.

Quanto ao desenvolvimento de novas funcionalidades, destacam-se: a criação de diversos casos clínicos para um mesmo PV, para permitir que a história ao longo da vida do PV seja preservada; a implementação de perguntas elaboradas pelo PV, para permitir o diálogo nos dois sentidos; e a implementação da análise de contexto no AV-Gerente.

Quanto à representação visual do PV, destacam-se: o uso de “Generative Adversarial Network (GAN)” (KARRAS, LAINE e AILA, 2019) para gerar imagem artificial de rosto visando a caracterizar a fisionomia do PV; a construção de



personagens 3D dotados de movimentos faciais para representar o PV; e o uso de comunicação verbal entre PV e estudante via reconhecimento de voz.

Quanto à generalização do SPR e do AV, estes devem poder ser empregados em outros personagens virtuais, como por exemplo num Estudante Virtual (EV), que fornece suporte psicológico aos demais estudantes, conversando sobre as dificuldades enfrentadas pelos mesmos. A generalização da abordagem para uso em outros cursos também faz parte de trabalhos futuros.

Quanto à utilização de padrões para modelagem do PV, destacam-se: “Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms (SNOMED CT)” (SNOMED International), que é uma coleção de termos médicos usados na documentação e relatórios clínicos; “Health Level 7 (HL7)” (HL7 International), que é um conjunto de normas internacionais para a representação e a transferência de dados clínicos e administrativos entre sistemas de informação em saúde; Open EHR (openEHR), que é um conjunto de padrões para o armazenamento, recuperação e troca de dados de saúde em Registros Eletrônicos de Saúde; e padrões de dados para o PV como os propostos em (The MedBiquitous Specification for Virtual Patient: A Tool to Facilitate Sharing Is Nearing Readiness) e (TRIOLA, CAMPIOM, *et al.*, 2007).

# REFERÊNCIAS

---

---

- 3D4MEDICAL. Project Esper, 23 set 2019. Disponível em: <<https://3d4medical.com/blog/project-esper>>. Acesso em: 06 out 2019.
- ADAMS, B. S. et al. **NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2017.
- AL-ELQ, H. Simulation-based medical teaching and learning. **J Family Community Med**, 17 jan-apr 2010. 35-40.
- ALEXANDER, B. et al. **EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition**. Louisville. 2019.
- AMAZON Polly. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/polly/>>. Acesso em: 06 out 2019.
- AMAZON Web Services. Disponível em: <<https://aws.amazon.com>>. Acesso em: 19 set 2019.
- ANDRADE, A. F. D.; MADEIRA, C. A. G.; AIRES, S. F. **OSCE Virtual: Simulação de Avaliação de Casos Clínicos**. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013), Workshops (WCBIE 2013). Campinas: [s.n.]. 2013.
- ARAGÃO, B. S. et al. **Test debts identification in a test factory**. Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. Fortaleza-CE (Brasil): [s.n.]. 2019.
- ARRAS, L. et al. "What is relevant in a text document?": An interpretable machine learning approach. **PLoS ONE**, v. 12, n. 8, 2017.
- ARTOOLKIT. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 01 out 2019.
- AZUMA, R. A survey of augmented. **Presence: Teleoperators and Virtual, Vol 6, nº 4**, 1997. 355-385.
- BASTOS, J. A. D. S. L. A. Educação e Tecnologia. **Revista Educação & Tecnologia**, p. 1-19, 2011.
- BECKER, S. A. et al. **NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition..** Louisville. 2018.
- BEIGZADEH, A. et al. Standardized patients versus simulated patients in medical education: are they the same or different. **Journal of Emergency Practice and Trauma**, 2016. 25-28.
- BIODIGITAL. BioDigital. Disponível em: <<https://www.biodigital.com/>>. Acesso em: 06 out 2019.
- BOCCONI,. **Innovating Learning: Key Elements for Developing Creative Classrooms in Europe**. [S.l.]. 2012.
- BOCCONI, S.; KAMPYLIS, P. G.; PUNIE, Y. **Innovating Learning: Key Elements for Developing Creative Classrooms in Europe**. Seville-Spain. 2012.
- BORK, F. et al. The Benefits of an Augmented Reality Magic Mirror System for Integrated Radiology Teaching in Gross Anatomy. **Anatomical Sciences Education**, 2019. Disponível em: <<https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ase.1864>>. Acesso em: 17 out 2019.
- BRADLEY, M. M.; LANG, P. J. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry**, v. 25, n. 1, p. 49-59, 1994.

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, n. 1, 2001.

ÇADIRCI, T. O.; KÖSE, G. G. Augmented Reality as a Tool to Enhance the Experiential Value of Online Shopping: The Future of Fashion Retailing. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/augmented-reality-as-a-tool-to-enhance-the-experiential-value-of-online-shopping/151739>>. Acesso em: 17 set 2019.

CASCAIS, M. D. G. A.; TERÁN, A. F. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. **Revista Ciência em Tela**, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2014.

CASTANHO, M. H. OS MÉTODOS ATIVOS E A EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 29, p. 58-67, 2008.

CAVANI, C. TensorFlow: Word Embedding com Word2Vec, 26 jul 2017. Disponível em: <<https://cirocavani.github.io/post/tensorflow-word-embedding-com-word2vec/>>. Acesso em: 04 set 2019.

CHURCHOSE, C.; MCCAFFERTY, C. Standardized patients versus simulated patients: Is there a difference? **Clinical Simulation in Nursing**, 2012. 363-365.

COOK, D. A. et al. Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA**, 07 september 2001. 978-988.

COOK, D. A. et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: Systematic review and meta-analysis. **Medical Teacher**, 03 september 2012. 867-898.

COOK, D. A.; ERWIN, P. J.; TRIOLA, M. M. Computerized virtual patients in health professions education: a systematic review and meta-analysis. **Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges**, october 2010. 1589-1602.

ELLAWAY, R. et al. Building a virtual patient Commons. **Journal Medical Teacher**, 03 july 2009. 170-174.

ETIENNE, J. A-FRAME, 11 jul 2017. Disponível em: <<https://aframe.io/blog/arjs/>>. Acesso em: 01 out 2019.

ETIENNE, J. three.js-artoolkit. Disponível em: <<https://jeromeetienne.github.io/AR.js/three.js/>>. Acesso em: 01 out 2019.

EVIP - electronic Virtual Patients. Disponível em: <<https://virtualpatients.eu/about/about-evip/>>. Acesso em: 06 out 2019.

FACELI, K. et al. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina. In: \_\_\_\_\_ **Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina**. [S.l.]: LTC, 2011.

FARMER, L. Web 2.0 Technology and Educational Leadership Communication. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/web-technology-educational-leadership-communication/58441>>. Acesso em: 17 set 2019.

FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. Bloom's taxonomy and its adequacy to define instructional objective in order to obtain excellence in teaching. **Gest. Prod.**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FINANCESONLINE - Reviews for Business. Disponível em: <<https://learning-management-system.financesonline.com/>>. Acesso em: 05 set 2019.

FORTE, M. **Uma Arquitetura para Ambientes Ubíquos de Aprendizagem: Desenvolvimento e Avaliação do Módulo de Prática Profissional do Curso de Medicina da UFSCar**. São Carlos: Tese de Doutorado, 2012.

GOMES, R. C. S.; GHEDIN, E. **O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO NA VISÃO DE JEAN PIAGET E SUAS IMPLICAÇÕES A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**. VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas: [s.n.]. 2012.

GREEN, JR, B. F. et al. Baseball: an Automatic Question-Answerer. **Western Joint IRE-AIEE-ACM Computer Conference**, v. 19, p. 219-224, 1961.

HL7 International. Disponível em: <<http://www.hl7.org/>>. Acesso em: 23 out 2019.

HOLOHUMAN. Disponível em: <<https://3d4medical.com/apps/holohuman>>. Acesso em: 07 out 2019.

HUWENDIEK, S. **Virtual Patients for Learning of Clinical Reasoning**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

IGI Global - Disseminator of Knowledge - What is Augmented Reality. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/dictionary/augmented-reality/1858>>. Acesso em: 17 set 2019.

IGI Global - Disseminator of Knowledge - What is Virtual Reality. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/dictionary/characterizing-learning-networked-environments/31773>>. Acesso em: 20 mar 2019.

IMS Global Learning Consortium - Learning Tools Interoperability. Disponível em: <<https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>>. Acesso em: 18 set 2019.

INTERNATIONAL Society for Presence Research, 28 jun 2017. Disponível em: <<https://ispr.info/2017/06/28/how-augmented-reality-will-be-used-in-the-operating-room/>>. Acesso em: 10 nov 2019.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: Edição Ensino Superior 2013**. Austin, Texas. 2013.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2014.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2015.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2016. (978-0-9968527-5-3).

JOHNSON, L.; ADAMS, S.; CUMMINS, M. **The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition**. Austin, Texas. 2012.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. Question Answering. In: \_\_\_\_\_ **Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition**. [S.l.]: [s.n.], 2018.

KAPLAN, E. D. **Understanding GPS: Principles and Applications**. Boston: Artech House Publishers, 1996.

KARRAS, T.; LAINE, S.; AILA, T. **A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks**. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Long Beach-CA: [s.n.]. 2019.

KINECT for Windows. Disponível em: <<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>>. Acesso em: 15 mar 2019.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: \_\_\_\_\_ **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. Petrópolis-RJ: [s.n.], 2007. p. 2-21.

KLEINERT, R. et al. Web-Based Immersive Virtual Patient Simulators: Positive Effect on Clinical Reasoning in Medical Education. **Journal of Medical Internet Research**, v. 17, n. 263, 2015.

KOHONEN, T. **The self-organizing map**. [S.l.]: [s.n.]. 1990. p. 1464-1480.

KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA INTERAÇÃO ENTRE DOIS PROCESSOS COMPORTAMENTAIS. **Interação em Psicologia - Biblioteca Digital de Periódicos**, 2001. 133-170.

LARMER, J. Edutopia, 06 jan 2014. Disponível em: <<https://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer>>. Acesso em: 08 aug 2019.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cad. Pesqui. [online]**, v. 107, p. 187-206, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15741999000200008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15741999000200008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 nov. 2019.

LEMMETTY, S. Review of Speech Synthesis Technology. **Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing**, 30 mar 199. Disponível em: <[http://research.spa.aalto.fi/publications/theses/lemmetty\\_mst/thesis.pdf](http://research.spa.aalto.fi/publications/theses/lemmetty_mst/thesis.pdf)>. Acesso em: 01 out 2019.

LIGA de Medicina Clínica Dr. Paulo Marcelo Martins Rodrigues. Disponível em: <<http://www.medicinaclinica.ufc.br/index.php/casos-clinicos.html>>. Acesso em: 07 out 2019.

LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucato, 2017.

LIMA, V. V. et al. **Projeto de Apoio ao SUS, Termo de Referência, Materiais Educacionais, Programa Circulando Saberes, Série Estações Clínicas**. [S.l.]. 2017.

LINHA Tradicional. Disponível em: <<http://www.pedagogia.com.br/conteudos/tradicional.php>>. Acesso em: 20 ago 2019.

LOZANO-RUBÍ, R.; PASTOR, X.; LOZANO, E. OWLing Clinical Data Repositories With the Ontology Web Language. **Journal of Medical Internet Research (JMIR)**, v. 2, n. 2, 2014.

MANFREDI, S. M. **Metodologia do ensino: diferentes concepções**. Campinas. 1993.

MCCARTHY, J. **What is artificial intelligence?** Stanford University. [S.l.]. 2007.

MEDBIQUITOUS. MedBiquitous. Disponível em: <<https://www.medbiq.org/>>. Acesso em: 06 out 2019.

MICROSOFT. Language Understanding Intelligent Service (LUIS). Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/cognitive-services/luis/>>. Acesso em: 21 set 2019.

MICROSOFT. QnA Maker. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/qnamaker/concepts/knowledge-base>>. Acesso em: 23 set 2019.

MILLS, M. Legal Executive Institute. Disponível em: <<http://www.legalexecutiveinstitute.com/artificial-intelligence-in-law-the-state-of-play-2016-part-1/>>. Acesso em: 21 set 2019.

MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, 2008.

MOODLE. Disponível em: <[https://docs.moodle.org/28/en/About\\_Moodle](https://docs.moodle.org/28/en/About_Moodle)>. Acesso em: 13 ago 2019.

NADKARNI, P. M.; OHNO-MACHADO, L.; CHAPMAN, W. W. Natural language processing: an introduction. **J. Am. Med. Informatics. Assoc.**, v. 18, n. 5, p. 544-551, 2011.

NEDUNGADI, P.; RAMAN, R. The Medical Virtual Patient Simulator (MedVPS) Platform. In: SPRINGER, C. **ntelligent Systems Technologies and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing**. [S.l.]: [s.n.], v. 384, 2016. p. 59-67.

NEGRI, E. C. et al. Clinical simulation with dramatization: gains perceived by students and health professionals. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 25, 2017.

OCHS, M.; BLACHE, P. **Virtual patient for training doctors to break bad news**. Workshop on Architectures for Complex Application Integration (WACAI). [S.l.]: [s.n.]. 2016.

OLIVEIRA, B. L. C. A. et al. Team-Based Learning como Forma de Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida com Centralidade nos Estudantes no Processo Ensino-Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, p. 86-95, 2018.

OPENEHR. Disponível em: <[https://www.openehr.org/about/what\\_is\\_openehr](https://www.openehr.org/about/what_is_openehr)>. Acesso em: 30 out 2019.

ORACLE. Oracle Application Express (Apex). Disponível em: <<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/application-express/18.2/index.html>>. Acesso em: 30 set 2019.

ORACLE. Oracle Database Express Edition (XE). Disponível em: <[https://docs.oracle.com/cd/E17781\\_01/index.htm](https://docs.oracle.com/cd/E17781_01/index.htm)>. Acesso em: 30 set 2019.

OWEN, M. et al. **Pedagogic Issues and Questions from the Science Centre to Go, Augmented Reality, Project Implementation**. Proceedings of the "Science Centro To Go" Workshops. Ellinogermaniki Agogi, Athens, Greece: [s.n.]. 2011. p. 13-29.

PARK, J. S. et al. Visible korean human: its techniques and applications. **Clinical Anatomy**, v. 19, p. 216-224, 2006.

PIGNATEL, A.; BREVI, F. Virtual Reality Systems for Industrial Design Application. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/virtual-reality-systems-industrial-design/45328>>. Acesso em: 17 set 2019.

PLUG-IN. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Plug-in>>. Acesso em: 01 out 2019.

Política do Acervo de Recursos Educacionais em Saúde (ARES). Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (UNA-SUS). Brasília. 2018.

PROFESSORES DO HISTEDBR. Navegando na História da Educação Brasileira - Glossário. Disponível em: <<http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/>>. Acesso em: 20 ago 2019.

RADOVANOVIC, M.; IVANOVIC, M. Text Mining: Approaches and Applications. **Novi Sad Journal of Mathematics (NSJOM)**, v. 38, n. 3, p. 227-234, 2008.

REDE UNA-SUS. Disponível em: <<https://www.unasus.gov.br/institucional/rede>>. Acesso em: 06 out 2019.

RHEM, J. Problem-based learning: an introduction. **The National Teaching & Learning Forum**, 1998.

RIBEIRO, A. C. E. A. **Caderno do Curso de Medicina da UFSCar, Universidade Federal de São Carlos**. [S.l.]. 200?

ROSS, D. T. Structured analysis (sa): A language for communicating ideas. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 3, p. 16-34, 1977.

RUCK, D. W.; ROGERS, S. K.; KABRISKY, M. Feature Selection Using a Multilayer Perceptron. **J. Neural Network Comput.**, v. 2, n. 2, p. 40-48, 1990.

SAMOSKY, J. T. et al. BodyExplorerAR: Enhancing a Mannequin Medical Simulator with Sensing and Projective Augmented Reality for Exploring Dynamic Anatomy and Physiology. **Association for Computing Machinery (ACM)**, Ontário, Canada, 19 fev 2012. 263-270.

SANTANA, E. F. Z. **Uma Abordagem Orientada por Modelos para o Desenvolvimento de Software na Computação Ubíqua**. São Carlos: Dissertação de Mestrado, 2010.

SANTANA, E. F. Z. et al. **Um Ambiente Baseado na WEB 2.0 para Atividades de Simulação na Educação Médica Construtivista**. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. [S.l.]: [s.n.]. 2009.

SANTANA, L. H. Z. **AdeSCoU: Uma Abordagem para o Desenvolvimento de Software na Computação Ubíqua**. São Carlos: Dissertação de Mestrado, 2008.

SANTOS, H. D. F. et al. **Augmented Reality Approach for Knowledge Visualization and Production (ARAKVP) in Educational and Academic Management System for Courses Based on Active Learning Methodologies (EAMS-CBALM)**. Proceedings of ITNG 2016, Advances in Intelligent Systems and Computing. Las Vegas (USA): [s.n.]. 2016.

SANTOS, H. D. F.; SÁBIO, G. D. F. S.; SOUZA, W. L. D. **Abordagem em Realidade Aumentada para Momentos de Aprendizagem Autodirigida**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Uberlândia-MG (Brasil): [s.n.]. 2016.

SAVERY, J. R. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. The Scrum Guide™ - The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game, nov 2017. Disponível em: <<https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>>. Acesso em: 27 set 2019.

SEKOU, S. et al. Enabling Accessibility Features in Enhanced VR Environments for Supporting Spatial Abilities and Social Interaction in Elderly and MCI Patients. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/enabling-accessibility-features-in-enhanced-vr-environments-for-supporting-spatial-abilities-and-social-interaction-in-elderly-and-mci-patients/129273>>. Acesso em: 17 set 2019.

SHARMA, V.; RAI, S.; ANURAG, D. A Comprehensive Study of Artificial Neural Networks. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, v. 2, n. 10, p. 278-284, 2012.

SIDOROV, G. et al. Soft Similarity and Soft Cosine Measure: Similarity of Features in Vector Space Model. **Computación y Sistemas**, 18, n. 3, 2014. 491-504. Disponível em: <<https://medium.com/luizalabs/similaridade-entre-t%C3%ADulos-de-produtos-com-word2vec-5e26199862f0>>. Acesso em: 24 set. 2019.

SNOMED International. Disponível em: <<http://www.snomed.org/>>. Acesso em: 23 out 2019.

SOON, T. J. QR Code. **Synthesis Journal**, p. 59-78, 2008.

SOUZA, W. L. D. et al. **Software de Gestão Pedagógica e Acadêmica para Cursos Baseados em Metodologias Ativas de Aprendizagem (SGPA-CBMAA), ProEx/UFSCar., Processo 23112.000394/2014-48**. São Carlos-SP. 2014.

SOUZA, W. L. et al. **Portfólio Reflexivo Eletrônico Versão 1.0 (PRE V.1.0)**. Número do registro: RS 10306-2, 2010.

STEVENS, A. et al. The use of virtual patients to teach medical students history taking and communication skills. **The American Journal of Surgery**, p. 806-811, 2006.

SUSMAN, G.; EVERED, R. An assessment of the scientific merits of action research.. **Administrative Science Quarterly**, v. 23, n. 4, p. 582-603, 1978.

SZAJNA, B. Empirical evaluation of the revised technology acceptance model. **Management Science**, v. 42, n. 1, p. 85-92, 1996.

TEAM-BASED Learning Collaborative (TBLC). Disponível em: <<https://www.teambasedlearning.org/definition/>>. Acesso em: 13 ago 2019.

TEODORO, N. M. Metodologia de Ensino: Uma contribuição pedagógica para o processo de aprendizagem da diferenciação. Disponível em:

<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2234-8.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

THE Learning Platform that Helps Great Education Happen. Disponível em: <<https://www.instructure.com/canvas/>>. Acesso em: 13 ago 2019.

THE MedBiquitous Specification for Virtual Patient: A Tool to Facilitate Sharing Is Nearing Readiness. Disponível em: <<https://www.aamc.org/professional-development/affinity-groups/gir/viewpoint-medbiquitous>>. Acesso em: 23 out 2019.

THE NEW MEDIA CONSORTIUM. New Media Consortium - About. Disponível em: <<http://www.nmc.org/about>>. Acesso em: 14 ago 2019.

THREE.JS. Disponível em: <[threejs.org](http://threejs.org)>. Acesso em: 10 out 2019.

TORI, R. A presença das tecnologias interativas na educação. **Revista de Computação e Tecnologia da PUC-USP**, v. 2, n. 1, p. 4-16, 2010.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de Realidade Virtual. In: \_\_\_\_\_ **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém-PA: [s.n.], 2006. p. 2-21.

TOTSCHNIG, M.; WILLEMS, C.; MEINEL, C. **openHPI**: Evolution of a MOOC Platform from LMS to SOA. Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU-2013). [S.l.]: [s.n.]. 2013.

TRIOLA, M. M. et al. **An XML Standard for Virtual Patients**: Exchanging Case-Based Simulations in Medical Education. AMIA Annual Symposium Proceedings Archive. [S.l.]: [s.n.]. 2007.

U. S. National Library of Medicine - The Visible Human Project. Disponível em: <[https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible\\_human.html](https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html)>. Acesso em: 15 mar 2019.

UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. CCBS Projeto Político Pedagógico Curso de Medicina UFSCar, São Carlos-SP, Brazil, 2007. Disponível em: <<http://www.prograd.ufscar.br/cursos/cursos-oferecidos-1/medicina/medicina-projeto-pedagogico.pdf>>. Acesso em: 20 mar 2019.

UNA-SUS - Universidade Aberta do SUS - Acervo de Recursos Educacionais em Saúde. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/>>. Acesso em: 18 set 2019.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para Professores: Diretrizes de Implementação**. Paris. 2008.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para Professores: Marco Político**. Paris. 2008.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para Professores: Módulos de Padrão de Competência**. Paris. 2008.

UROVIRT Revista - Caso Clínico. Disponível em: <<https://www.fcm.unicamp.br/urovirt/pt-br/caso-clinico>>. Acesso em: 06 out 2019.

UVA Clinical Data Repository. Disponível em: <<https://med.virginia.edu/phs/administrative-divisions/division-of-biomedical-informatics/uva-clinical-data-repository/>>. Acesso em: 07 out 2019.

VARGA, C. R. R. et al. Relato de Experiência: o Uso de Simulações no Processo de Ensino-Aprendizagem em Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, p. 291-297, 2009.

VIRTUAL Nursing Simulator. Disponível em: <<http://idialab.org/virtual-nursing-simulator/>>. Acesso em: 06 out 2019.

VIRTUAL Patient Simulator. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BmBkCkDzYpE>>. Acesso em: 09 out 2019.



VIRTUAL Reality Check for Medical Students, 02 mar 2015. Disponível em: <<https://artsandsciences.osu.edu/news/virtual-reality-check-medical-students>>. Acesso em: 06 out 2019.

WATSON. Disponível em: <<https://www.ibm.com/watson/br-pt/>>. Acesso em: 23 set 2019.

WATSON, W. R.; WATSON, S. L. An argument for clarity: what are learning management systems, what are they not, what should they become?, v. 51, n. 2, p. 28-34, 2007.

WEBGL. Disponível em: <[webgl.org](http://webgl.org)>. Acesso em: 01 out 2019.

WEN, C. L. Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A Integração da Computação Gráfica, Impressão 3D e Realidade Virtual para Aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 7-15, 2016.

WIERINGA, R. **Designing Requirements Engineering Research**. Proceedings of the 2007 Fifth International Workshop on Comparative Evaluation in Requirements Engineering. Delhi: IEEE Computer Society. 2007. p. 36-48.

WIERINGA, R. **Design science methodology**: principles and practice. Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International conference on Software Engineering. Cape Town, South Africa: [s.n.]. 2010. p. Volume 2.

WIERINGA, R. et al. Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. **Requirements Engineering Journal**, 2006. 102-107.

WIERINGA, R.; MORAH, A. **Technical Action Research as a Validation Method in Information Systems Design Science**. Proceedings of the 7th international conference on design science research in information systems: advances in theory and practice. [S.l.]: [s.n.]. 2012. p. 220-238.

ZAYYAN, M. Objective Structured Clinical Examination: The Assessment of Choice. **Oman Medical Journal**, v. 26, n. 4, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3191703/>>. Acesso em: 15 out 2019.

ZHANG, S.-X. et al. Creation of the Chinese Visible Human Data Set. **The Anatomical Record**, v. Part B: New Anat, p. 190-195, 2003.

ZHU, E. et al. **Augmented Reality in healthcare Education**: An Integrative Review. [S.l.]: PeerJ PrePrints. 2014. p. 1-22.

# Apêndice A

## LISTA DE MAA

---





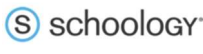



Uma lista extensa de metodologias ativas utilizadas atualmente e extraída de (LARMER, 2014) contém: Aprendizagem Baseada em Casos (*Case-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Desafios (*Challenge-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Comunidade (*Community-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Design (*Design-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Pesquisa (*Inquiry-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Terras (*Land-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Paixão (*Passion-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Local (*Place-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Problema (*Problem-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Proficiência (*Proficiency-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Projeto (*Project-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Serviço (*Service-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Estúdio (*Studio-based Learning*), Aprendizagem Baseada em Equipe (*Team-based Learning*), e Aprendizagem Baseada no Trabalho (*Work-based Learning*).

# Apêndice B

## SGA FINANCESONLINE

---

Dez SGA, selecionados aleatoriamente, a partir da lista elaborada por FinancesOnline (FinancesOnline - Reviews for Business).

Logo	SGA	Pontuação	Satisfação do Usuário	Principais Clientes	Versão Gratuita	Preço
	Abara LMS	8.0	100%	learnEX, Ashford, Jack Jones	Não	\$ 6.000 / escola / ano (até 500 usuários)
<b>Blackboard</b>	BlackBoard	9.0	95%	Metropolitan Nashville Public Shools, Northern Illinois University, Lawrence Public Schools	Não	cotação
	Brightspace	8.8	98%	-	Não	cotação
	Canvas	9.1	98%	Oregon State University, Rutgers, Utah State University	Sim	cotação
<b>edmodo</b>	Edmodo	9.2	96%	Capital Day School, Killian Middle School, Winterville Elementary School, El Vista Elementary	Sim	\$ 2.500 / escola/ano
	Moodle	9.0	98%	McDonald's, British Petroleum, Cisco, Bank of America	Sim	\$ 500 / escola / ano (até 200 usuários)
	Schoology	9.1	97%	Palo Alto Unified School District, Jeffco Public Schools, LASPAU, Vander Cook College of Music	Não	cotação
	Skills Co.	8.0	N/A	-	Sim	-
	Skolera ULP	8.0	N/A	Thebes American College, Glory American School	Não	cotação
	TalentLMS	9.8	99%	cPanel, Shopify, The University of Arizona, Sonus	Sim	\$ 3.948 / escola / ano (até 500 usuários)

# Apêndice C

## PERGUNTAS RAIZ E SINÔNIMO

---

As perguntas em negrito representam as perguntas raiz, sendo que as demais são as perguntas sinônimo.

Classe	Seq	Pergunta
1	1	<b>Qual seu nome?</b>
	2	Como você se chama?
2	3	<b>Olá.</b>
	4	Olá. Como vai?
	5	Olá. Tudo bem?
	6	Como vai?
	7	Tudo bem?
3	8	<b>Olá Lúcia. Tudo bem?</b>
4	9	<b>O que você me conta</b>
	10	O que te traz aqui?
	11	Quais são as novidades?
	12	Está com algum problema?
	13	Algum problema?
	14	O que aconteceu?
5	15	<b>Estamos com um surto de varicela?</b>
6	16	<b>Onde você trabalha?</b>
7	17	<b>Qual a sua profissão?</b>
	18	Trabalha com o que?
	19	Faz o que?
	20	Com o que você trabalha?
	21	O que você faz?
8	22	<b>Gosta do seu trabalho?</b>
9	23	<b>Trabalha há quanto tempo?</b>
	24	Trabalha aqui há muito tempo?
	25	Há muito tempo?
10	26	<b>Qual a sua idade?</b>
	27	Quantos anos você tem?

11	28	<b>Existem crianças na sua área de atuação com diagnóstico de varicela?</b>
	29	Tem crianças com diagnóstico de varicela?
	30	Tem crianças com varicela?
12	31	<b>Tem casos de adultos também?</b>
13	32	<b>Casos de jovens, adolescentes?</b>
14	33	<b>Tem mais detalhes sobre o primeiro caso?</b>
	34	Sabe mais alguma coisa sobre o primeiro caso?
	35	O que mais você sabe sobre o primeiro caso?
15	36	<b>Maria Célia tem outros filhos?</b>
	37	E essa mãe, tem outros filhos?
	38	Ela tem outros filhos?
16	39	<b>E como estão os filhos de Maria Célia?</b>
	40	E como estão os filhos dela?
17	41	<b>Onde você mora?</b>
18	42	<b>Mora aqui há quanto tempo?</b>
	43	Mora aqui há muito tempo?
19	44	<b>Está grávida?</b>
20	45	<b>É a primeira gestação?</b>
21	46	<b>Quantos filhos você tem?</b>
	47	Tem filhos?
	48	Tem mais filhos?
22	49	<b>Qual seu estado civil?</b>
	50	É casado?
	51	É casada?
23	52	<b>Tem algum conhecimento sobre varicela?</b>
	53	Você conhece alguma coisa sobre varicela?
	54	O que você sabe sobre varicela?
24	55	<b>Quando ocorreu o primeiro caso?</b>
	56	Quando foi o primeiro caso?
25	57	<b>E depois do primeiro caso, como foram os demais?</b>
	58	Como foram os outros casos?
	59	E depois disso, o que aconteceu?
	60	E depois do primeiro caso, o que aconteceu?
26	61	<b>Quantas famílias moram na sua área de atuação?</b>
27	62	<b>Quantas crianças menores de 10 anos moram na sua área de atuação?</b>
	63	Quantas crianças são menores de 10 anos?
28	64	<b>Você tem mais detalhes sobre as crianças com diagnóstico de varicela?</b>
	65	As crianças tem contato umas com as outras?
	66	As crianças com varicela tem contato?
29	67	<b>Dessas crianças que estudam na mesma escola e que com varicela, quantas são do sexo masculino e quantas são do sexo feminino?</b>
	68	E você sabe a quantidade de meninos e meninas com varicela?
	69	Dessas crianças que estudam na mesma escola, você sabe quantas são meninas e quantos são meninos?

30	70	<b>Qual a idade das crianças com varicela que estudam na mesma escola?</b>
	71	Quantos anos tem as crianças com varicela que estudam na mesma escola?
31	72	<b>Você tem informações sobre o primeiro caso de varicela?</b>
	73	Você tem mais detalhes sobre o surto?
	74	Você tem mais detalhes sobre como tudo começou?
	75	Você tem mais detalhes sobre os casos?
32	76	<b>E as demais crianças?</b>
	77	Tiveram algum contato com as demais?
	78	São 42 crianças. 32 moram perto. E as outras 8 crianças?
	79	Bom, são 40 crianças. Trinta e duas moram perto. E as demais?
	80	E as outras crianças?
33	81	<b>Qual a sua formação escolar?</b>
	82	Estudou o que?

# **Apêndice D**

## **BASE DE CONHECIMENTO DO PV**

---



<b>Classe</b>	<b>Pergunta Raiz</b>	<b>Resposta Ensinada ao PV</b>
1	Qual seu nome?	Lúcia
2	Olá.	Tudo bem.
3	Olá Lúcia. Tudo bem?	Tudo bem.
4	O que você me conta?	Estou preocupada com o quadro de epidemia de varicela aqui na região
5	Estamos com um surto de varicela?	Parece que sim.
6	Onde você trabalha?	Nessa USF
7	Qual a sua profissão?	ACS
8	Gosta do seu trabalho?	Gosto sim. E conheço muito bem minha área de atuação.
9	Trabalha há quanto tempo?	Há 6 meses estou nessa USF
10	Qual a sua idade?	28 anos
11	Existem crianças na sua área de atuação com diagnóstico de varicela?	Sim, 40 crianças.
12	Tem casos de adultos também?	Não
13	Casos de jovens, adolescentes?	Não
14	Tem mais detalhes sobre o primeiro caso?	O primeiro caso foi o de Bruno, 3 anos, filho de Maria Célia que frequenta a creche.
15	Maria Célia tem outros filhos?	Sim. Dois outros: Rafael e André.
16	E como estão os filhos de Maria Célia?	Os dois também apresentaram o mesmo quadro. Só que André, de 9 anos, está internado com meningite. Segundo Maria Célia, André sempre está com alguma doença, parece ter menos resistência que seus outros filhos.
17	Onde você mora?	Aqui mesmo na região da USF.
18	Mora aqui há quanto tempo?	Moro aqui há 4 anos
19	Está grávida?	Sim.
20	É a primeira gestação?	Não. É a 2ª
21	Quantos filhos você tem?	Um
22	Qual seu estado civil?	Casada

23	Tem algum conhecimento sobre varicela?	Sei pouca coisa. Que é uma doença que ataca mais as crianças e cursa com feridas pelo corpo todo. Sei que não pode coçar porque fica a marca para sempre. Mas tenho algumas dúvidas. Não sei como a varicela é transmitida. Também não sei como é feito o tratamento.
24	Quando ocorreu o primeiro caso?	Foi em 28 de agosto
25	E depois do primeiro caso, como foram os demais?	Após 3 dias do primeiro caso houve o aparecimento de 3 casos diariamente, sendo que os outros dois filhos de Maria Célia, Rafael e André, também apresentaram o mesmo quadro. No entanto, André de 9 anos está internado com meningite.
26	Quantas famílias moram na sua área de atuação?	120 famílias
27	Quantas crianças menores de 10 anos moram na sua área de atuação?	150
28	Você tem mais detalhes sobre as crianças com diagnóstico de varicela?	32 das crianças moram próximas umas das outras e estudam na mesma Escola, 6 tem de 3 a 5 anos, 20 estão na faixa de 6 a 8 anos e 6 acima de 9 anos. Vinte e cinco crianças são do sexo masculino e 7 do feminino. As outras 8 não estudam na mesma Escola e parecem não ter vínculo com as demais.
29	Dessas crianças que estudam na mesma escola e que estão com varicela, quantas são do sexo masculino e quantas são do sexo feminino?	Vinte e cinco crianças são do sexo masculino e 7 do feminino
30	Qual a idade das crianças com varicela que estudam na mesma escola?	6 crianças tem de 3 a 5 anos, 20 estão na faixa de 6 a 8 anos e 6 acima de 9 anos.
31	Você tem informações sobre o primeiro caso de varicela?	Sim. O primeiro caso aconteceu em 28 de agosto, foi o de Bruno. Bruno tem 3 anos, é filho de Maria Célia e frequenta a creche.
32	E as demais crianças?	As outras 8 não estudam na mesma Escola e parecem não ter vínculo com as demais.
33	Qual sua formação escolar?	Ensino fundamental completo

# Apêndice E

## CARACTERES ESPECIAIS, SÍMBOLOS E STOPWORDS

---

---

Caracteres Especiais					
!	&	,	;	\	{
"	'	-	=	]	
#	(	.	?	^	}
\$	)	/	@	_	~
%	*	:	[	`	”
					’

Símbolos		
\$	l	mil
bilhão	litro	milhão
bilhões	m	milhões
cm	metro	ml
Kg	mg	R\$
km		US\$

A	coisas	deveria	está	feitos		muitas	outro	poucos	seríamos	teriam	últimos
à	com	deveriam	estamos	foi	houverei	muito	outros	primeira	seu	teríamos	um
agora	como	devia	estão	fomos	houverem	muitos	para	primeiras	seus	teu	uma
ainda	contra	deviam	estas	for	houveremos	na	pela	primeiro	si	teus	umas
alguém	contudo	disse	estava	fora	houveria	nas	pelas	primeiros	sido	teve	uns
algum	da	disso	estavam	foram	houveriam	nem	pelo	própria	só	ti	US\$
alguma	daquele	disto	estávamos	fôramos	houveríamos	nenhum	pelos	próprias	sob	tido	vendo
algumas	daqueles	dito	este	forem	houvermos	nessa	pequena	próprio	sobre	tinha	ver
alguns	das	diz	esteja	formos	houvesse	nessas	pequenas	próprios	somos	tinham	vez
ampla	de	dizem	estejam	fosse	houvessem	nesta	pequeno	pude	sou	tínhamos	vezes
amplas	dela	do	estejamos	fossem	houvéssemos	nestas	pequenos	quais	sua	tive	vindo
amplo	delas	dos	estes	fôssemos	isso	neste	per	qual	suas	tivemos	vir
ampos	dele	e	estive	fui	isto	nestes	perante	quantos	talvez	tiver	você
ante	deles	é	estivemos	grande	já	no	pode	que	também	tivera	vocês
antes	depois	ela	estiver	grandes	lá	nos	pôde	são	tampouco	tiveram	vos
ao	dessa	elas	estivera	há	lhe	nós	podendo	se	te	tivéramos	vós
aos	dessas	ele	estiveram	haja	lhes	nossa	poder	seja	tem	tiverem	
após	desse	eles	estivéramos	hajam	mais	nossas	poderia	sejam	temos	tivermos	
aquela	desses	em	estiverem	hajamos	mas	nosso	poderiam	sejamos	tendo	tivesse	
aquelas	desta	enquanto	estivermos	havemos	me	nossos	podia	sem	tenha	tivessem	
aquele	destas	entre	estivessem	haveria	mesma	num	podiam	sempre	tenham	tivéssemos	
aqueles	deste	era	estivéssemos	havia	mesmas	numa	pois	sendo	tenhamos	todavia	
aquilo	destes	eram	estou	hei	mesmo	numas	por	ser	tenho	tu	
As	deve	éramos	eu	houve	mesmos	nuns	porém	será	ter	tua	
Às	devem	essa	fazendo	houvemos	meu	O	porque	serão	terá	tuas	
até	devendo	essas	fazer	houver	meus	Os	posso	serei	terão	tudo	
através	dever	esse	feita	houvera	minha	ou	pouca	seremos	terei	última	
cada	deverá	esses	feitas	houverá	minhas	outra	poucas	seria	teremos	últimas	
coisa	deverão	esta	feito	Houvéramos	muita	outras	pouco	seriam	teria	último	

# Apêndice F

## CÁLCULO DA TAXA DE COMPATIBILIDADE

---

---


Cálculo da taxa de compatibilidade para a pergunta formulada “Tem mais detalhes pra me contar?”

Pergunta Ensinada	Tokens Gerados Pergunta Ensinada	Tokens Gerados Pergunta Formulada	Qtde Tokens Correspondentes (A)	Qtde Tokens Pergunta Ensinada (B)	Taxa de Compatibilidade A/B
O que você me conta?	<b>conta</b>	detalhes, <b>contar</b>	1	1	100%
Você tem mais detalhes sobre o surto?	<b>detalhes</b> , surto	<b>detalhes</b> , contar	1	2	50%
Você tem mais detalhes sobre como tudo começou?	<b>detalhes</b> , começou	<b>detalhes</b> , contar	1	2	50%
Você tem mais detalhes sobre os casos?	<b>detalhes</b> , casos	<b>detalhes</b> , contar	1	2	50%

# Anexo A

## PLANO DA ESTAÇÃO DE SIMULAÇÃO

---

	<p><b>Universidade Federal de São Carlos</b></p> <p><i>Curso de Especialização em Saúde da Família</i></p>
---	--

### SIMULAÇÃO DA PRÁTICA PROFISSIONAL

Situação Problema: **Saúde da Criança I**

**Instrução ao estudante:** Você é um profissional de saúde da Equipe de Referência (médico ou enfermeiro) ou de Apoio Matricial da USF Jardim Real, onde está ocorrendo um surto de varicela, e realizará uma investigação epidemiológica de uma doença exantemática com a finalidade de identificar a fonte de infecção e propor medidas de controle. Você conta com a Agente Comunitária de Saúde Lúcia para dar as informações necessárias.

#### **Instruções ao Paciente Simulado “ACS Lúcia”**

Você é a ACS Lúcia, 28 anos, casada e gestante pela 2ª vez (no primeiro trimestre), tem ensino fundamental completo, e conhece muito bem a sua área de atuação. Trabalha nessa USF há 6 meses, mas reside na área há 4 anos. Sabe pouca coisa de Varicela, a não ser que é uma doença que ataca mais as crianças e cursa

com feridas pelo corpo todo, que não pode coçar, pois fica marca para sempre. Você tem dúvidas em relação a essa patologia, não sabe direito como é transmitida e nem como é feito o tratamento e vai solicitar todos os esclarecimentos para que possa orientar as famílias de sua microárea (como reconhecer a doença – sinais e sintomas, como diagnosticar e como tratar).

Na sua microárea moram 120 famílias, sendo que há 150 crianças com menos de 10 anos. Dessas, 40 crianças estão com diagnóstico de varicela, 32 delas moram próximas umas das outras e estudam na mesma Escola, 6 crianças tem de 3 a 5 anos, 20 estão na faixa de 6 a 8 anos e 6 acima de 9 anos. Vinte e cinco crianças são do sexo masculino e 7 do feminino. As outras 8 não estudam na mesma Escola e parecem não ter vínculo com as demais.

O primeiro caso ocorrido em 28 de agosto, foi o de Bruno, 3 anos, filho de Maria Célia que frequenta a creche, sendo que após 3 dias do primeiro caso houve o aparecimento de 3 casos diariamente, sendo que os outros dois filhos de Maria Célia, Rafael e André também apresentaram o mesmo quadro. No entanto, André de 9 anos está internado com meningite. Você deverá questionar a benignidade desta doença. Segundo Maria Célia, André sempre está com alguma doença, parece ter menos resistência que seus outros filhos.

Você deverá perguntar se não é bom vacinar todas as crianças, inclusive os membros da equipe. Além disso, deverá perguntar se não é bom isolar todas as crianças acometidas. Vai dizer que as mães estão assustadas e perguntando o que fazer para não ter mais casos na área.

Você pode ter esses dados escritos em um papel, mas só vai dar essas informações para o especializando, caso ele pergunte.

#### **Disponibilização de Material na Sala:**

- Mesa e duas cadeiras (uma para o especializando e uma para a ACS Lúcia).
- Ficha de notificação de surto de varicela.

**Observação:** A Investigação Epidemiológica é o objeto de trabalho da Vigilância Epidemiológica. É desejável que qualquer profissional de saúde de nível superior, da ESF, se aproprie desta tecnologia. Assim, a Situação Simulada deverá ser a mesma para qualquer profissional de saúde.

**Poderá ser disponibilizado o manual da VE para os profissionais que não seja médico ou enfermeiro (que poderá consultá-lo durante a simulação).**