

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

**ARLETE MARIA VILANCULOS FERRÃO**

**UTILIZAÇÃO DA UML PARA ESTABELECEER UMA METODOLOGIA  
ALICERÇADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A  
MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.**

**Porto Alegre  
2017**

**ARLETE MARIA VILANCULOS FERRÃO**

**UTILIZAÇÃO DA UML PARA ESTABELEECER UMA METODOLOGIA  
ALICERÇADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A  
MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Informática na Educação.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosa Maria Vicari

**Linha de pesquisa:** Paradigmas para a Pesquisa sobre o Ensino Científico e Tecnológico.

Porto Alegre – RS  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

REITOR: Prof. Rui Vicente Oppermann

VICE-REITORA: Prof<sup>a</sup>. Jane Fraga Tutikian

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO: Prof. Celso Giannetti Loureiro Chaves

DIRETOR DO CINTED: Prof. Leandro Krug Wives

DIRECTOR DO PPGIE: Prof<sup>a</sup>. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

#### CIP - Catalogação na Publicação

Vilanculos Ferrão, Arlete Maria

Utilização da UML para Estabelecer uma Metodologia Alicerçada na Teoria de Aprendizagem Significativa para a Modelagem de Objetos de Aprendizagem / Arlete Maria Vilanculos Ferrão. -- 2017.

161 f.

Orientadora: Rosa Maria Vicari.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Metodologias de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem. 2. Aprendizagem Significativa. 3. UML. 4. Objetos de Aprendizagem. 5. Reusabilidade. I. Vicari, Rosa Maria, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Arlete Maria Vilanculos Ferrão

**UTILIZAÇÃO DA UML PARA ESTABELEECER UMA METODOLOGIA  
ALICERÇADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A  
MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Informática na Educação.

Aprovada em 29 de novembro de 2017

---

Profª Drª Rosa Maria Vicari- Orientadora

---

Prof. Dr. António Silva Sprock- UCV

---

Prof. Dr. Crediné Meneses – UFRGS

---

Prof. Dr. Dante Barone- UFRGS

---

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e proteção.

Ao meu marido Pedro António Ferrão, meus filhos Almeiro, Euclides e Pedro Júnior pelo apoio constante e incondicional, amor, encorajamento e terem sabido seguir em frente na minha ausência.

À minha estimada e amável orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosa Maria Vicari, pelos ensinamentos que me transmitiu, incentivo, encorajamento, orientação tanto profissional como para a vida.

Aos Professores António Silva Sprock e Gilleanes Guedes pelo apoio incondicional.

Aos meus pais que souberam criar-me e inculcar em mim valores e princípios para a vida.

À família Flores Penteado por todo o apoio que me prestaram e me fizeram parte da sua família.

Aos colegas do grupo de pesquisa de Inteligência Artificial pelo companheirismo e amizade, especialmente à Fabiane, Guilherme, Cecília, Florêncio, Alan, Luís, Marcos e Reinaldo.

Aos colegas da Escola Superior Técnica por terem aceite fazer parte deste projeto em especial à Cláudia.

Ao CNPq pela oportunidade concedida e por ter financiado os meus estudos.

À todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho e tornaram possível a conclusão do meu programa de doutoramento.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| AGRADECIMENTOS .....                                    | 6  |
| SUMÁRIO.....  | 7  |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....                    | 10 |
| LISTA DE FIGURAS .....                                  | 11 |
| LISTA DE QUADROS .....                                  | 13 |
| RESUMO.....   | 14 |
| ABSTRACT .....  | 15 |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                      | 16 |
| 1.1. JUSTIFICATIVA.....                                 | 18 |
| 1.2. QUESTÃO DE PESQUISA.....                           | 21 |
| 1.3. OBJETIVO GERAL.....                                | 21 |
| 1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                        | 21 |
| 1.5. CONTRIBUIÇÕES DA TESE .....                        | 22 |
| 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO .....                        | 23 |
| 2. METODOLOGIA DE PESQUISA.....                         | 25 |
| 2.1. LOCAL DE PESQUISA.....                             | 28 |
| 2.2. SUJEITO DE PESQUISA .....                          | 28 |
| 2.3. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS .....                   | 29 |
| 2.4. RECURSOS TECNOLÓGICOS.....                         | 29 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO .....                            | 31 |
| 3.1. TEORIAS DE APRENDIZAGEM .....                      | 31 |
| 3.1.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL ..... | 34 |
| 3.1.2. FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....   | 37 |
| 3.1.3. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....    | 40 |
| 3.2. METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE.....   | 40 |
| 3.2.1. CONCEPÇÃO .....                                  | 41 |
| 3.2.2. ELABORAÇÃO .....                                 | 42 |
| 3.2.3. CONSTRUÇÃO .....                                 | 42 |
| 3.2.4. TRANSIÇÃO.....                                   | 42 |
| 3.3. MODELAGEM DE SISTEMAS .....                        | 42 |
| 3.3.1. LINGUAGEM DE MODELAGEM UNIFICADA.....            | 43 |
| 3.3.2. MODELO CONCEITUAL DA UML.....                    | 45 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.4.   | RECURSOS EDUCACIONAIS .....   | 46 |
| 3.4.1. | RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS .....   | 46 |
| 3.5.   | TEORIAS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....   | 46 |
| 3.5.1. | CARACTERÍSTICAS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....  | 49 |
| 3.5.2. | PADRÕES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....  | 53 |
| 3.6.   | A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....                               | 53 |
| 3.7.   | DESIGN ORIENTADO A OBJETOS COMO MECANISMO PARA O ALCANCE DE REUSABILIDADE .....           | 55 |
| 3.8.   | CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....  | 56 |
| 4.     | TRABALHOS RELACIONADOS.....   | 58 |
| 4.1.   | MODELO ADDIE .....  | 59 |
| 4.2.   | PROCESSO RIVED .....  | 60 |
| 4.3.   | METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE OA COM FOCO NA AS .....                                      | 60 |
| 4.4.   | RATIONAL UNIFIED PROCESS .....  | 61 |
| 4.5.   | METODOLOGIA INTERA.....   | 61 |
| 4.6.   | LEARNING OBJECTS DEVELOPMENT PROCESS .....  | 62 |
| 4.7.   | UML PARA MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZADO.....   | 62 |
| 4.8.   | DESENHO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO FERRAMENTAS DE UML .....                    | 63 |
| 4.9.   | COMPARAÇÃO DE PROCESSOS DE MODELAGEM DE OA SOB PERSPETIVA DE ENGENHARIA DE SOFTWARE ..... | 63 |
| 4.10.  | CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....  | 65 |
| 5.     | METODOLOGIA DE MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....                                  | 66 |
| 5.1.   | RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS AOS PROFESSORES .....  | 69 |
| 5.2.   | CICLO DE VIDA DE OBJETO DE APRENDIZAGEM.....  | 71 |
| 5.2.1. | CONTEXTUALIZAÇÃO .....  | 73 |
| 5.2.2. | ANÁLISE DE REQUISITOS .....   | 76 |
| 5.2.3. | PROJETO.....  | 81 |
| 5.2.4. | IMPLEMENTAÇÃO.....  | 87 |
| 5.2.5. | TESTES.....   | 88 |
| 5.2.6. | ENTREGA DO OA.....  | 90 |
| 5.2.7. | VALIDAÇÃO .....   | 93 |



|      |  |     |
|------|--|-----|
| 5.3. | MODELO DE VALIDAÇÃO PEDAGÓGICA PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM..... | 95  |
| 5.4. | CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....                             | 96  |
| 6.   | APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA MODELAGEM DE OA (MOAUML) .....       | 97  |
| 6.1. | TUTORIAL PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE OA.....             | 98  |
| 6.2. | OA “OS NÚMEROS INTEIROS” .....                                   | 101 |
| 6.3. | OA N’SAMAT .....   | 104 |
| 6.4. | 1ª EQUIPE: OA “DESMISTIFICANDO A UML” .....                      | 107 |
| 6.5. | 2ª EQUIPE: OA “JOGO DE SINAIS” .....                             | 110 |
| 6.6. | 3ª EQUIPE: OA “MOC” (Microscópio Ótico Composto).....            | 112 |
| 6.7. | 4ª EQUIPE: OA “DESVIO CONDICIONAL” .....                         | 115 |
| 6.8. | 5ª EQUIPE: OA “FUNÇÕES” .....                                    | 118 |
| 7.   | RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS.....                     | 121 |
| 8.   | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....                               | 129 |
|      | REFERÊNCIAS.....   | 132 |
|      | APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA AOS PROFESSORES.....        | 138 |
|      | APÊNDICE 2: PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO SOBRE OA.....                | 141 |
|      | APÊNDICE 3: IMAGENS DE CAPACITAÇÃO .....                         | 142 |
|      | APÊNDICE 4: OA “OS NÚMEROS INTEIROS” .....                       | 143 |
|      | ANEXO 1: OA “DESMISTIFICANDO UML” .....                          | 147 |
|      | ANEXO 2: OA “JOGO DE SINAIS” .....                               | 149 |
|      | ANEXO 3: OA “ANIMAÇÃO MOC” .....                                 | 151 |
|      | ANEXO 4: OA “DESVIO CONDICIONAL” .....                           | 156 |
|      | ANEXO 5: OA “FUNÇÕES” .....                                      | 160 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |  |
|----------|--|
| ADDIE    | Analyse Design Develop Implement and Evaluate              |
| ADL      | Advanced Distributed Learning Initiative                   |
| BIOE     | Banco Internacional de Objetos Educacionais                |
| CASE     | Computer Aided Software Engineering                        |
| ER       | Entidade Relacionamento                                    |
| ESTEC    | Escola Superior Técnica                                    |
| ESTEC-UP | Escola Superior Técnica da Universidade Pedagógica         |
| FCNM     | Faculdade de Ciências Naturais e Matemática                |
| IEEE     | Institute of Electrical and Electronics Engineering        |
| LODPRO   | Learning Object Development Process                        |
| LOM      | Learning Objects Metadata                                  |
| MOAUML   | Metodologia de Modelagem de Objetos de Aprendizagem em UML |
| MOC      | Microscópio Ótico Composto                                 |
| OA       | Objeto de Aprendizagem                                     |
| OAs      | Objetos de Aprendizagem                                    |
| OBAA     | Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes                |
| OMG      | Object Management Group                                    |
| ORM      | Object Role Modelling                                      |
| RIVED    | Rede Interativa Virtual de Educação                        |
| ROA      | Repositórios de objetos de Aprendizagem                    |
| RUP      | Rational Unified Process                                   |
| SCORM    | Sharable Content Object Reference Model                    |
| TAS      | Teoria de Aprendizagem Significativa                       |
| UML      | Unified Modeling Language                                  |
| UPM      | Universidade Pedagógica de Moçambique                      |
| VP-UML   | Visual Paradigm for UML                                    |

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Estrutura de Trabalho .....                                     | 23  |
| Figura 2: Diagrama de Casos de Uso da Metodologia de Pesquisa.....        | 26  |
| Figura 3: Diagrama de Atividades da Metodologia de Pesquisa.....          | 27  |
| Figura 4: Tópicos pesquisados.....  | 31  |
| Figura 5: Mapa Conceitual para Aprendizagem Significativa de Ausubel..... | 36  |
| Figura 6: Ciclo de vida de desenvolvimento de Software.....               | 41  |
| Figura 7: Mapa conceitual da Metodologia .....                            | 68  |
| Figura 8: Meios de Ensino .....   | 69  |
| Figura 9: Softwares Utilizados pelos Professores.....                     | 70  |
| Figura 10:Desempenho dos Alunos.....                                      | 70  |
| Figura 11:Conhecimentos sobre OA.....                                     | 71  |
| Figura 12: Conhecimentos sobre as Metodologias .....                      | 71  |
| Figura 13: Casos de Uso .....   | 76  |
| Figura 14:Pós-condições da fase de análise de requisitos.....             | 80  |
| Figura 15: Pós-condições da fase de análise de requisitos.....            | 81  |
| Figura 16: Processo Jogar .....   | 83  |
| Figura 17: Processo de consulta.....                                      | 84  |
| Figura 18: Componentes .....  | 85  |
| Figura 19: Tela Principal .....   | 86  |
| Figura 20: Tela do jogo .....   | 86  |
| Figura 21: Interface do Repositório COGNIX.....                           | 92  |
| Figura 22: Familiaridade com OAs .....                                    | 121 |
| Figura 23: Conhecimentos de Metodologias.....                             | 122 |
| Figura 24: Utilização de MOAUML .....                                     | 127 |
| Figura 25: Importância de Modelagem .....                                 | 127 |
| Figura 26: UML como linguagem de Modelagem.....                           | 128 |
| Figura 27: Processo de realizar jogo.....                                 | 143 |
| Figura 28: Diagrama de Classes Os Números Inteiros .....                  | 144 |
| Figura 29: Diagrama de Sequências Jogar.....                              | 144 |
| Figura 30: Diagrama de Sequencias Visualizar Conceitos.....               | 145 |
| Figura 31: Processo de consultar teorias .....                            | 145 |
| Figura 32: Processo de jogar .....  | 146 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 33:Diagrama de casos de uso- Desmistificando a UML..... | 147 |
| Figura 34: Diagrama de Classes-Desmistificando a UML.....      | 148 |
| Figura 35: Casos de uso-Jogo de Sinais .....                   | 149 |
| Figura 36:Esboço do OA Jogo de Sinais .....                    | 150 |
| Figura 37: Diagrama de casos de uso-MOC .....                  | 151 |
| Figura 38: Diagrama de Casos de uso-MOC .....                  | 152 |
| Figura 39: Diagrama de Classes-MOC .....                       | 152 |
| Figura 40: Diagrama de Sequências-MOC .....                    | 153 |
| Figura 41:Diagrama de Atividades-MOC .....                     | 154 |
| Figura 42: Diagrama de Componentes-MOC .....                   | 154 |
| Figura 43: Esboço do MOC.....                                  | 155 |
| Figura 44: Caso de uso do OA Desvio Condicional .....          | 156 |
| Figura 45: Diagrama de classes do OA desvio condicional .....  | 157 |
| Figura 46: Diagrama de Sequencias .....                        | 157 |
| Figura 47:Diagrama de sequencias trajeto.....                  | 158 |
| Figura 48: Diagrama de atividade .....                         | 158 |
| Figura 49: Processo de buscar trajeto .....                    | 159 |
| Figura 50: Diagrama de Casos de Uso “Funções” .....            | 160 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1: Comparação de Processos de Modelagem de OA .....          | 64  |
| Quadro 2: Análise Comparativa ADDIE e RUP .....                     | 67  |
| Quadro 3: Ciclo de Vida de desenvolvimento de OA .....              | 72  |
| Quadro 4: Relatório de Contextualização de OA .....                 | 75  |
| Quadro 5: Relatório de Requisitos .....                             | 79  |
| Quadro 6: Cronograma de Atividades .....                            | 80  |
| Quadro 7: Modelo de Testes.....                                     | 90  |
| Quadro 8: Modelo de avaliação pedagógica.....                       | 95  |
| Quadro 9: Comparação MOAUML e demais Processos de Modelagem.....    | 97  |
| Quadro 10: Relatório de Análise de Requisitos “Tutorial” .....      | 100 |
| Quadro 11: Relatório de Contextualização “Números Inteiros” .....   | 102 |
| Quadro 12: Análise de Requisitos “Números Inteiros”.....            | 103 |
| Quadro 13: Contextualização N´SAMAT .....                           | 105 |
| Quadro 14: Análise de requisitos N´SAMAT .....                      | 106 |
| Quadro 15: Contextualização Desmistificando UML.....                | 108 |
| Quadro 16: Análise de Requisitos Desmistificando UML .....          | 109 |
| Quadro 17: Contextualização “Jogo de Sinais”.....                   | 110 |
| Quadro 18: Análise de Requisitos Jogo de Sinais .....               | 111 |
| Quadro 19: Relatório de Contextualização “MOC” .....                | 112 |
| Quadro 20: Análise de Requisitos MOC .....                          | 114 |
| Quadro 21: Relatório de contextualização “Desvio Condicional” ..... | 116 |
| Quadro 22: Relatório de Contextualização “Funções”.....             | 119 |
| Quadro 23: Análise de Requisitos “ OA Funções”.....                 | 120 |
| Quadro 24: Comparação das Modelagens realizadas pelas Equipes.....  | 125 |
| Quadro 25: Documentação de casos de uso .....                       | 143 |
| Quadro 26: Requisitos Funcionais – Desmistificando a UML.....       | 147 |
| Quadro 27: Casos de Uso – Desmistificando a UML .....               | 148 |
| Quadro 28: Requisitos Funcionais-Jogo de Sinais .....               | 149 |
| Quadro 29: Requisitos Funcionais-Jogo de Sinais .....               | 150 |
| Quadro 30: Requisitos Funcionais-MOC .....                          | 151 |
| Quadro 31: Documentação Desvio Condicional .....                    | 156 |
| Quadro 32: Diagramas de casos de uso “Funções” .....                | 160 |
| Quadro 33: Documentação de casos de uso .....                       | 161 |

## RESUMO

A UML é uma linguagem de modelagem largamente aceita entre profissionais da área de computação para a modelagem de sistemas simples e complexos. Tomando em consideração que os objetos de aprendizagem são entidades digitais, para o seu desenvolvimento, a utilização de metodologias torna-se um imperativo, se o objetivo for o de oferecer ao setor de educação ferramentas capazes de apoiar o processo de ensino aprendizagem. Os objetos de aprendizagem são ferramentas que podem contribuir para o aluno alcançar a aprendizagem significativa, se forem desenvolvidos dentro dos parâmetros considerados facilitadores da aprendizagem significativa. A presente pesquisa propõe uma metodologia alicerçada na aprendizagem significativa, denominada Metodologia de Modelagem de objetos de aprendizagem em UML (MOAUML) baseada em princípios de UML e de Design Instrucional, para a modelagem de objetos de aprendizagem, com vista a facilitar o desenvolvimento de objetos de aprendizagem que favoreçam a aprendizagem. Objetivando a validação da metodologia, equipes com diferentes perfis profissionais, modelaram 9 objetos de aprendizagem entre novos e legados. O resultado das modelagens mostrou que a utilização da MOAUML contribuiu para a facilidade na modelagem de objetos de aprendizagem, embora tenha sido mais fácil para equipes que já estavam familiarizadas com métodos de modelagem de software.

Palavras-chave: Metodologias de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem, Aprendizagem Significativa, Objetos de Aprendizagem, Linguagem de Modelagem Unificada, Reusabilidade.

## ABSTRACT

The UML is a widely accepted modelling language among computer specialists from simple to complex systems. In order to develop learning objects as digital entities, it is very important the utilization of any methodology aiming to deliver to the education sector capable tools for supporting the process of teaching learning. The learning objects are powerful tools that can contribute for student's achievement of meaningful learning. This fact can be true only if the development procedures satisfied some characteristics considered facilitators of meaningful learning. This study proposes a methodology based on the meaningful learning, designated Modelling of Learning Objects Using UML (MOAUML) based on principles of UML and Instructional Design, for the modelling of learning objects targeting to facilitate the development of learning objects that promote meaningful learning. In order to validate the MOAUML, different teams with distinguish profiles, were modelled 9 learning objects among news and legacies. The results of that process disclosed that the use of MOAUML contributes to the ease of modelling learning objects, although it has been easier for teams that were already familiar with software modelling processes.

Keywords: Learning Object Development Methodologies, Meaningful Learning, Learning Objects, Unified Modelling Language, Reusability.

# 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm-se assistido à várias ações de pesquisadores da área de tecnologias educacionais, promovendo o desenvolvimento de recursos educacionais visando o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. Esses recursos que podem ser ou não digitais, permitem a circulação de informação por via de jornal, rádio, televisão, livros e computadores, que podem ser considerados recursos educacionais, desde que estejam em interação com o ambiente escolar no processo de ensino-aprendizagem (BRITO, PURIFICAÇÃO, 2006).

Os profissionais da área de educação são desafiados a construir tais recursos educacionais visando o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, cientes que esse processo demanda a intervenção de profissionais de várias áreas de domínio científico, tecnológico e pedagógico. (BRITO, PURIFICAÇÃO, 2006).

Esses recursos educacionais recebem várias denominações tais como por exemplo, recursos educacionais abertos, software educativo e objetos de aprendizagem. O fato de intervirem profissionais de áreas diversificadas no desenvolvimento de tais recursos, há necessidade de buscar mecanismos de comunicação eficazes e eficientes para evitar ambiguidades na interpretação de instruções entre os membros da equipe de desenvolvimento. O mecanismo de comunicação a que se refere este trabalho, são as metodologias de desenvolvimento de recursos educacionais, que variam muito de acordo com o tipo de recurso a produzir.

Todavia, considerando a conjuntura atual dos recursos educacionais digitais, o desafio que se enfrenta é o de disponibilizá-los adequadamente para abranger o maior número possível de usuários, sem barreias de tempo, de espaço, de lugar, e, por último, permitindo que os interessados possam desenvolver os seus próprios recursos educacionais utilizando o mínimo de recursos financeiros, humanos e de tempo. O maior obstáculo no processo de desenvolvimento, está relacionado com a forma como tais recursos tecnológicos devem ser desenvolvidos para que alcancem os resultados esperados.

Por conseguinte, esta pesquisa tem como finalidade, a utilização do método de engenharia de software, *Unified Modelling Language* (UML) e das técnicas de design instrucional para desenvolver uma nova metodologia de modelagem para objetos de



aprendizagem que favoreçam, em particular, a aprendizagem significativa (AS) satisfazendo as características pedagógicas e técnicas específicas.

A UML é uma linguagem padrão para a elaboração da estrutura de projetos de software, pode ser utilizada para a visualização, especificação, construção e a documentação de artefatos que façam uso de sistemas complexos de software. A ênfase da UML é dada na definição de uma linguagem de modelação padrão e, por conseguinte, independente de linguagens de programação, de ferramentas CASE, bem como dos processos de desenvolvimento. A UML é independente de ferramentas de modelagem, embora as suas especificações incluam sugestões para os fabricantes de ferramentas adotarem na apresentação de tópicos no desenho de diagramas, cor, e navegação entre esquemas. Além dos mecanismos de extensão e de modelagem, a UML possui também, elementos para modelar, processos e *threads*, distribuição e concorrência, padrões de projeto e colaborações, diagramas de atividade, refinamento, interfaces e componentes, e linguagens de restrições. Pelo fato de ter sido adotado pela OMG, contribui bastante para a sua popularização na indústria, especialmente no design de aplicações orientadas a objetos. (RUMBAUGH, BOOCH, JACOBSON, 2005; HALPIN, 2009; BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

A aprendizagem significativa de acordo com Ausubel (1963) é por excelência, o mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de informações de um corpo de conhecimentos sendo, portanto, o mais importante na aprendizagem escolar. Por essa razão os objetos de aprendizagem desenvolvidos a partir desta proposta visam permitir que o aluno aprenda de forma significativa. A utilização da aprendizagem significativa na sala de aulas, tem a ver com a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo para fins pedagógicos. Esta manipulação, é efetuada substantiva ou programaticamente (MOREIRA, 2011; MOREIRA, MASINE, 2006).

A avaliação da aprendizagem significativa não constitui uma tarefa trivial, segundo Ausubel (1963), pois uma das formas para tal avaliação, é a de permitir que o aluno resolva problemas de forma independente, ou fornecer ao aluno atividades que pressupõem a aplicação de conhecimentos prévios adquiridos.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de tecnologias denominadas educacionais, com o propósito de impulsionar o processo de ensino-aprendizagem, tem vindo a ganhar espaço considerável entre os profissionais ligados de alguma maneira à área educacional.

De acordo com Wiley (2000), a tecnologia educacional emergente denominada objeto de aprendizagem (OA) é tida como uma das tecnologias para as futuras gerações de design instrucional, desenvolvimento e distribuição, devido às suas características de reutilização, adaptabilidade, escalabilidade, interatividade e autonomia. Assim, os objetos de aprendizagem (OAs) são considerados entidades digitais baseados no paradigma orientado à objetos da ciência de computação segundo vários pesquisadores como Wiley (2000), Tarouco, Fabre, Tamusiunas (2003), Braga et al., (2013). Portanto, podem ser distribuídos e acessados pela Internet abrangendo vários usuários ao mesmo tempo. Mas, os OA ainda são armazenados em repositórios que são protegidos por senhas de acesso.

Tendo em conta que os objetos de aprendizagem são entidades digitais, então, a utilização de métodos, técnicas, metodologias e processos que são empregues no desenvolvimento de softwares para desenvolvê-los, é um argumento válido. Para o desenvolvimento de software, existe uma disciplina da área de conhecimento das ciências de computação denominada Engenharia de Software que se ocupa do processo do projeto e do desenvolvimento de software utilizando tecnologias e práticas de gestão de projetos. Pressman (2011), defende que além de processos, a Engenharia de Software também integra vários métodos e ferramentas que permitem a construção de sistemas tanto simples quanto complexos, dentro do prazo estabelecido e com qualidade aceitável. Nesta pesquisa, restringe-se à utilização do método de software denominado UML, uma linguagem padrão, adequada e largamente aceita nos meios académicos, para a modelagem de sistemas de informação tanto corporativos a serem distribuídos a aplicações baseadas na web, como sistemas complexos de tempo real. Além disso, a UML é uma linguagem amplamente utilizada para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos e sistemas complexos de software. (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

No entanto, no estágio atual de desenvolvimento tecnológico, a potencialidade da visão orientada à objetos, tem sido adotada no desenvolvimento de softwares para todos

os domínios de problemas, tamanhos e complexidade. Esse fato não é isolado pois, muitas linguagens de programação, sistemas operacionais e ferramentas contemporâneas são orientadas à objetos, fortalecendo a visão do mundo em termos de objetos. (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

Não obstante poder-se utilizar a UML para a modelagem de OA à semelhança de modelagem de softwares, os OA apresentam uma diferença dos tradicionais produtos de softwares, uma vez que requerem a definição de requisitos pedagógicos. Nesse sentido, é necessário integrar esses requisitos na modelagem dos OA. Porém, verifica-se que a maior parte dos processos existentes para o desenvolvimento de OA, demandam equipes multidisciplinares, o que sugere, já à priori, a necessidade de utilização de uma metodologia adequada para o seu desenvolvimento, de modo que haja uma maior coordenação, cumprimento dos prazos de execução, documentação histórica adequada e consequentemente o alcance de objetivos traçados.

Uma vez que um dos objetivos principais de um OA é de auxiliar o processo de ensino aprendizagem, portanto as teorias de aprendizagem devem desempenhar um papel principal no alicerce da construção desses OAs. Para a presente pesquisa, a teoria de aprendizagem eleita foi a teoria de aprendizagem significativa (TAS) para embasamento dos OAs, pois é uma teoria cognitivista<sup>1</sup> da atualidade que considera a aprendizagem como um processo interior e pessoal, em que o aluno deve participar ativamente de modo a construir o seu próprio conhecimento e progredir de acordo com as suas capacidades e interesses ao longo do tempo. Por outro lado, a aprendizagem significativa segundo Moreira (2011), é um processo de interação que resulta do armazenamento organizado da informação na mente do indivíduo que aprende, e, está voltada à sala de aulas da atualidade.

Deste modo, construir uma metodologia que utilize a UML como método de modelagem de OA, que esteja alicerçada na TAS (Teoria de Aprendizagem Significativa), é o propósito deste trabalho. Das pesquisas aos trabalhos disponíveis sobre a modelagem de objetos de aprendizagem, a exemplo da UML para a modelagem de objetos de aprendizado, desenho de objetos e aprendizagem utilizando ferramentas de

---

<sup>1</sup> Cognitivismo é uma teoria que procura descrever, em linhas gerais, o que acontece quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente.

UML, metodologia de construção de OA com foco na AS, obtiveram-se as seguintes constatações:

- a. Os benefícios fornecidos pelas linguagens de modelagem de sistemas não estão sendo muito explorados para o desenvolvimento de OA;
- b. Os trabalhos que utilizaram alguma linguagem de modelagem para o desenvolvimento de OA, não levaram em conta o equilíbrio que tem de ser estabelecido entre os requisitos pedagógicas, técnicos e de interação homem máquina.
- c. Das pesquisas publicadas, como é o caso do trabalho de Canto Filho, et al. (2011), que aborda a UML como ferramenta para a modelagem de objetos de aprendizado, restringe-se apenas as etapas de levantamento e análise de requisitos e não foi mais aprofundado;
- d. A fase de levantamento e análise de requisitos segundo Guedes (2011), deve identificar dois tipos de requisitos, funcionais e não funcionais. Pese embora o trabalho de Canto Filho et al. (2011) tenha feito menção ao levantamento de ambos requisitos, a modelação restringiu-se aos requisitos funcionais do OA, tendo faltado a modelação de requisitos pedagógicos;
- e. O conceito de OA é relativamente novo em relação às metodologias de desenvolvimento de software. Sendo assim, tendo em conta que o OA pode ser tratado como produto de software, de acordo com argumentos de vários autores citados ao longo deste trabalho, pode-se utilizar estas metodologias para o desenvolvimento de OA. Por conseguinte, confronta-se com uma situação em que há necessidade de enquadrar os requisitos pedagógicos na fase de levantamento e análise de requisitos. Todavia, não se encontrou alguma pesquisa que tenha utilizado a UML para a modelagem de requisitos pedagógicos dos objetos de aprendizagem.

Das constatações descritas nesta seção, buscou-se a possibilidade de utilizar da linguagem de modelagem visual UML para a modelagem de requisitos não só funcionais, mas, também a modelagem de requisitos pedagógicos dos OA. Estabelecer uma metodologia para modelagem de OA, sugerir os diagramas imprescindíveis nessa modelagem, tendo em conta que, os OA advindos dessa modelagem, deverão favorecer a AS, para que esta lhes confira objetivos pedagógicos, formas de aplicação e avaliação claros. Fornecer a metodologia aos professores de modo a construírem os seus próprios

OA e verificar se existe ou não a facilidade de utilizar a metodologia proposta neste trabalho na modelagem de OA.

## **1.2. QUESTÃO DE PESQUISA**

Ao longo deste processo de pesquisa e tendo sido analisados os trabalhos publicados em anais de congressos, *proceedings*, repositórios de trabalhos científicos, entre outras fontes referenciadas neste texto, surgiram algumas dúvidas e questionamentos, os quais nos conduziram à questão norteadora desta pesquisa:

*A Utilização da Linguagem de Modelagem UML para constituir uma metodologia alicerçada na teoria de aprendizagem significativa pode facilitar a modelagem de objetos de aprendizagem?*

Buscando responder a esta questão de pesquisa foram definidos o objetivo geral e objetivos específicos a seguir.

## **1.3. OBJETIVO GERAL**

Propor uma metodologia alicerçada em UML, embasada na teoria de aprendizagem significativa, que contribua para a melhoria do desenvolvimento de objetos de aprendizagem que reúnam os requisitos técnicos, pedagógicas e de interação homem-máquina.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Verificar o estado de arte de processos de desenvolvimento de OA;
2. Examinar as práticas atuais de utilização de UML para modelagem de OA;
3. Desenvolver um processo para a modelagem de objetos de aprendizagem utilizando a UML
4. Reconstruir OA existentes nos Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) utilizando a UML;
5. Modelar novos objetos de aprendizagem utilizando a metodologia;

## 1.5. CONTRIBUIÇÕES DA TESE

As principais contribuições desta pesquisa são:

- Oferecer uma metodologia que concilie as práticas de engenharia de software e do design instrucional específicas para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem que favoreçam a aprendizagem significativa, contribuindo desta forma para o enriquecimento da proposta de Monteiro et al, (2006), que não apresenta nenhuma abordagem sobre Engenharia de software e também o trabalho de Queiros, que não discutiu as técnicas de design instrucional.
- Permitir aos desenvolvedores de objetos de aprendizagem a definir corretamente a granularidade do objeto de aprendizagem, pois só desse modo, poder-se-á alcançar maior grau de reusabilidade. As pesquisas de Canto Filho et al. (2011), Monteiro et al. (2006), Dominguéz, Sáinz, Gutierrez (2006) que não tiveram em consideração a influência que a granularidade possa causar na reusabilidade de OAs.
- Facilitar aos desenvolvedores de objetos de aprendizagem a ter em conta os conhecimentos prévios do aluno, visando o favorecimento da aprendizagem significativa. Pois, nenhuma das pesquisas relacionadas como de Canto Filho et al. (2011), Monteiro et al. (2006), Dominguéz, Sáinz, Gutierrez (2006), Braga et al. (2012) discutiu a importância de conhecimentos prévios.
- Promover a utilização de COGNIX para a catalogação de objetos de aprendizagem, uma vez que permite a catalogação semiautomática de OAs facilitando desse modo essa tarefa, contrariamente ao Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) referenciado por Braga et al. (2012).
- Disponibilizar a metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Em nenhum caso dos trabalhos relacionados mencionados nesta pesquisa, encontramos uma proposta de armazenamento e divulgação da metodologia.
- Recomendar aos desenvolvedores de objetos de aprendizagem a escolha de diagramas a utilizar para cada tipo de OA pois, verificou-se que as metodologias desenvolvidas por Dominguéz, Sáinz, Gutierrez (2006), Canto Filho et al. (2011) que trabalharam com a UML, não oferecem nenhuma proposta, sobre que casos e quais os diagramas que podem ser utilizados.
- Permitir a verificação das características pedagógicas, incluindo a verificação da existência de evidência da aprendizagem significativa através do modelo

LORI (*Learning Object Review Instrument*) estendido, para adequar ao contexto da presente pesquisa.

## 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho apresentado em diagrama de classes consta na figura 1. O diagrama comporta 10 classes, que correspondem os 10 capítulos da tese, onde os atributos identificam as características de cada capítulo. A utilização da modelagem UML como metodologia de escrita da tese é propositada e visa familiarizar o leitor com a sua utilização.

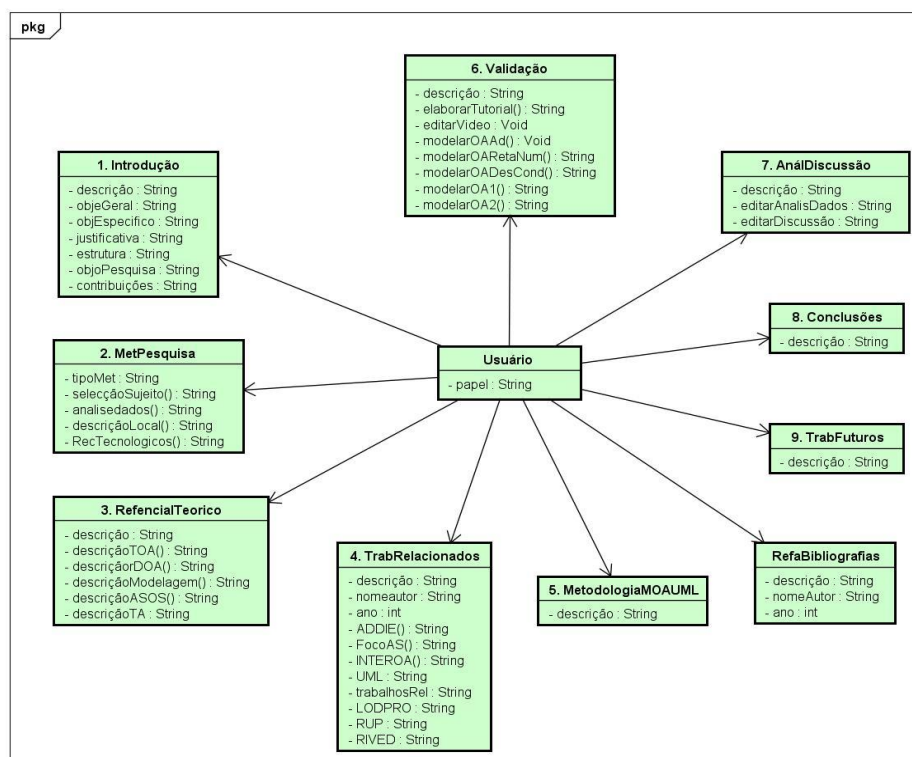


Figura 1: Estrutura de Trabalho

Fonte: Pesquisadora

Na figura 1, pode-se observar que a classe Introdução corresponde ao 1º capítulo, que agrega os subcapítulos que estão representados pelos métodos da classe Introdução nomeadamente, objetivos, justificativa, estrutura do trabalho, objeto de pesquisa e contribuições. O 2º capítulo é representado pela classe Metodologia de Pesquisa, contendo os métodos, tipo de pesquisa, sujeito de pesquisa, local de pesquisa e seleção de tecnologias. O 3º capítulo é referenciado pela classe Referencial Teórico que por sua vez contém a discussão dos conceitos de teorias de objetos de aprendizagem, design orientado a objetos, conceitos de modelagem de sistemas, teorias de aprendizagem e

aprendizagem significativa e por último, objetos de aprendizagem. O 4º capítulo corresponde a classe de trabalhos relacionados, pode-se verificar que os métodos desta classe são os títulos dos trabalhos relacionados nomeadamente, *Analyse, Design, Develop, Implement and Evaluate* (ADDIE) discutido por Reiser e Dempsey (2002), *Learning Object Development Process* (LODPRO), pesquisa de Queiros et al. (2016), *Rational Unified Process* (RUP) abordado por Kruchten (2003), Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) desenvolvida pela <sup>2</sup>SEED (S/A), *Unified Modeling Language* (UML) para a Modelagem de Objetos de Aprendizagem, pesquisa de Canto Filho et al. (2011), e *Metodologia de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem com Foco na Aprendizagem Significativa*, trabalho de autoria de Monteiro et al. (2006). A 5ª classe correspondente ao capítulo 5 e descreve a metodologia que se propõe nesta pesquisa. O 6º capítulo refere-se à verificação da metodologia proposta na pesquisa, através da descrição dos modelos criados por várias equipes. A classe 7 corresponde ao capítulo de análise e discussão dos resultados. A classe 8 faz referência às conclusões, sendo as classes 9 e 10, referentes aos trabalhos futuros e referências bibliográficas, respectivamente.

---

<sup>2</sup>SEED Secretaria de Educação à Distância



## 2. METODOLOGIA DE PESQUISA

No âmbito da ciência, existem discussões acerca dos conceitos de metodologia e método uma vez que têm sido utilizadas como se de sinônimos se tratassem. Porém, alguns pesquisadores como Zannela (2011) corroborada por Prodanov e Freitas (2013), definem Metodologia como sendo uma disciplina que consiste em estudar, compreender, avaliar, explicar e interpretar os vários métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica. Do outro ponto de vista, Metodologia é considerada a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados, objetivando a construção de conhecimento com vista a comprovar sua validade e utilidade nas diversas esferas da sociedade. Por conseguinte, métodos de acordo com os argumentos de Zannela (2011) e Prodanov e Freitas (2013), definem como sendo uma forma ordenada, caminho, técnicas, meios, procedimentos ou vias a empregar na investigação, na busca de conhecimento.

As metodologias de acordo com GIL (2002), são classificadas quanto aos objetivos podendo ser exploratórias, explicativas e descritivas, e, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, são classificadas em bibliográfica, documental, experimental, pesquisa-ação, *ex post facto*, participante, estudo de caso, estudo de coorte, estudo de campo e levantamento. Por sua vez pesquisadores como Prodanov e Freitas (2013), consideram que as pesquisas científicas são classificadas quanto à natureza em pesquisa básica e pesquisa aplicada, quanto aos objetivos em pesquisa descritiva, exploratória e explicativa e por fim quanto aos procedimentos técnicos utilizados classificam-nas em pesquisa bibliográfica, documental, experimental, pesquisa-ação, *ex post fact*, participante, estudo de caso e operacional.

A presente pesquisa, quanto à natureza é aplicada, quanto à forma de abordagem do problema classifica-se como qualitativa, quanto aos objetivos é explicativa e quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa de campo, visto que visa o aprimoramento das metodologias de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, adequando-as à novas realidades acompanhando deste modo o desenvolvimento tecnológico.

Além do enquadramento da pesquisa, foram utilizadas as potencialidades da UML, uma vez que é linguagem de projeto para modelar e mostrar como o processo que conduziu a presente pesquisa, através das figuras 2 e 3. Essas figuras ilustram através de

casos de uso e diagrama de atividades, a metodologia adotada na realização da presente pesquisa. Cada caso de uso representa o processo todo de desenvolvimento da pesquisa.

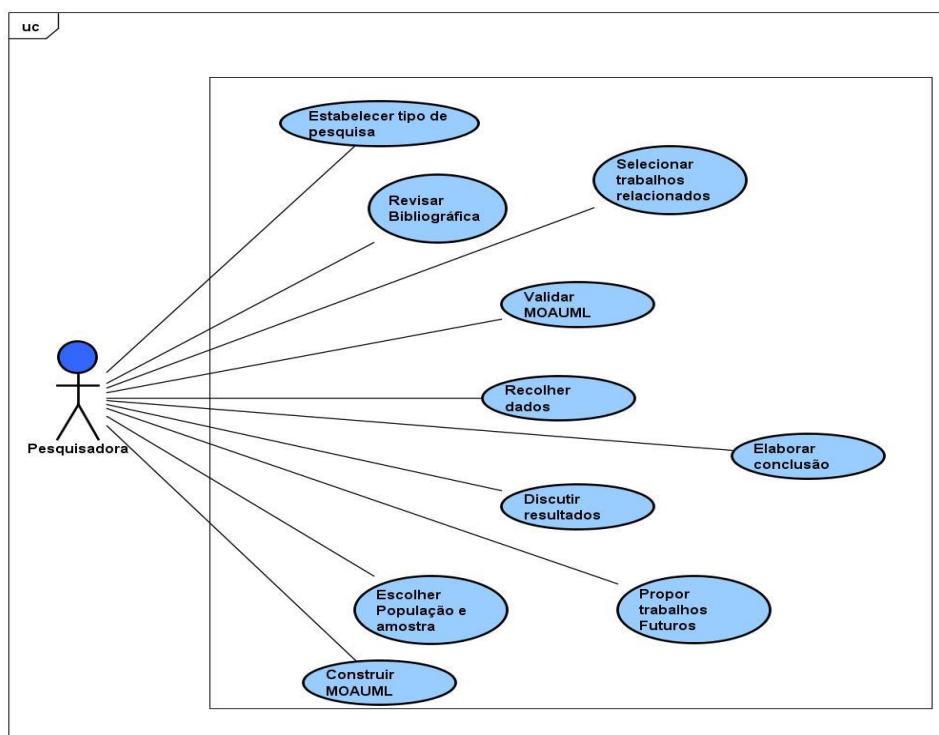


Figura 2: Diagrama de Casos de Uso da Metodologia de Pesquisa  
Fonte: Pesquisadora

Para a obtenção de suporte teórico foi inicialmente feita uma revisão bibliográfica de temas e conceitos relevantes para este estudo, como teorias de aprendizagem, metodologias de desenvolvimento de software, modelagem de sistemas, teorias de objetos de aprendizagem, aprendizagem significativa e objetos de aprendizagem e design orientado a objetos com base em teses de doutorado disponíveis nos repositórios de algumas universidades como a <sup>3</sup>UFRGS, a <sup>4</sup>UFSC, a <sup>5</sup>UFABC e a <sup>6</sup>UFMG.

Fora isso, buscou-se também artigos científicos publicados em anais, conferências como TISE, LACLO, CBIE, *proceedings*, revistas científicas como RENOTE, *Journal of Learning Object Technology*, livros físicos e eletrônicos encontrados a partir do google scholar. Dessa revisão, foram selecionados 8 trabalhos nomeadamente, o Processo ADDIE, Processo RIVED, Metodologia de Construção de Objetos de Aprendizagem com

<sup>3</sup> UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>4</sup> UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina

<sup>5</sup> UFABC-Universidade Federal ABC

<sup>6</sup> UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais

foco na Aprendizagem Significativa, Rational Unified Process, Metodologia INTERA, Learning Object Development Process, UML para Modelagem de Objetos de Aprendizado e Desenho de Objetos de Aprendizagem Utilizando Ferramentas da UML, abordaram os temas sobre os processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem tanto de forma tradicional como de uso de técnicas de engenharia de software. Dentre esses trabalhos foram eleitos 5 dos que abordam o desenvolvimento de objetos de aprendizagem sob perspectiva de engenharia de software e, serviram de suporte teórico para a presente pesquisa e são o processo ADDIE, UML para Modelagem de Objetos de Aprendizado, Desenho de Objetos de Aprendizagem Utilizando Ferramentas da UML, Learning Object Development Process e Rational Unified Process. Dos trabalhos referidos foram examinados os relacionados e apontaram-se os aspetos fracos e fortes dos mesmos. A MOAUML foi construída tendo em conta os aspetos fortes do processo ADDIE (Reiser e Dempsey, 2002) e do RUP (Kruchten ,2003). Para a validação da metodologia, foram modelados 2 OAs legados e 5 novos. Este processo consistiu inicialmente em organização e apresentação de uma palestra versando em conteúdo de OAs e a concepção de um vídeo e respectiva divulgação concernente a aprendizagem da linguagem UML.

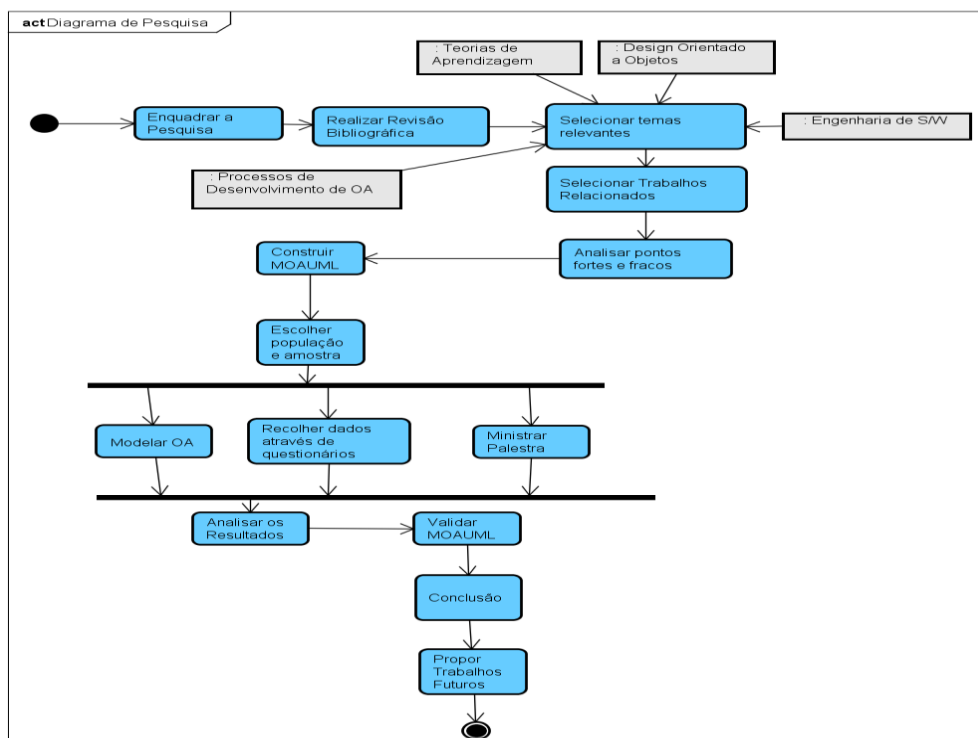


Figura 3: Diagrama de Atividades da Metodologia de Pesquisa  
Fonte: Pesquisadora

## 2.1. LOCAL DE PESQUISA

A escolha do local de pesquisa tem a ver com a facilidade de acesso que a pesquisadora teve para realizar o trabalho, a <sup>7</sup>ESTEC da <sup>8</sup>UPM, localizada em Maputo, cidade capital de Moçambique e a Universidade Federal do Pampa, localizada em Itaqui no Rio Grande do Sul-Brasil. A Escola criada em 2008, é constituída por quatro departamentos, nomeadamente de Ciências Agropecuárias, Desenho e Construção, Informática e de Engenharias. O departamento de Engenharias oferece os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Electrónica enquanto o de Informática oferece cursos presenciais de Engenharia Informática, Informática, Sistemas de Gestão Ambiental e de Ensino de Informática, e um curso à distância de Informática Aplicada. Todos os cursos ofertados pela ESTEC funcionam em três turnos nomeadamente, de manhã, de tarde e de noite sendo que, cada turma funciona apenas num dos turnos. Além da ESTEC, foi envolvida neste estudo, a Faculdade de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Pedagógica a funcionar em Maputo, a ESTEC-delegação de Nampula, um polo da Universidade Pedagógica na Província de Nampula. Fora de instituições em Moçambique, também foi envolvida uma equipe de pesquisa da Universidade Federal do Pampa no Estado do Rio Grande do Sul no Brasil.

## 2.2. SUJEITO DE PESQUISA

A amostra foi constituída por 5 equipas, sendo 4 moçambicanas e 1 brasileira. Os moçambicanos totalizaram 10, dos quais 4 alunos e 6 professores e um grupo de pesquisa em sistemas inteligentes e modelagem constituído por 2 alunos brasileiros. A pesquisadora também participou ativamente, tendo modelado 3 objetos de aprendizagem. A 1ª equipa foi formada por uma professora de informática e 4 alunos de informática. A 2ª envolveu 2 professores, um de informática e outro de Matemática. Na 3ª fizeram parte 1 professor da área de Biologia e 1 de Informática. Na 4ª apenas 1 professor de computação e a 5ª formada por um grupo de 2 alunos de bacharelato em ciências e tecnologia.

O envolvimento de professores de várias disciplinas tem a ver com a disponibilidade dos professores e, servindo-se desse fato para avaliar a aplicabilidade da

---

<sup>7</sup> ESTEC-Escola Superior Técnica

<sup>8</sup> UPM-Universidade Pedagógica de Maputo

metodologia às várias disciplinas. Foram avaliadas as modelagens de 9 objetos de aprendizagem, no que concerne à construção dos diagramas e a utilização da metodologia no desenvolvimento desses modelos.

### **2.3. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS**

A recolha dos dados ocorreu em três períodos, o primeiro período ocorreu de fevereiro a abril de 2016. Neste período foi aplicado uns questionários preliminar à 4 professores da ESTEC e FCNM da UPM, visando conhecer o nível de familiaridade destes, no que concerne aos meios de ensino disponíveis para apoiar o processo de aprendizagem. A segunda fase de recolha de dados, ocorreu de agosto de 2016 a março de 2017, onde foram utilizadas as técnicas de questionários tanto para o pré-teste assim como para o pós-teste aos professores e alunos da ESTEC e da Faculdade de Ciências Naturais e Matemática (FCNM) da UPM. Estes questionários tinham como finalidade saber o quão familiarizados estariam os professores com as ferramentas tecnológicas utilizadas no processo de ensino e aprendizagem, em particular com objetos de aprendizagem, com os repositórios existentes, com as linguagens de modelagem e as metodologias de desenvolvimento, por um lado. Por outro lado, o pós-teste visava conhecer a experiência de utilização da metodologia MOA UML no processo de modelagem de OA pelas equipas que estiveram envolvidas. A 3ª e última fase de recolha de dados foi realizada entre abril e julho de 2017, consistiu na comparação dos resultados das modelagens dos OAs.

Para analisar os dados utilizados a estatística descritiva, uma vez que a nossa amostra é aleatória pequena, os dados não são paramétricos e não apresentam uma distribuição normal e para o efeito servimo-nos do pacote estatístico SPSS para compilar os dados em forma de gráficos.

### **2.4. RECURSOS TECNOLÓGICOS**

O mercado atual fornece uma variedade de ferramentas *Computer Aid Software Engineering* (CASE) que são utilizadas para as atividades durante o desenvolvimento de um sistema, sendo que maior parte suporta a UML. A escolha de uma delas depende do tipo de aplicação que se pretende e também da capacidade económica do interessado, pois algumas são de uso livre, mas algumas funcionalidades não estão disponíveis e as de uso profissional, requerendo compra da licença.

Para a modelagem dos OA em UML, pode-se utilizar as seguintes ferramentas; *Astah Professional*, *StarUML*, *ArgoUML*, *Poseidon for UML*, *Visual Paradigm for UML* (VP-UML). No entanto, tanto a pesquisadora como as equipes que estiveram envolvidos na modelagem, utilizamos o *Astah Professional* por disponibilizar uma versão de licença livre para estudantes. O *Astah professional* é uma ferramenta desenvolvida em Java, de design de sistemas que suportam a UML, diagramas de relacionamento de entidades, fluxogramas, diagramas de fluxos de dados, tabelas de requisição, CRUD, mapas mentais, para além de 9 diagramas que compõem a UML. Utilizou-se o *Windows Movie Maker* para produção de vídeo e o *PROFACE 4.0*. A *PROFACE* é uma ferramenta desenvolvida em Java para design e criação de interfaces com o usuário.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico permite ao pesquisador fundamentar e dar consistência ao seu estudo, através da apresentação de um embasamento da literatura, de trabalhos já estudados e publicados, demonstrando que o mesmo tem conhecimento suficiente em relação a pesquisas relacionadas e à sua própria pesquisa. Neste capítulo, através dos casos de uso constantes na figura 4 ilustram-se os conceitos pesquisados que serviram de suporte teórico para a execução da presente tese.

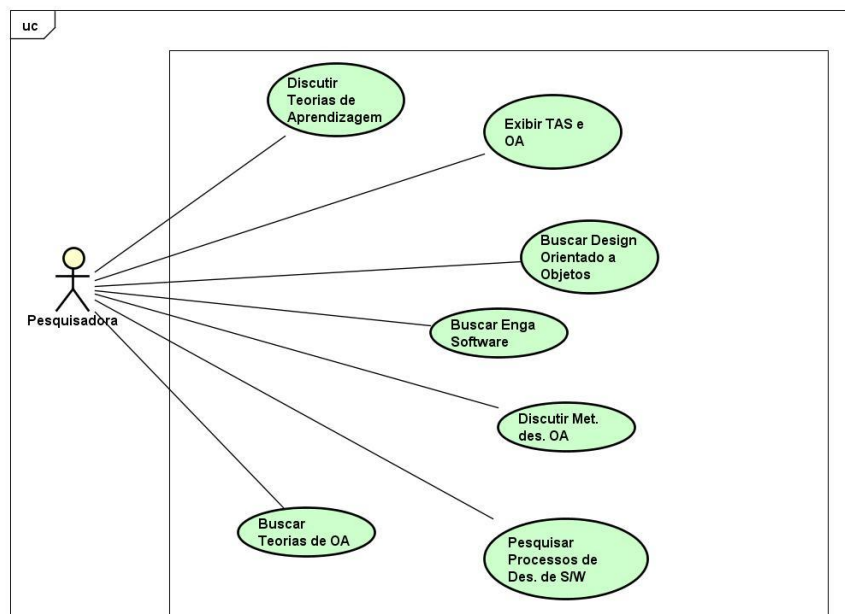


Figura 4: Tópicos pesquisados  
Fonte: Pesquisadora

#### 3.1. TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Segundo Moreira (2011), a Teoria de Aprendizagem (TA) resulta de construção feita pelos seres humanos para explicar o conceito de aprendizagem. Representa a opinião de determinado autor ou pesquisador sobre o modo de interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e os atores. Tenta explicar o que é aprendizagem a razão da sua existência e o seu modo de funcionamento.

No seu livro sobre teorias de aprendizagem, Moreira (2011), explica que existem três filosofias subjacentes às teorias de aprendizagem, nomeadamente comportamentalista, humanista e cognitivista (construtivista), embora seja difícil enquadrar determinada teoria de aprendizagem em única corrente filosófica.

O comportamentalismo caracteriza-se por comportamentos observáveis do indivíduo. Os conhecimentos que se esperam que aluno adquirisse eram expressos em termos de comportamento observável. Os objetivos comportamentais eram definidos em termos do que o aluno deverá ser capaz de fazer, sob que condições e em quanto tempo, após submetidos a um processo de instrução. A avaliação era definida em termos de verificar se os comportamentos definidos nos objetivos comportamentais eram observáveis no final da instrução. Caso isso acontecesse era sinónimo de ter ocorrido a aprendizagem (MOREIRA; OSTERMANN, HOLANDA CALVANCANTE, CUNHA, 2011).

Por sua vez, a filosofia cognitivista surge em oposição à comportamentalista, e enfatiza a cognição que é ignorada pelos comportamentalistas, o ato de conhecer como o ser humano conhece o mundo. Para esta corrente filosófica, a Psicologia devia ocupar-se da mente de forma objetiva, científica e não especulativa. Trata, pois, dos processos mentais, se ocupa em dar significados, da compreensão, transformação, armazenamento e o uso da informação envolvida na cognição. Por isso, à medida que se admite que a cognição provém do processo de construção, emerge então o construtivismo. Por conseguinte, o construtivismo é uma visão filosófica cognitivista interpretacionista. Considera-se cognitivista porque o seu alvo é a forma como o indivíduo conhece, tem o foco na cognição, do modo que ele constrói a sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque admite a possibilidade dos eventos e objetos do universo serem interpretados pelo sujeito consciente. O ser humano não só responde ao mundo, mas também é capaz de criar as suas interpretações e representações sobre o mundo (MOREIRA; OSTERMANN, HOLANDA CALVANCANTE, CUNHA, 2011).

O construtivismo, tem sido muitas vezes se confundido na sala de aulas como método construtivista, ou aprendizagem por descoberta, ou como simples atividades manipulativas. O construtivismo vai além dessas confusões, pois não existe um método construtivista, mas sim teorias construtivistas cujos teóricos são Piaget, Bruner, Ausubel, Novak e Kelly, e metodologias construtivistas, todas consistentes com a filosofia construtivista. No ensino, a filosofia construtivista considera o aluno como agente construtor da sua estrutura cognitiva que, no entanto, essa construção não é arbitrária. As teorias construtivistas, procuram sistematizar o que é sabido sobre a construção cognitivista, explicar e prever observações nesta área (MOREIRA; OSTERMANN, HOLANDA CALVANCANTE, CUNHA, 2011).



Por último, a visão humanista considera a auto realização da pessoa e o seu crescimento, isto é, o Aprendiz como um todo que aglutina, sentimentos, pensamentos, ações, e não só a mente. Para esta visão, não faz sentido falar de comportamento ou da cognição e ignorar o domínio afetivo, e os sentimentos do Aprendiz pois, ele é um ser humano e os seres humanos pensam, sentem e fazem coisas de forma integrada. O humanismo defendido como sendo o mais viável para a sala de aulas, é a AS, que subjaz a integração construtiva de pensar, sentir, agir, engrandecendo o ser humano. O aprendiz é considerado um ser que pensa, sente e age de forma integrada, graças à AS que torna positiva esta integração de modo a levá-lo ao crescimento pessoal (MOREIRA; OSTERMANN, HOLANDA CALVANCANTE, CUNHA 2011).

Das três correntes filosóficas, o comportamentalismo é a corrente que mede a aprendizagem através de comportamentos observáveis após a instrução. Considerando que o comportamento de um indivíduo pode ser influenciado por fatores externos ao ambiente, pode-se ter a ilusão de ocorrência de algum tipo de aprendizagem. A corrente humanística por sua vez, defende que a aprendizagem não se resume apenas à acumulação de conhecimentos, mas também deve considerar os aspetos que influenciam as atitudes e as escolhas do indivíduo. Esta visão vai mais além, considerando que o aluno tenha liberdade de escolher o que quer aprender, o que originou a aprendizagem centrada no aluno. No entanto, a ideia de o aluno fazer as suas escolhas, pode resultar em liberalismo total e perder-se o controlo do próprio processo de aprendizagem. Porém, a AS que se enquadra nesta visão defendida por Rogers, dá um outro rumo à esta visão, apregoando que o Aprendiz é visto como o ser que pensa, age e sente de forma integrada, graças à AS que torna possível essa integração. A corrente cognitivista por seu turno, dá primazia aos processos cognitivos do indivíduo e tem como foco a atribuição de significados das percepções, da informação armazenada na memória, pois estas variáveis contribuem para a aprendizagem do indivíduo. Essa corrente, considera ainda que o conhecimento é obtido por via de construção e desse modo está-se perante o construtivismo. É nesta visão filosófica de cognitivismo que se enquadra a TAS. Por conseguinte, chega-se à conclusão que a AS é a que considera o aluno como agente construtor dos seus próprios processos da mente. Portanto, a que mais se aproxima ao tipo de ensino que se pretende nos dias que correm.

### 3.1.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL

De acordo com Ausubel (1963), em primeira instância aprendizagem significativa é um tipo de processo de aprendizagem e em segunda instância refere-se a aprendizagem significativa como resultado do tal processo. A aprendizagem significativa como um processo, pressupõe que o aluno empregue um conjunto de aprendizagem significativa e ao mesmo tempo o material que ele utiliza para aprender seja potencialmente significativo para ele.

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito (AUSUBEL, 1963).

A TAS de Ausubel está centrada na aprendizagem cognitiva, uma vez que ele é um precursor do cognitivismo. As suas explicações teóricas sobre o processo de aprendizagem, baseiam-se no ponto de vista cognitivista, embora não ignore a importância da experiência afetiva na aprendizagem. Ausubel, à semelhança de outros precursores do cognitivismo como Piaget e Bruner, defende que a aprendizagem pressupõe a organização e integração do material na estrutura cognitiva do indivíduo. Existe uma estrutura na qual, essa organização e integração se processam. A estrutura cognitiva, é assim interpretada, como sendo um conjunto de pensamentos de um indivíduo e sua organização, resultante dos processos cognitivos, isto é, dos processos através dos quais se adquire o conhecimento (MOREIRA, CAVALNCANTI; OSTERMANN; CUNHA 2011).

Oliveira (2011), refere que a questão de aspetos cognitivos num processo de aprendizagem não deve ser ignorada e tampouco deixado para o segundo plano, pois, não há uniformidade na forma como o homem processa a informação. Porém, para que essas informações se transformem em conhecimento real é necessário aplicar diversas funções. Ausubel (2000) concentra-se na forma como a aprendizagem ocorre diariamente nas salas de aulas nas escolas. O fator predominante que tem maior influência na aprendizagem, é o conhecimento que o indivíduo já possui, cabendo ao professor saber fazer o uso do conhecimento prévio do indivíduo para que ocorra a aprendizagem. As novas informações e pontos de vista só podem ser retidas e percebidas, à medida que novas informações relevantes e inclusivas estejam claras e disponíveis na estrutura cognitiva do

indivíduo, funcionando como base às novas ideias e conceitos. Ausubel (2000) enfatiza que não é suficiente a influência direta de conhecimentos existentes na esfera cognitiva do indivíduo sobre os novos conceitos adquiridos, mas sim, deve existir um processo de interação, por meio do qual informações relevantes e inclusivas interagem com o novo material, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, transformando-se em consequência dessa ancoragem (MOREIRA, OSTERMANN, CAVALCANTI, CUNHA, 2011).

A AS, é um processo em que há uma relação não arbitrária, e substantiva entre uma nova informação e os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, existe uma base na qual esta nova informação irá se sustentar. A AS de acordo com Ausubel (2000), é por excelência, o mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de informações de um corpo de conhecimentos. Ausubel (2000) destaca ainda o processo de AS é o mais importante na aprendizagem escolar. Enquanto que na aprendizagem mecânica, a nova informação não encontra nenhuma base de sustentação, não há interação com a existente na estrutura cognitiva uma vez que é armazenada de forma arbitrária e literal conseqüentemente, não contribui para aprendizado do indivíduo. (OSTERMANN; CAVALCANTI, CUNHA, 2011).

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 2000).

Não se pode pensar em AS como sendo a aprendizagem de material significativo. Muito pelo contrário, o material apenas é potencialmente significativo e deverá existir algum mecanismo de AS. É condição necessária, mas não suficiente, que o material de aprendizagem seja logicamente significativo, mas se não existir algum mecanismo de aprendizagem significativa do aluno, esse material pode ser aprendido por memorização (AUSUBEL, 2000).

Ausubel (1963) argumenta que a sua teoria é a primeira fase de um processo mais vasto e inclusivo que consiste na própria fase sequencial natural e inevitável da retenção e do esquecimento. A teoria de assimilação, explica o mecanismo de relacionamento

entre nova informação potencialmente significativa dos conteúdos instrucionais, com os subsunçores ancorados na estrutura cognitiva do indivíduo. A nova informação interage com as ideias relevantes ancoradas na estrutura cognitiva, e o resultado final deste processo de interação, transforma-se para o aluno, num novo significado das ideias novas de instrução acabadas de introduzir. Os novos significados emergentes são depois, armazenados e organizados na memória com as ideias ancoradas correspondentes. Em suma para que haja assimilação na fase da aprendizagem significativa é necessário:

Ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; a interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (AUSUBEL, 2000).

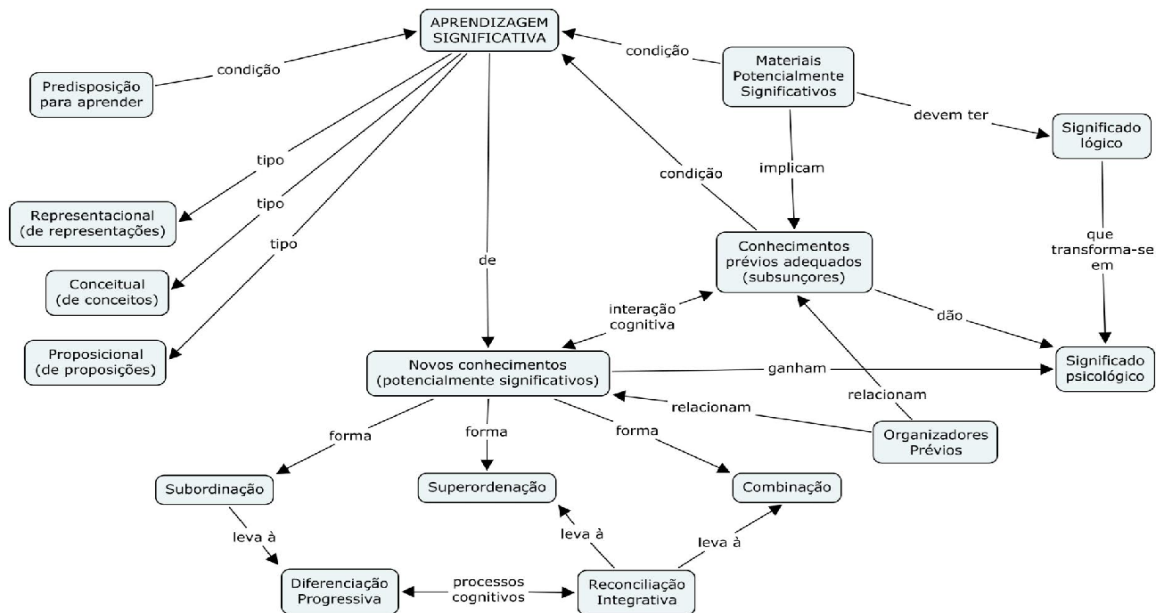


Figura 5: Mapa Conceitual para Aprendizagem Significativa de Ausubel  
Fonte: (Moreira, 2013)

Na figura 5, está ilustrada a posição superior na hierarquia que a AS ocupa, por se tratar de um conceito-chave desta teoria. No processo de ensino-aprendizagem, para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o aluno tenha vontade de aprender, e os conteúdos de instrução existentes sejam potencialmente significativos. No entanto, esses materiais instrucionais devem ter significado lógico, e por sua vez o aluno tem de estar provido de conhecimentos prévios adequados para transformar o lógico em psicológico.

Importa destacar os tipos de aprendizagem significativa ilustrados no mapa, respetivamente, a aprendizagem representacional que atribui significados a símbolos, a aprendizagem conceitual que representa uma ampliação da representacional a um nível mais abstrato; E por último, a aprendizagem proposicional que objetiva promover uma compreensão sobre uma proposição através da conjugação dos conceitos mais ou menos abstratos (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2013). Além dos tipos de aprendizagem, o mapa apresenta as formas de aprendizagem significativa que são, a subordinada, a superordenada e a combinatória. Diz-se que a aprendizagem significativa é subordinada, quando novas ideias e informações são assimiladas pelo subsunçor passando a alterá-las. Quanto à ser superordenada, ela acontece quando as novas ideias são demasiado amplas para serem assimiladas por qualquer subsunçor existente, sendo mais abrangente que estes e, então, passa a assimilá-los. Já a combinatória, é referente a uma informação nova, por um lado quando não é suficientemente ampla para absorver o subsunçor, mas por outro lado é muito abrangente para ser absorvida por este (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2013). Na seção seguinte, Ausubel (2000) explica os processos para a facilitação da almejada aprendizagem significativa.

### **3.1.2. FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A facilitação da aprendizagem significativa na sala de aula, diz respeito a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo para fins pedagógicos. Esta manipulação, é efetuada substantiva ou programaticamente (MOREIRA, 2011; MOREIRA, MASINE, 2006). Quando a manipulação é feita substantivamente, visa a organização e integração por meio de conceitos e proposições unificadores de conteúdos advindos de uma determinada disciplina que possuem maior poder explanatório, de inclusão, generalidade e viabilidade no assunto (MOREIRA, 2011).

Porém, é importante ter em consideração o conteúdo a ser transmitido e a estrutura cognitiva do indivíduo. É necessário identificar conteúdos e ideias essenciais e colocar neles o foco do esforço instrucional. A sobrecarga do aluno com informação não relevante leva à sobrecarga cognitiva, conseqüentemente dificulta a organização cognitiva do indivíduo. Importa referir que, nem tudo o que está contido nos programas curriculares é relevante por um lado e, por outro lado, a sequência lógica, cronológica ou

epistemológica dos conteúdos pode não ser a mais adequada para permitir interação com os subsunçores (MOREIRA, MASINE, 2006).

Para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que o material seja relacionável à estrutura cognitiva e o aluno tenha conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não literal. Na ausência de conhecimento prévio, o professor poderá fazer uma introdução de matéria que de alguma forma, irá preparar a estrutura cognitiva do aluno para o novo material de aprendizagem, como se fosse uma ponte provisória (MOREIRA, SOUSA, 1996).

Segundo Moreira (2011), a manipulação programática da aprendizagem significativa, consiste no uso de princípios programáticos adequados à ordenação da sequência do assunto, partindo do estabelecimento da sua organização e lógica interna e, sucessivamente, planejando a montagem de exercícios práticos. Ausubel propõe quatro princípios programáticos do conteúdo: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. A diferenciação progressiva tem a ver com o modo como a instrução deve ser conduzida, isto é, as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do material de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade.

Moreira (2011) valeu-se das pesquisas de Ausubel para suportar o seu argumento com base em duas hipóteses:

- a) É mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas;
- b) A organização de conteúdo de uma certa disciplina na mente de um aprendiz é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo são apresentadas no início do processo de instrução e, progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades.

Em suma, a diferenciação progressiva é o princípio segundo o qual, em primeiro lugar deve-se introduzir os conceitos, ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina, e paulatinamente apresentar as ideias e conceitos mais detalhados. Este modo de apresentação de conceitos é semelhante ao modo como o ser humano é exposto à novos conhecimentos.

Entretanto, para além da diferenciação progressiva, a programação de conteúdo deve também proporcionar reconciliação integrativa. O princípio de reconciliação integrativa, pressupõe que a programação do material de aprendizagem deve ser realizada de tal modo que se explore as relações existentes entre conceitos e ideias, estabelecer comparações e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. (MOREIRA, 2011)

A organização sequencial é outro princípio de programação do conteúdo para fins instrucionais. De acordo com Moreira (2011), neste princípio deve-se tomar em consideração a existência de conceitos ponte relevantes para o uso na aprendizagem verbal significativa. Para a retenção de conhecimentos, pode-se tirar proveito das dependências sequenciais naturais existentes na disciplina, e pelo fato de que para um bom aprendizado, é necessário que exista algum conhecimento prévio relacionado. Fora isso, Ausubel enaltece que, uma consolidação bem realizada, antes de introdução de novos conteúdos é o garante sucessivo para a receptibilidade de nova matéria. Por fim o princípio da consolidação. Este princípio, consiste na repetição de um determinado conteúdo antes da introdução de novos materiais, garantindo assim, a contínua prontidão na matéria de ensino e maior probabilidade de êxito na aprendizagem sequencialmente organizada (MOREIRA, 2011; MOREIRA, MASINE, 2006).

Segundo Ausubel (1963), o planejamento da instrução deve iniciar com a identificação de conceitos relevantes e as relações hierárquicas existentes entre eles. Na etapa seguinte, o conteúdo deve ser sequenciado em ordem descendente de inclusão. Esta sequência é feita tanto de dentro como para fora de cada unidade, tirando vantagem das dependências sequenciais naturais entre os tópicos por um lado. Por outro lado, para promover a reconciliação integrativa, deve-se empreender maior dinamismo e explorar relações entre conceitos ou ideias e apontar similaridades e diferenças. Para além disso, é necessário persistir na consolidação dos conteúdos antes de introdução de novos materiais instrucionais, através de resolução de exercícios diversificados. Para atingir a organização sequencial de conteúdo, deve se tomar em consideração que os novos conceitos a introduzir, devem estar de alguma forma relacionadas com algo que se tenha discutido na sala de aulas.

Neste contexto, podemos concluir que o fator mais importante que influencia a aprendizagem do aluno, é exatamente aquilo que o aluno já sabe. O princípio programático organizacional tem como propósito tornar os materiais instrucionais

potencialmente significativos para aprendizagem e o uso de organizadores prévios sempre que se verifique a sua necessidade.

### **3.1.3. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Ausubel (1963), reitera que a avaliação da aprendizagem significativa não é trivial e nem tão pouco fácil de observar. Às vezes, a única maneira de averiguar se o aluno aprendeu de forma significativa é a resolução de problemas de forma independente. No entanto segundo Ausubel (1963) é necessário ser cauteloso ao utilizar esse procedimento de avaliação. Pois, considerar que a resolução de problemas é um procedimento válido e prático para avaliar a compreensão de conteúdo de forma significativa, não é o mesmo que afirmar que o aluno incapaz de resolver um conjunto de problemas não tenha compreendido, mas sim memorizado os conceitos. Um outro procedimento a considerar na avaliação de aprendizagem significativa, é fornecer ao aluno atividades que pressupõem a aplicação de conhecimentos prévios.

Numa aula sobre números inteiros, para verificar se o aluno tem conhecimentos necessários para aprender de forma não arbitrária e substantiva o conceito de número inteiro, por um lado, é preciso fornecê-lo atividades para fazer a comparação de números naturais ou atividades que envolvam as operações de subtração com números que não pertençam ao conjunto de números naturais. Por outro lado, para saber se o conceito de números inteiros foi aprendido de forma significativa, uma vez verificados os conhecimentos prévios através das atividades descritas anteriormente, o aluno poderá relacionar o novo conhecimento, isto é, sobre números inteiros à sua estrutura cognitiva de forma significativa. Por último, pode-se fornecer outras atividades para calcular as temperaturas verificadas num certo período de tempo numa determinada cidade ou ainda atividades que envolvam operações bancárias de débitos e créditos, com saldos negativos e positivos, podendo assim verificar se a aprendizagem foi ou não significativa.

## **3.2. METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**

O desenvolvimento de um software é um processo constituído por várias fases ou etapas que iniciam com a manifestação de interesse do cliente sobre a necessidade de um software. Estas etapas constituem o ciclo de vida de desenvolvimento de software. Portanto, o ciclo de vida de desenvolvimento de software é constituído por várias fases. De acordo com Guedes (2011), a contextualização constitui a primeira fase de



desenvolvimento de software, embora outros pesquisadores sugerem outras denominações tais como análise de requisitos do projeto como sendo a primeira fase de modelagem, sendo as etapas subsequentes, a codificação, testes e implantação. As denominações das fases dependem do método adotado, e podem ser subdivididas e outras condensadas numa única fase. Neste trabalho conforme a figura 6, são consideradas em parte, as fases de desenvolvimento de software do processo unificado: concepção ou contextualização, elaboração, construção e transição. Estas fases não devem ser executadas na ordem descrita acima, mas concomitantemente de forma que problemas detectados numa certa fase modifiquem e melhorem as fases desenvolvidas anteriormente de forma que o resultado global gere um produto de alta qualidade e performance.

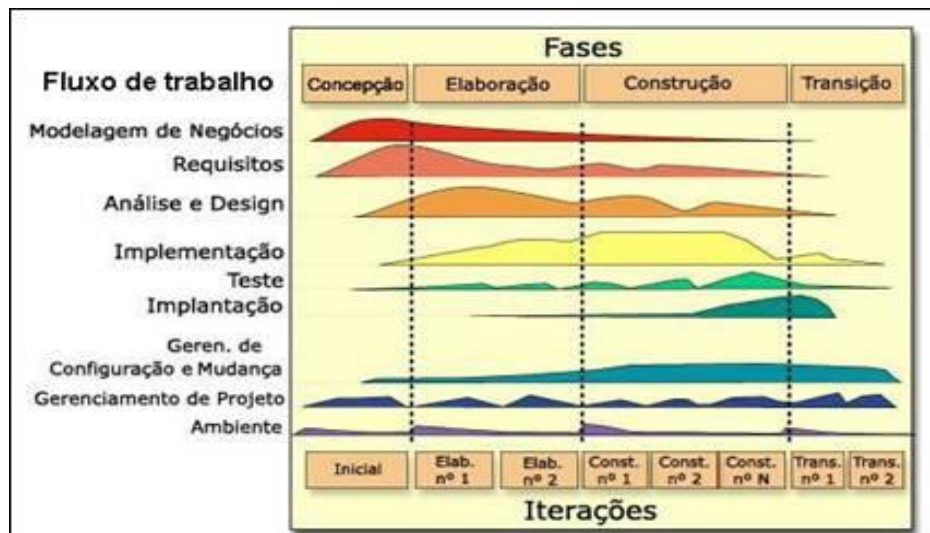


Figura 6: Ciclo de vida de desenvolvimento de Software  
 Fonte: (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 2012)

As fases de desenvolvimento de um software na perspectiva da *Rational Unified Process* estão descritas abaixo:

### 3.2.1. CONCEPÇÃO

Envolve a coleta das necessidades e intenções dos usuários através da utilização de casos de uso, isto é, nesta fase objetiva verificar a viabilidade do projeto. Através do desenvolvimento dos casos de uso, os atores externos que interagem e detêm algum interesse no sistema, são modelados entre as funções que eles requerem. Nesta fase, deve ser mostrado o que os atores ou futuros usuários esperam do aplicativo, sem se importar com a sua implementação, através dos casos de uso. O tipo de projeto irá determinar quantas iterações serão necessárias.

### **3.2.2. ELABORAÇÃO**

A segunda fase do ciclo de vida, quando a visão do produto e a sua arquitetura são definidas, utilizando artefatos que podem ser estáticos ou dinâmicos. A maioria dos casos de uso são especificados e detalhados. Nesta fase são delineadas linhas mestres do projeto completo, bem como os componentes que formarão a equipe de desenvolvimento.

### **3.2.3. CONSTRUÇÃO**

Neste instante, vários artefatos do software são combinados de modo a preparar o software para uma fase básica executável e em condições de ser transferido aos usuários. Nesta fase, os requisitos do software e seus critérios de avaliação são revisitados, para verificar se estão em concordância com os requisitos comerciais do projeto estabelecidos. Ao mesmo tempo, são tomadas medidas proativas como a alocação de recursos adicionais.

### **3.2.4. TRANSIÇÃO**

A transição é a quarta fase do processo, onde o software é entregue aos usuários. O objetivo dessa fase é garantir que todos os requisitos do projeto foram cumpridos e implementados em conformidade. Teoricamente, esta é a última fase do processo, mas na prática, o aprimoramento do processo é contínuo bem como outras atividades que podem ser realizadas paralelamente, tais como por exemplo, a preparação do ambiente, a conclusão do manual do usuário, identificação e correção de defeitos, etc.

A iteração no contexto do elemento que está presente nas quatro fases desse processo. A iteração consiste em uma série de funções distintas com plano e critérios de avaliação que resultam em um software que pode ser executado, testado e avaliado.

Na seção seguinte, apresentamos os conceitos relativos a objetos de aprendizagem. No contexto deste trabalho, consideramos objetos de aprendizagem como produtos de software.

## **3.3. MODELAGEM DE SISTEMAS**

A modelagem é uma técnica essencial utilizada em todas as atividades que culminam com um produto de software. A técnica consiste na utilização de notações gráficas e textuais para comunicar a estrutura do sistema, visualizar a arquitetura e ainda compreender o sistema que está em desenvolvimento visando construir modelos, que

representam as principais partes de um sistema, tendo em conta diferentes perspectivas e que se complementam uma com as outras (BEZERRA, 2007; BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

O uso da modelagem é uma prática que tem sido empregue em disciplinas de Engenharia, e como fruto dessa experiência surgem quatro princípios básicos de modelagem, nomeadamente: a escolha dos modelos a utilizar que influencia bastante na solução do problema; o facto de que cada modelo pode expressar diferentes níveis de precisão; ter em conta que os melhores modelos estão relacionados com a realidade; e que, nenhum modelo único é suficiente (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

A essência da modelagem reside no fato de poder compreender melhor o sistema em desenvolvimento pois, os modelos ajudam a: “Visualizar o sistema tal como é ou como se deseja que seja, permite especificar a sua estrutura ou o seu comportamento; proporcionam um guia para a construção do sistema, oferecem uma forma de documentar as decisões tomadas” (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

### **3.3.1. LINGUAGEM DE MODELAGEM UNIFICADA**

A UML é uma linguagem de modelagem gráfica, que não é da terceira geração, mas adoptada por *Object Management Group* (OMG<sup>9</sup>) como linguagem de análise e design orientados à objetos. A UML não é uma metodologia de desenvolvimento, o que significa que, não especifica o que deve ser feito em primeiro lugar, os passos subsequentes ou projetar um sistema, e antes pelo contrário, auxilia na visualização do desenho e na comunicação entre objetos, e, é usada para visualizar, especificar, construir, documentar e comunicar artefatos de sistemas de *software*. A UML foi adotada para ser uma linguagem de modelação universal de uso geral, captura de informações relativas a estruturas estáticas e comportamentos dinâmicos. As estruturas estáticas definem o tipo de objetos importantes para o software e sua implementação assim como os relacionamentos entre os objetos. Enquanto o comportamento dinâmico define a história

---

<sup>9</sup> OMG *Object Management Group* é um consórcio de padrões internacionais de tecnologia aberta sem fins lucrativos, fundado em 1989. Os padrões OMG são guiados por fornecedores, usuários finais, instituições académicas e agências governamentais.

dos objetos ao longo do tempo, e a comunicação entre eles para atingir o objetivo pretendido (RUMBAUGH BOOCH, JACOBSON, 2005; RAMOS, 2006).

A UML oferece uma forma padrão para a preparação de planos de arquitetura de projetos de sistemas. Ela pode ser utilizada para a visualização, a especificação, a construção e a documentação de artefatos que façam uso de sistemas complexos de software. Ela é independente do processo apesar de ser perfeitamente utilizada em processo orientado a casos de usos, centrado na arquitetura, iterativo e incremental (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

Comparativamente às outras linguagens de modelagem, a UML destaca-se pela semântica e notação para lidar com modelagem de problemas atuais e pela capacidade de lidar com assuntos futuros de modelagem, particularmente com a tecnologia de componentes. Possui mecanismos de extensão de modo que abordagens futuras e notações de modelagem possam continuar a desenvolver-se sobre UML. A sua semântica e a sintaxe facilitam a troca de modelos entre ferramentas distintas, abrange o âmbito de aplicações-alvo em comparação com outros métodos existentes, tais como, a análise estruturada, redes de Petri e fluxogramas. A UML é mais expressiva que a Entidade Relacionamento (ER) e *Object Role Modelling* (ORM), uma vez que possui vários tipos de diagramas para a modelagem de sistemas dinâmicos, para além de permitir a modelagem de sistemas concorrentes, distribuídos para Web e sistemas de informação geográfica (RUMBAUGH, BOOCH, JACOBSON, 2005).

A ênfase da UML é dada na definição de uma linguagem de modelação padrão e, por conseguinte, independente de linguagens de programação, de ferramentas CASE, bem como dos processos de desenvolvimento. A UML é independente de ferramentas de modelagem, embora as suas especificações incluam sugestões para fabricantes de ferramentas adotarem na apresentação dos tópicos com o desenho de diagramas, cor e navegação entre esquemas. A UML para além de conter mecanismos de extensão, mecanismos de modelagem, possui também, elementos para modelar processos e *threads*, para modelar distribuição e concorrência, padrões de projeto e colaborações, diagramas de atividade, refinamento, interfaces e componentes, e linguagens de restrições. Pelo fato de ser adotado pela OMG, contribui para a sua popularização na indústria, especialmente no design de aplicações orientadas a objetos (RUMBAUGH, BOOCH, JACOBSON 2005; HALPIN, 2009; BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

### 3.3.2. MODELO CONCEITUAL DA UML

A UML é constituída por blocos de construtores, de regras que determinam como esses blocos poderão ser combinados e alguns mecanismos comuns na UML. O vocabulário da UML contempla três tipos de blocos construtores, nomeadamente as entidades, os relacionamentos e os diagramas. As entidades são abstrações que aparecem em primeiro lugar num modelo, os relacionamentos agrupam essas entidades e por fim os diagramas são tidos como elementos que visam reunir coleções interessantes de entidade (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

Existem quatro tipos de entidades em UML que constituem os blocos de construção básicos orientados a objetos da UML nomeadamente; estruturais, comportamentais, agrupamentos e anotacionais. As entidades estruturais constituem a componente mais estática do modelo, representam os elementos conceituais ou físicos. As entidades estruturais em UML são: classes, interfaces, colaborações, casos de uso e componentes. As entidades comportamentais são os verbos de um modelo, constituem a parte dinâmica do modelo da UML, dizem respeito ao comportamento espacial e temporal. As interações, as máquinas de estados e as atividades são as três entidades comportamentais da UML. (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2005; BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

O terceiro tipo de entidade é o agrupamento, que corresponde a parte organizacional do modelo de UML, constitui os blocos em que os modelos podem ser decompostos. Há uma única entidade de agrupamento denominada *package* ou pacote. Um pacote é um mecanismo de propósito geral para a organização do projeto, pode encapsular entidades estruturais, comportamentais, de agrupamento e de anotação. Pelo fato de ser uma entidade puramente conceitual, significa que a sua existência é só notável em tempo de desenvolvimento (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

Finalmente, a entidade anotacional, que corresponde à parte explicativa do modelo de UML. Esta entidade é utilizada para comentários que servem para explicar e fazer observações sobre qualquer elemento do modelo. Nota, é a única entidade anotacional, que é utilizada em diagramas UML para detalhar informações quando for necessário. Pesquisas mostraram que grande parte dos usuários de UML, acredita que dos

nove tipos de diagramas de UML, apenas cinco são suficientes para representar a essência de um sistema. (SOMMERVILLE, 2011).

A UML suporta o desenvolvimento iterativo e incremental, que é um processo de desenvolvimento de sistemas em pequenos passos. Uma iteração é um laço de desenvolvimento que resulta na liberação de um subconjunto de produtos que evolui até o produto final percorrendo as seguintes atividades: Análise de requisitos, análise, projeto, desenvolvimento e testes.

### **3.4. RECURSOS EDUCACIONAIS**

O desafio que as Universidades enfrentam no decorrer do século XXI em virtude do rápido crescimento tecnológico, é o da criação de conteúdo padronizado para ser disponibilizado e utilizado em ensino presencial, mesclado e à distância. E neste contexto, surgem os REA (Recursos Educacionais Abertos) e OA.

#### **3.4.1. RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS**

De acordo com a definição dada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em 2002, os REA podem ser qualquer tipo de ferramenta, material ou técnica de ensino e pesquisa, desde que sejam suportados por uma mídia e estejam sob domínio público ou sob uma licença livre, de forma a permitir sua utilização ou adaptação por terceiros.

A UNESCO admite que os REA oferecem uma oportunidade estratégica para melhorar a qualidade da educação, assim como facilitar o diálogo sobre políticas públicas, o compartilhamento de conhecimento e a capacitação (DUARTE, 2015).

### **3.5. TEORIAS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

Nesta seção discute-se a teoria de OA baseada no paradigma orientado a objetos. A teoria de OA fundamenta-se na hipótese de que é possível criar componentes de material pedagógico e organizá-los de forma a possibilitar a sua reutilização, promovendo economia de tempo e de custo na produção de cursos *on-line*, ou na sua utilização como parte do plano pedagógico de uma aula presencial (VICARI et al, 2010).

Uma das razões da importância desta teoria pretende-se ao fato de que nas tentativas realizadas para encontrar uma definição de OA, não se prestou atenção

necessária aos conceitos de orientação a objetos, pois, o paradigma orientado a objetos é a principal base sobre a qual se pode alcançar a reusabilidade (ALLEN, MUGISA, 2010).

A maior parte dos modelos existentes para o desenvolvimento de OA, consideram as entidades como objetos de aprendizagem. No entanto, esses modelos não tem a capacidade de usar características do paradigma orientado a objetos como herança, polimorfismo e instanciação, visando alcançar a reusabilidade pois, não são objetos sob ponto de vista do paradigma orientado a objetos. Além disso, esses modelos consideram os conteúdos de aprendizagem eletrônica como sendo de granularidade fina, como forma de atingir maior reusabilidade. De acordo com Allen, Mugisa (2010), se o objetivo for de alcançar maior grau de reusabilidade, então, a noção de granularidade fina deve ser muito bem explicada, assim como o mecanismo de composição, decomposição e ainda autodescrição. No entanto, o paradigma orientado a objetos fornece um mecanismo de inclusão destas características no próprio objeto de aprendizagem.

A tecnologia instrucional chamada "objetos de aprendizagem", lidera atualmente de entre outras candidatas, a preferência para o cargo de tecnologia de escolha para a próxima geração de design instrucional, desenvolvimento e oferta, devido ao seu potencial de reutilização, generalidade, adaptabilidade e escalabilidade (WILEY, 2000).

Os objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de instrução baseada em computador fundamentado no paradigma orientado a objetos da ciência da computação. A orientação ao objeto valoriza muito a criação de componentes (chamados de "objetos") que pode ser reutilizado em múltiplos contextos. Esta é a ideia fundamental por detrás de objetos de aprendizagem: designers instrucionais podem construir pequenos (em relação ao tamanho de um curso inteiro) componentes instrucionais que podem ser reutilizados várias vezes em diferentes contextos de aprendizagem. Além disso, objetos de aprendizagem são geralmente entendidos como entidades digitais a oferecer através da Internet, o que significa que qualquer número de pessoas pode acessar e usá-los simultaneamente. No entanto, aqueles que incorporam objetos de aprendizagem podem colaborar e beneficiar-se imediatamente de novas versões. Estas são diferenças significativas entre os objetos de aprendizagem e outros meios de ensino tradicionais. (WILEY, 2000).

Para facilitar a adoção generalizada da abordagem de objetos de aprendizagem, o Comité de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (LTSC) do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), formado em 1996 para desenvolver e promover padrões de tecnologia instrucional, desenvolveu normas sem as quais as universidades, empresas e outras organizações e instituições de pesquisa em todo o mundo não teriam nenhuma maneira de assegurar a interoperabilidade de suas tecnologias de ensino, especificamente seus objetos de aprendizagem

Um conteúdo digital ou não (maquete, imagem, filme, etc.), que possa ser usado com algum propósito educacional e que inclui, internamente ou via associação, sugestões de contextos, nos quais ele deve ser utilizado denomina-se objeto de aprendizagem (LTSC, 2000).

Nos exemplos de aprendizagem suportada por tecnologia incluem-se sistemas de treinamento baseados em computador, ambientes de aprendizagem interativos, sistemas de instrução assistida por computador inteligentes, sistemas de ensino à distância e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de Objetos de Aprendizagem incluem conteúdo multimídia, conteúdo instrucional, ferramentas de software, software de instrução, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada pela tecnologia (LOM, 2000).

No entanto, para a presente pesquisa adoptou-se a seguinte definição de trabalho para objetos de aprendizagem:

Objetos de aprendizagem são elementos de novo tipo de instrução baseada em computador construído sobre paradigma orientado a objetos da Ciências de Computação. Este paradigma valoriza bastante a criação de pequenos componentes que podem ser reutilizados em vários contextos. Os designers instrucionais podem construir pequenos componentes instrucionais que podem ser reutilizados inúmeras vezes em diferentes contextos de aprendizagem. São geralmente entidades como entidades digitais distribuídos pela Internet, e que podem ser acessados e utilizados por várias pessoas simultaneamente (WILEY, 2000, p.58). Para que sejam armazenados em repositórios e permitir a sua reutilização em ambientes de aprendizagem, devem ser catalogados. (VICARI, et. al. 2009).

Apesar de os objetos de aprendizagem e recursos educacionais abertos serem ambos recursos desenvolvidos e utilizados visando propósitos educacionais, existe um diferencial que faz com que não sejam tratados como se fossem sinónimos, sendo o formato aberto, aquilo que faz os dois conceitos serem diferentes. Enquanto os REA



precisam de estar totalmente disponíveis para acesso e edição, isto é, terem licença aberta como por exemplo a PNG para imagens, o webM para vídeo, assim como o HTML para edição de páginas web; já o mesmo não se pode afirmar sobre os OA.

### 3.5.1. CARACTERÍSTICAS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

As características dos objetos de aprendizagem segundo vários pesquisadores como Ferlin; Dias; (2009; Galafassi (2014) são categorizadas sob duas perspectivas, nomeadamente, a perspectiva pedagógica e a técnica. No entanto, na perspectiva de Silva Sprock, Ponce Gallegos e Villalpando Calderón (2012), Hernández e Silva Sprock (2013), no processo de desenvolvimento de OA, é necessário considerar uma terceira perspectiva, a de interação homem máquina, uma vez que o OA, é um produto de software com fins educacionais ao mesmo tempo. Sendo recurso digital, há que considerar três perspectivas, nomeadamente pedagógica, característica técnica e de interação homem-máquina. As características pedagógicas ocupam-se das questões pedagógicas dos objetos de aprendizagem. A perspectiva pedagógica do enfoque à concepção de OA que facilitam o trabalho do professor e alunos com a finalidade de construção de conhecimentos, Dias (2009). Partindo do pressuposto que os objetos de aprendizagem têm finalidade educacional, é necessário que mantenham sequências lógicas para a eficácia do processo de ensino- aprendizagem, e para promover a construção e disseminação do conhecimento. Entre as características mais marcantes podemos citar: direcionamento para uma variedade de estilos de aprendizagem, conteúdo relevante e pertinente, objetivos educacionais claros, atividades de aprendizagem, interatividade e avaliação, autonomia, afeto, cooperação e cognição (SILVA SPROCK, PONCE GALLEGOS, VILLALPANDO CALDERÓN, 2012). Em seguida explica-se com mais detalhe cada uma das características:

- **Interatividade:** é um indicativo de suporte à materialização e ações mentais que, requer que o aluno interaja com o conteúdo de alguma forma, como por exemplo; visão, audição, ou responder alguma coisa.
- **Autonomia:** refere-se ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem que privilegiem a autonomia, ou melhor, que os estudantes sejam capazes de tomar iniciativa e decisões.
- **Cooperação:** indica se há suporte para os usuários trocarem ideias e trabalharem coletivamente sobre o conceito apresentado.

- **Cognição:** refere-se às cargas cognitivas colocadas na memória do aluno durante o processo de ensino e aprendizagem. No caso dos OA que são baseados no computador e na web, o termo abarca o processo mental necessário para acessar e interpretar as telas, ícones e objetos, bem como para processar o real conteúdo da instrução.
- **Afetividade/desejo:** Refere-se aos sentimentos e motivações do aluno em relação à sua aprendizagem, com a sua interação com o OA e também com seus professores e colegas. O objeto de aprendizagem tem de ser atrativo e contextualizado no cotidiano do aluno para cativar a sua atenção.

Referiu-se ainda que as características pedagógicas abordam a questões didático-pedagógicas dos OA e, por seu turno as características técnicas que a seguir se descrevem, ocupam-se dos recursos digitais em termos tecnológicos. Esta característica, tem o seu foco nos aspetos de padronização, classificação, armazenamento, recuperação, transmissão, reusabilidade, interoperabilidade, acessibilidade, portabilidade, flexibilidade, granularidade e reutilização dos OA (DIAS; FERLIN, 2009; SILVA SPROCK, PONCE GALLEGOS, VIILALPANDO CALDERÓN, 2012; GALAFASSI, 2013):

- **Acessibilidade** indica a possibilidade de um OA ser acedido por diferentes tipos de usuários, de diferentes locais conectados à internet ou não, e ainda acedido por vários tipos de dispositivos.
- **Disponibilidade:** indica se o objeto está disponível para ser utilizado.
- **Agregação:** os objetos podem ser agrupados em conjuntos maiores de conteúdo, incluindo estruturas tradicionais de cursos.
- **Classificação:** permite a catalogação dos objetos auxiliando na identificação dos mesmos, facilitando o trabalho dos mecanismos de busca.
- **Digital:** refere-se à conveniência de tratar objetos de aprendizagem como digitais, uma vez que no computador são trabalhados digitalmente.
- **Durabilidade:** esta característica refere-se à utilização de objeto de aprendizagem mesmo que haja mudança da tecnologia, sem necessidade de refazer o projeto ou recodificação.

- **Reusabilidade:** Vicari et, al. (2010), defende que a principal propriedade de um objeto de aprendizagem é sua reusabilidade. Esta característica pode ser alcançada através da modularidade, interoperabilidade e recuperação.
- **Modularidade:** descreve o grau de separação e conseqüente recombinação dos componentes do OA.
- **Interoperabilidade:** é a capacidade de operar em plataformas heterogêneas, habilidade de operar através de uma variedade de hardware, sistemas operacionais e navegadores, intercâmbio efetivo entre diferentes sistemas.
- **Recuperação:** está relacionada à capacidade de poder ser encontrado em função da sua descrição de propriedades e funcionalidades.
- **Granularidade:** refere-se ao nível de detalhe com que um conceito é representado para poder ser manipulado, podendo variar da mais fina à mais grossa. O tamanho dos objetos de aprendizagem deve ser escolhido de modo a maximizar seu reuso pois influencia bastante na reusabilidade do mesmo. Quanto menor for, maior a probabilidade de ser combinado com outros e reutilizado.
- **Identificação por metadados:** descreve as informações relacionadas à identificação, conteúdo e histórico de um OA, permitindo que seja facilmente localizado por mecanismos de busca, e desta forma, esteja disponível para quem desejar assim utilizá-los, por exemplo, o nome do autor, data, título, assunto tratado, etc.
- **Portabilidade:** indica se o OA pode ser transferido (ou instalado) para diferentes ambientes, como, por exemplo, diferentes tipos de ambientes virtuais de aprendizagem ou sistemas operacionais.
- **Escalabilidade:** A facilidade de poder ser utilizado com pequeno ou grande número de usuários.
- **Confiabilidade:** indica que o OA não possui defeitos técnicos ou problemas no conteúdo pedagógico.

VICARI et al. (2009) explica que para que os objetos de aprendizagem sejam armazenados em repositórios e reutilizados em diversos ambientes de aprendizagem, é necessária a descrição de seu conteúdo de uma forma padronizada, o que permitirá o intercâmbio de informações. Essa padronização é levada a cabo por padrões de objetos de aprendizagem.

Por último, a terceira característica a considerar no âmbito desta pesquisa é a interação homem-máquina pois, é a condição necessária, mas não suficiente para que um objeto de

aprendizagem tenha conteúdo relevante, e objetivos pedagógicos claros. Para que seja suficiente é necessário que o OA, instigue motivação, curiosidade e interesse em utilizá-lo, de modo a possibilitar uma ótima experiência da dinâmica de aprendizagem. Lembre-se que o OA sendo um recurso digital, não deve pôr de parte certos atributos que o tornem atrativo para que o aluno não o rejeite. Os atributos mais relevantes são, o uso adequado de cores, fontes, a forma como é apresentada a informação, navegabilidade do OA, simetria e consistência dos elementos que constituem o OA (SILVA SPROCK, PONCE GALLEGOS, VILLALPANDO CALDERÓN, 2012):

- **Cores adequadas:** Através de cores é possível adequar um contraste suficiente para que o aluno consiga visualizar elementos importantes num OA. O contraste entre as cores é a distinção que é possível perceber em relação à matiz, saturação ou luminosidade da cor.
- **Fontes adequadas:** O tipo de letra do layout deve ser familiar para facilitar a legibilidade do texto.
- **Apresentação da informação:** A informação deve ser apresentada em linguagem acessível para facilitar a compreensão.
- **Navegabilidade:** Está associada à facilidade de o aluno percorrer de forma interativa o OA. O OA deve permitir ao aluno fácil localização de uma determinada opção e percorrer pelo OA. Sempre que for possível, possuir mais de uma forma de navegação, pois cada aluno tem o seu próprio estilo de aprendizagem.
- **Simetria e consistência dos elementos do OA:** O conhecimento sobre os elementos que irão compor o objeto de aprendizagem, como por exemplo as barras de navegação, os botões, os ícones e menus é fundamental, para que se possa estabelecer padrões de localização de acordo com as propriedades que norteiam as zonas de influência da informação. Portanto, é essencial que exista uma comunicação visual, de modo que os elementos relacionados estejam colocados próximos uns dos outros e que tenham alguma coerência, pois desse modo espera-se que o aluno tenha a sensibilidade despertada.

Os autores são unânimes em assumir que tanto as características técnicas e pedagógicas devem ser consideradas para que o objeto de aprendizagem logre os resultados desejados. No entanto, também se considera válido o argumento de Silva Sprock, Ponce Gallegos e Villalpando Calderón (2012), atinente a consideração de uma

terceira característica de OA. Segundo os autores, o OA tem de ser bem apresentável com uma interface bem concebida, atrativa e, os elementos na tela devem ter uma boa disposição para que o aluno se sinta motivado a experimentá-lo.

### **3.5.2. PADRÕES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

Segundo Vicari (2010), dentre as diversas organizações internacionais que criaram padrões para metadados educacionais, destacam-se o *Learning Objects Metadata (LOM)* do *Learning Technology Standard Committee do Institute of Electrical and Eletronic Engineers (IEEE/LTSC)*, o *Instrucional Management System (IMS) da Global Consortium* e o *Dublin Core Metadata Initiative*. Além destes, existem também o *Advanced Distributed Learning Initiative (ADL)*, *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)* e o Padrão para Metadados e Objetos de Aprendizagem Multiplataforma (OBAA), uma iniciativa brasileira na busca de um padrão para objetos de aprendizagem. Esses padrões facilitam a reutilização de diferentes objetos promovendo sua interoperabilidade e, descrevem e estruturam a informação sobre diversos tipos de documentos, facilitando a localização e descrição dos OA.

O objetivo do padrão OBAA é de permitir a utilização de objetos de aprendizagem dentro desse contexto de integração tecnológica, especialmente entre as plataformas Internet e TV Digital. O padrão proposto é formado por um conjunto de metadados para objetos de aprendizagem, com enfoque em questões educacionais específicas do contexto brasileiro. Além disso, são propostos metadados que garantem interoperabilidade do OA nas plataformas Web, TV Digital e dispositivos móveis (VICARI, et. al. 2010). Além disso, este padrão visa assegurar que os desenvolvedores de OA, não se deparem com restrições tecnológicas, uma vez que se verifica um crescimento galopante de tecnologias que favorecem o desenvolvimento de conteúdos digitais de aprendizagem cada vez mais ricos e interativos. Os conjuntos de metadados propostos devem ser utilizados para catalogar os objetos de aprendizagem, dessa forma conduzindo à uma biblioteca de OA (VICARI, et. al. 2010).

### **3.6. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

As teorias de aprendizagem descrevem a forma como a aprendizagem ocorre num determinado contexto educacional e, podem se enquadrar em qualquer objeto de

aprendizagem, plataforma, disciplina, evento educacional ou ainda em algum modelo pedagógico interpretacionista. Por conseguinte, no contexto educacional para o uso inteligente de objetos de aprendizagem, não podem ser considerados como entidades isoladas, mas sim, como parte de um processo sistemático de educação que inclua considerações de teorias de aprendizagem. No entanto, não existe nenhuma teoria ideal a ser utilizada, cabe sim ao designer instrucional escolher a teoria de aprendizagem mais adequada, considerando o ambiente de aprendizagem e o usuário final do OA, neste caso o aluno. (HUDAK, 2007).

Dentre as 3 correntes filosóficas, a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, é a que melhor se enquadra na corrente filosófica cognitivista, que considera o aluno como agente construtor dos seus próprios processos da mente. Por isso, a que mais se aproxima ao tipo de ensino que se pretende na escola moderna, em que o aluno é centro de todo o processo de aprendizagem. Esta corrente filosófica visa perceber como o ser humano constrói os significados, mostrando os caminhos para a criação de estratégias de ensino que facilitem a aprendizagem significativa.

A ideia subjacente à teoria de aprendizagem significativa, é a de que durante o processo de ensino aprendizagem, o ser necessita de uma experiência individual própria para interagir com o material didático concernente a um tópico específico. Com base nessa premissa, procura-se no uso da interatividade, a solução para o desenvolvimento cognitivo mais eficientes do aluno (TAVARES, 2008). Essa ideia é corroborada por Cunha; Tarouco (2006), ao admitir que o papel dos OA é o de trazer à memória do aprendiz os conhecimentos prévios relevantes e necessários para os relacionar com o novo conhecimento e adquirir significados. A ideia sustentada de Tavares (2008) é que numa animação há maior probabilidade de o aluno relacionar os novos conhecimentos com os que já possui na sua estrutura cognitiva, favorecendo a construção de significados. Outros autores como Castro Pessoa et al. (2002), contribuem com esta ideia afirmando que a animação favorece o aprendizado de um modo mais ativo, de modo que, a atuação pessoal do aprendiz é fundamental para que ele assimile os conceitos abordados na animação em questão. O uso das animações pode ser utilizado para a criação de disposição para o aprendiz, pois, excita processos cognitivos e produzem ainda um ambiente lúdico para desenvolvimento da aula, salienta. (TAVARES, 2008).

Vários pesquisadores defendem que a interação é uma das características pedagógicas de um objeto de aprendizagem, e esse argumento é justificada pela teoria de Ausubel, quando se refere à interação como sendo o cerne da aprendizagem significativa. Desse modo, no ambiente de aprendizagem, onde o aprendiz está exposto à utilização de OA e com todo o ambiente escolar, professores e colegas, os novos saberes interagem com conhecimentos que este já possui na sua estrutura cognitiva.

Por conseguinte, as discussões levantadas por aqueles pesquisadores remetem a considerar que os objetos de aprendizagem podem sim favorecer a aprendizagem significativa. Essa constatação é também corroborada por Costa (2014) e Oliveira (2011), ao referenciarem que o aprendiz na exploração e vivências de novas experiências proporcionadas pelo OA, utiliza os seus esquemas de pensamento para a construção de novos saberes que passarão progressivamente a constituir uma base de conhecimentos, numa recursividade inesgotável de ações e interações com o meio do conhecimento, podendo deste modo assegurar a aprendizagem significativa.

### **3.7. DESIGN ORIENTADO A OBJETOS COMO MECANISMO PARA O ALCANCE DE REUSABILIDADE**

Dentre as características que os objetos de aprendizagem apresentam, é conveniente discutir a reusabilidade, cuja discussão foi iniciada na parte introdutória desta seção. Vicari et al. (2010), Allen e Mugisa (2010), apontam que a reusabilidade é uma das características mais importantes de um OA. A reusabilidade como o próprio nome sugere, é a capacidade que um OA possui de ser utilizado em vários contextos de aprendizagem com alguma ou mesmo nenhuma alteração. Allen e Mugisa (2010), defendem teorias que encorajam e incrementam a reusabilidade de objetos de aprendizagem através de exigência de baixo acoplamento, exigência de uma forte coesão, introdução de princípios de orientação aos objetos, fornecimento de unidade ideal do OA, isto é, a granularidade.

A exigência de baixo acoplamento, é um conceito que define que qualquer objeto de aprendizagem a ser utilizado para facilitar o processo de ensino aprendizagem em torno de único objetivo de aprendizagem, deve ser definido como um objeto de aprendizagem singular e independente e, as respectivas atividades como instruções, avaliações cobertas num único objeto de aprendizagem independente. (ALLEN; MUGISA, 2010).

Por seu turno, a exigência de uma forte coesão é uma teoria que determina que apenas uma atividade pedagógica deve ser definida em torno de um único objetivo de aprendizagem e ser coberto por apenas um objeto de aprendizagem singular (ALLEN, MUGISA, 2010). A introdução de princípios de orientação à objetos, é o conceito que resulta da habilidade de utilização das características de orientação aos objetos como herança, encapsulamento, polimorfismo, que geralmente contribuem para o aumento do nível de reusabilidade (ALLEN, MUGISA, 2010). Por último, fornecer uma unidade ideal do OA relativamente ao tamanho ou granularidade é a teoria referida por Allen e Mugisa (2010), em que define a granularidade com base nas atividades pedagógicas e objetivos de aprendizagem. Este conceito permite que os desenvolvedores construam objetos de aprendizagem com granularidade fina e contribuir para o alcance de maior reusabilidade, mas que, continuam a ser significantes para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Estes pesquisadores, sugerem que esta é a definição ótima de granularidade porque reflete o entrosamento entre a utilidade técnica e a utilidade instrucional do objeto de aprendizagem.

### **3.8. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO**

Este capítulo contribuiu para o alcance do objetivo específico 1. Para isso, elegeu-se de entre as várias teorias de aprendizagem existentes, a teoria de aprendizagem significativa para fornecer o suporte pedagógico à metodologia pois, é uma teoria da atualidade subjacente a várias teorias construtivistas e o almejado num processo de ensino aprendizagem pois, possibilita ao aluno que construa o seu próprio conhecimento com base nos conhecimentos que já possui, por um lado. Por outro lado, vários autores citados neste capítulo concluíram que OA podem favorecer a aprendizagem significativa.

Além das teorias de aprendizagem abordaram-se os conceitos de recursos educacionais abertos, objetos de aprendizagem, padrões de metadados, características de OA, onde se concluiu que a introdução da característica de interação homem máquina torna a metodologia de desenvolvimento de OA mais completa. Portanto, deve-se procurar satisfazer os 3 tipos de características. Os padrões de metadados são importantes para a catalogação dos objetos de aprendizagem, e garantir a sua reusabilidade. Sendo assim, o padrão OBAA, para além de utilizar as especificações do IEEE LOM, um padrão internacionalmente aceite e utilizado, contém os metadados técnicos, educacionais, segmentação e de acessibilidade, tornando-se num padrão mais completo em relação aos



demais. As fases de desenvolvimento de software foram abordadas tendo sido destacado que a fase de concepção, é a responsável pelo levantamento e análise de requisitos para o desenvolvimento de software. Importa referir que o conceito de objetos de aprendizagem é novo relativamente às metodologias de desenvolvimento de softwares. Quem deseje utilizar estas práticas para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem, constitui um desafio, uma vez que será necessário adaptar às fases de desenvolvimento de software, as características pedagógicas dos objetos de aprendizagem. Referiu-se também que para os objetos de aprendizagem alcançarem o maior nível de reusabilidade, é preciso ter em conta os conceitos orientados aos objetos, assim como a definição do conceito de granularidade adequada, uma vez que influencia bastante na reusabilidade de um OA. Embora objetos de aprendizagem compostos por componentes maiores sejam mais fáceis de gerir por um lado, por outro lado são difíceis de serem incluídos em novos contextos, os quais contêm cenários de aprendizagem diferentes daqueles para os quais foram inicialmente previstos.

## 4. TRABALHOS RELACIONADOS

O desenvolvimento de OA, demanda a participação de uma equipe multidisciplinar como, Programadores, Pedagogos, especialistas de áreas, dentre outros. A comunicação e a coordenação da equipe, são fundamentais para alcançar os objetivos tanto pedagógicos como tecnológicos. Neste sentido, o uso de uma metodologia é fundamental para organizar o processo de desenvolvimento, a padronização e a comunicação entre os envolvidos (BRAGA, et al., 2012, pág. 94)

Acadêmicos, Pedagogos e outros profissionais ligados ou não a área educacional, estão engajados em pesquisas relativas às metodologias de desenvolvimento de OA e as respectivas publicações estão disponíveis em anais, *proceedings*, revistas científicas e livros como por exemplo “Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico”, “Metodologias de desenvolvimento”, “*Technology Innovation and Educational Global Change*”, “*Trends and Issues in Instructional Design and Technology*” e “*Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*”. Contudo, as metodologias propostas não são completas pois, ou priorizam o design instrucional em detrimento dos aspectos técnicos, ou dão maior ênfase às especificações técnicas dos objetos e negligenciam o foco pedagógico. De acordo com Braga (2015), “*é necessário criar novas tecnologias que encontrem o equilíbrio entre a característica pedagógica e a característica técnica*”. Na ótica da presente pesquisa, os aspetos referidos anteriormente, devem ser acrescidos à interação homem máquina, o favorecimento da aprendizagem significativa e a garantia de reusabilidade.

Nesta seção abordam-se as metodologias para o desenvolvimento de OA, que foram o alicerce para a elaboração desta pesquisa pois, partiu-se do que já existe e verificar que lacunas ainda precisam de ser preenchidas, de modo a contribuir para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem de qualidade. Identificamos os seguintes trabalhos: UML para Modelagem de Objetos de Aprendizado de Canto Filho et al. (2011), Processo ADDIE, Metodologia de Construção de OA com Foco na Aprendizagem Significativa, Metodologia INTERA, Braga, Pimentel e Dotta (2013), Processo RIVED, SEED (S/A), LODPRO Queiros et al. (2016), Desenho de Objetos de Aprendizagem Utilizando Ferramentas de UML, Dominguez, Sáinz, Gutierrez (2006) e a RUP, KRUCHTEN (2003).

Dos trabalhos relacionados pode-se distinguir 3 grupos, nomeadamente, a 1ª que se refere às metodologias de desenvolvimento de objetos de aprendizagem; A segunda camada onde se encontram as metodologias que abordaram as técnicas de engenharia de software e/ou de design instrucional; e por último, o que corresponde à base, e onde se encontram as metodologias que utilizaram a linguagem visual UML e/ou design instrucional para a construção de objetos de aprendizagem.

#### **4.1. MODELO ADDIE**

O ADDIE é um processo de design instrucional interativo constituído por 5 fases, onde os resultados da avaliação formativa de cada fase podem levar ao designer instrucional de volta a qualquer uma das fases anteriores.

As fases do ADDIE segundo Reiser e Dempsey (2012) iniciam com a análise, que corresponde a identificação do problema, através de realização de atividades como determinar os objetivos instrucionais, identificar o público alvo, identificar os recursos necessários e conceber o plano de gestão do projeto. Essas atividades culminam com a elaboração de um sumário da fase de análise. A fase de Design, é responsável por verificar o desempenho desejado e os métodos de testes apropriados. As atividades desta fase incluem realizar um inventário, definir objetivos de aprendizagem, gerar estratégias de testes, calcular o retorno do investimento. A 3ª fase é alusiva ao desenvolvimento, o que significa a geração e validação de recursos de aprendizagem. Neste âmbito, as atividades que fazem parte desta fase incluem geração de conteúdo, selecionar as mídias mais adequados, desenvolver um guião para o aluno para o professor e conduzir testes pilotos. Na 4ª fase do processo denominada implementação, prepara-se o ambiente de aprendizagem para o aluno e para o professor. Por fim, a fase de avaliação, tem como atividades determinar os critérios de avaliação, selecionar as ferramentas para tal, e ainda conduzir a avaliação. Estas atividades são realizadas visando responder ao objetivo desta fase, que é o da avaliação da qualidade dos materiais e processos instrucionais antes e depois da implementação. O ADDIE é um processo útil para servir de suporte instrucional na construção de objetos de aprendizagem. No entanto, ela difere da metodologia da presente pesquisa pois, a MOAURL, é um processo concebido para o desenvolvimento de OA que tem na Engenharia de software o suporte para o seu desenvolvimento, que considera os OA entidades digitais, e sendo assim, então todas as características técnicas de OA que estão ausentes no ADDIE estão presentes no MOAURL.

## **4.2. PROCESSO RIVED**

O processo RIVED é um programa desenvolvido pelo MEC (Ministério da Educação) para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem do tipo simulação e animação (RIVED, S/A). O modelo de processo de desenvolvimento de OA proposto pelo RIVED prioriza a interação dos membros da equipe, é composto por 6 fases baseado na junção de características essenciais ao processo de aprendizagem do indivíduo. Essa junção dá origem aos documentos gerados durante o processo que são nomeadamente, *design* pedagógico, roteiro de atividades e guia do Professor. A modelagem dos objetos de aprendizagem do projeto RIVED é feita através de roteiros, que é um mecanismo válido para produtos multimídia e vídeos. A validação dos OA do projeto RIVED foi feita para objetos de aprendizagem do tipo animação e simulação, e, no entanto, para qualquer outro tipo de OA não há informação de sucesso ou fracasso. O processo RIVED difere da MOAURL na medida em que, ele foi desenvolvido para atender apenas alguns tipos de objetos de aprendizagem como vídeos, animação e simulação e a MOAURL, sendo uma linguagem de projeto, pode ser utilizada para modelar qualquer tipo de OA. A aprendizagem significativa é uma estratégia de aprendizagem que a MOAURL prioriza nas fases de contextualização e de análise de requisitos, a que o RIVED não faz menção.

## **4.3. METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE OA COM FOCO NA AS**

Monteiro et al. (2006), apresenta a teoria da aprendizagem significativa como suporte teórico ao objeto digital de aprendizagem. No trabalho, utilizou uma estrutura básica de criação dos objetos através de textos, mapas e animações interativas. A tecnologia utilizada foi Macromedia Flash, para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem “Forças de Ação”. Segundo os autores, a escolha foi baseada em algumas vantagens que esta ferramenta oferece como a facilidade de utilização, tamanho reduzido do produto final, portabilidade, velocidade na construção de aplicações fortemente interativas, integração com XML e HTML e possibilidade do uso de frameworks e componentes. Duas equipes foram formadas, uma de informática e a outra de física. São seis as fases integrantes da metodologia.

Esta metodologia utiliza animações, mapas conceituais e textos como forma de promover a aprendizagem significativa. A não utilização de padrões de metadados, pode dificultar a sua disponibilização e reusabilidade. Recordar-se, porém, que a MOAURL é

baseada numa linguagem de projeto da Engenharia de Software para promover a comunicação entre as equipes e a documentação histórica do OA, o que constitui um diferencial com a metodologia discutida nesta seção.

#### **4.4. RATIONAL UNIFIED PROCESS**

A *Rational Unified Process* é considerada um processo mais completo no desenvolvimento de sistemas, apesar de ser considerado não ágil (KRUCHTEN, 2003). O fato de ser mais completo permite uma análise que pode ser estendida para outros processos mais ágeis, porém menos completos (BRAGA, 2015). O diferencial do RUP é de possuir disciplinas ao invés de etapas como outras metodologias de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. De acordo com o processo RUP, uma disciplina é uma coleção de tarefas que estão relacionadas a uma área de interesse principal dentro do projeto como um todo. Por ter sido criado para o desenvolvimento de *softwares* em geral, o RUP ainda não foi adaptado para abordar a componente pedagógica no seu processo. A RUP foi um suporte para a MOAUML, no entanto, a componente pedagógica que é uma das principais funções de objetos de aprendizagem não faz parte da RUP.

#### **4.5. METODOLOGIA INTERA**

Segundo Braga, Pimentel e Dotta (2013), a metodologia INTERA (Inteligência, Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis), foi baseada em processos de desenvolvimento de software e no modelo ADDIE para desenvolvimento de conteúdos instrucionais. Esse fator contribui para uma forte aceitação da metodologia junto à comunidade acadêmica, pois de antemão, haverá coordenação e cooperação entre as partes envolvidas de modo a manter uma comunicação necessária dentro do projeto, sendo um aspecto fundamental no desenvolvimento de um projeto. Esta metodologia, pode ser utilizada para o desenvolvimento de qualquer tipo de OA, independente de sua granularidade, tamanho ou complexidade.

Apesar da metodologia ter sido construída considerando as características pedagógicas bem como técnicas, a questão de interação homem e máquina, não foi verificada. A metodologia demanda uma equipe muito grande de atores, e nessa ótica a coordenação deve desempenhar um papel muito importante para evitar atrasos no cumprimento dos prazos e bem como minimizar a possibilidade de paralisação do projeto, além do aumento dos custos envolvidos no mesmo. O fato dos OA poderem ser

desenvolvidos com qualquer granularidade, pode perigar a reusabilidade dos mesmos. A interatividade é uma característica que garante a autonomia num processo de ensino aprendizagem com uso de objetos digitais de aprendizagem, mas, no entanto, a mesma não foi testada na metodologia INTERA. A MOAULM difere da INTERA em termos de definição da granularidade, pois, na fase de contextualização está contemplado o pressuposto para a definição de objetivos educacionais com vista a uma granularidade fina. A outra diferença entre MOAULM e ADDIE é a questão da inclusão na fase de contextualização de elementos que possam auxiliar na promoção da aprendizagem significativa.

#### **4.6. LEARNING OBJECTS DEVELOPMENT PROCESS**

O Learning Objects Development Process (LODPRO) é um processo de desenvolvimento de OA que emprega técnicas de engenharia de software, abordagem inovadora, gerenciamento de negócios e gerenciamento de qualidade. Este processo oferece uma contribuição importante aos processos de desenvolvimento de OA. A inserção de tarefas na fase de planejamento do ciclo *Plan, Do Check, Act* (PDCA), melhora a execução do plano evitando falhas e perda de tempo desnecessário nas fases subsequentes do PDCA. O uso de *Business Process Management* (BPM) como técnica para a criação do modelo e apresentar aos clientes, aliado ao uso de *storyboard* é uma boa estratégia de apresentar as ideias aos clientes. No entanto, o ciclo PDCA realça aspetos técnicos e de interação homem- máquina, não apresenta em nenhuma fase tarefas de especificação de requisitos didático-pedagógicos e nem a avaliação pedagógica dos OA, embora os autores no decorrer da pesquisa tenham apontado a fraqueza das metodologias em não abranger os requisitos didático-pedagógicos. A LODPRO difere da metodologia apresentada nesta tese pois, a MOAULM apresenta a especificação de requisitos pedagógicos e contempla a fase de avaliação pedagógica dos OA.

#### **4.7. UML PARA MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZADO**

O trabalho da autoria de Canto Filho et al. (2011), descreve o processo de utilização da UML para a modelagem de objeto de aprendizagem, objetivando facilitar a comunicação entre o projeto pedagógico e projeto informático. No seu trabalho fundamenta que o uso de UML para desenvolvimento instrucional, é uma questão natural, uma vez que a nova área emergente de projeto denominada Desenvolvimento Instrucional

tem alguma similaridade com o paradigma orientado aos objetos. Neste contexto, argumenta que os diagramas de classes e de atividades são os largamente utilizados como ferramentas de modelagem instrucional, apresentando os diagramas de classe de um estudo de caso *Problem Based Learning*. Não obstante o autor citar a utilidade dos diagramas de classes e de atividades na modelagem instrucional, a sua metodologia não apresenta como modelar os diagramas de atividade e de classes, pois utilizou apenas o diagrama de casos de uso; não está clara onde será disponibilizado o OA tão pouco mostra como a avaliação técnica e pedagógica foi realizada se for o caso. Esta metodologia vai ao encontro da presente pesquisa com a diferença de que a MOAUML além de sugerir que os diagramas de classes, de atividades, de sequências e de componentes sejam igualmente úteis para dar melhor visão ao leitor, também a indicação dos pressupostos de aprendizagem significativa, bem como a entrega, a avaliação técnica e pedagógica, são todas parte da MOAUML.

#### **4.8. DESENHO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO FERRAMENTAS DE UML**

De acordo com Dominguéz, Sáinz, Gutierrez (2006), para desenvolver um OA requiere dois níveis de desenvolvimento, um que está relacionado com o design instrucional e outro com o desenvolvimento de software. Neste sentido, é importante que haja pelo menos 2 atores, um professor e um desenvolvedor de software. A metodologia tem duas etapas, uma relacionada a distribuição de responsabilidades aos atores principais e a outra que diz respeito a elaboração de artefatos em UML. Os artefatos são levantamento de requisitos, casos de uso, diagramas de casos de uso e de sequências. Esta metodologia difere da MOAUML pois esta última, apresenta os artefatos que devem ser gerados em cada fase, e inclui a fase de avaliação tanto pedagógica como a técnica, utiliza mais dois diagramas, e encoraja o desenvolvimento de objetos de aprendizagem de granularidade fina.

#### **4.9. COMPARAÇÃO DE PROCESSOS DE MODELAGEM DE OA SOB PERSPETIVA DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

O quadro 1 ilustra as metodologias consideradas relevantes e relacionadas ao contexto deste trabalho, e podem ser enquadradas em 2 grupos. No primeiro grupo estão as que são dedicadas exclusivamente ao desenvolvimento de software a exemplo de RUP

e LODPRO e no segundo estão as que estão voltados ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem e utilizam os métodos de software, a saber, a INTERA e a UML para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizado e Desenho de Objetos de Aprendizagem Utilizando as Ferramentas de UML.

**Quadro 1: Comparação de Processos de Modelagem de OA**

|  | RUP                  | LODPRO  | INTERA  | FERRAMENTAS UML                | UML                |
|--|----------------------|---|---|--------------------------------|--------------------|
| <b>Autor/<br/>Instituição</b>          | Rational<br>Software | Queiros e<br>outros                                   | UFABC   | Dominguéz, Sáinz,<br>Gutierrez | UFRGS              |
| <b>Modelagem</b>                       | Presente             | Ausente   | Ausente   | Presente                       | Presente           |
| <b>Ferramentas<br/>usadas</b>          |                      | Engenharia<br>de Software<br>Abordagens<br>inovadoras | Engenharia Software   | UML                            | UML                |
| <b>Aprendizagem<br/>Significativa</b>  | Ausente              | Presente  | Ausente   | Presente                       | Presente           |
| <b>Tipos de OA</b>                     | softwares            | Vídeo   | Vídeos, curso, jogos<br>animação, Imagem,<br>Simulação, software<br>educacional | Não mencionado                 | Jogo-<br>simulação |
| <b>Utilização de<br/>padrão</b>        | Ausente              | Ausente   |   | Ausente                        | Ausente            |
| <b>Design<br/>Instrucional</b>         | Ausente              | Ausente   | Presente  | Presente                       | Presente           |
| <b>Desenvolvimento<br/>de Software</b> | Presente             | Presente  | Presente  | Presente                       | Presente           |
| <b>Requisitos<br/>Técnicos</b>         | Presente             | Presente  | Presente  | Ausentes                       |                    |
| <b>Avaliação<br/>Pedagógica</b>        | Ausente              | Ausente   | Presente  | Ausente                        | Ausente            |
| <b>Avaliação<br/>Técnica</b>           | Presente             | Presente  | Presente  | Ausente                        | Ausente            |
| <b>Reusabilidade</b>                   | Ausente              | Ausente   | Presente  | Presente                       | Ausente            |
| <b>Disponibilidade</b>                 | Ausente              | Ausente   | ROA   | Ausente                        | Ausente            |

*Fonte: Pesquisadora*

Do que se pode constatar no quadro 1, dos vários fatores de verificação arrolados, nem todos estão presentes em todos os modelos, processos ou metodologias. No que tange ao processo RUP e metodologia INTERA, estão presentes 6 dos 10 fatores de verificação. No concernente a Ferramentas UML estão presentes 5 dos 10 esperados e, por fim na metodologia LODPRO e na UML para Modelagem de Objetos de Aprendizado estão presentes apenas 4 fatores.



#### **4.10. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO**

O presente capítulo contribuiu para a satisfação dos objetivos específicos 1 e 2, e traz diferentes abordagens e práticas de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. As metodologias abordadas na revisão da literatura e apresentadas neste capítulo, foram desenvolvidas visando a facilitação do processo de desenvolvimento de OAs.

O modelo ADDIE, tem o seu ponto forte no design instrucional, mas no concernente à característica técnica não se mostra o mais adequado para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem no contexto atual. Esta lacuna pode estar relacionada com o fato de ser um processo concebido antes do surgimento do conceito objeto de aprendizagem. A metodologia INTERA, ganha maior destaque na conjuntura atual de OAs pois, esta proposta buscou conciliar as características pedagógicas e técnicas de OAs, o que lhe confere uma maior aceitação com relação ao ADDIE. No entanto, constata-se que esta metodologia demanda uma equipe de trabalho muito grande o que implica custos elevados de desenvolvimento. Pelo fato dos objetos poderem ser desenvolvidos com qualquer granularidade, isso pode comprometer a reusabilidade dos mesmos. O ambiente interativo de aprendizagem segundo Moreno e Mayer (2007), melhora a forma como as pessoas aprendem e está relacionada à aprendizagem significativa, porém na metodologia INTERA não foi testada tal correlação.

A metodologia de desenvolvimento de OA com foco na teoria de aprendizagem significativa é relevante pois, a aprendizagem significativa é o resultado que qualquer processo de ensino-aprendizagem aspira. Porém, a metodologia foi validada apenas para os objetos de aprendizagem da física, não se sabendo o seu comportamento concernente a aplicação em outras disciplinas. A metodologia denominada UML para a Modelagem de OA, é um processo que agrega a prática enraizada de Projeto Informático com o Projeto Pedagógico. Esta proposta encontra as suas vantagens em relação as restantes, pois, ao utilizar a UML para a modelagem, garante-se dessa forma a facilitação de comunicação entre as equipes envolvidas, a documentação histórica, reduzindo desse modo as falhas que possam ocorrer durante a modelagem do sistema. No entanto, a metodologia não apresenta as fases da modelagem dos objetos de aprendizagem, o que pode dificultar a utilização da mesma pelos interessados. O LODPRO é um processo de desenvolvimento de OA que emprega técnicas inovadoras, no entanto, não foram acauteladas a especificação de requisitos pedagógicos, e a fase de avaliação pedagógica dos OA, que constituem elementos importantes em objetos de aprendizagem.

## 5. METODOLOGIA DE MODELAGEM DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A metodologia de modelagem de OA neste trabalho é fundada nos princípios que norteiam o design instrucional através do modelo ADDIE e dos princípios de desenvolvimento de software. Por um lado, o modelo ADDIE, de acordo com Reiser e Dempsey (2002) é focado no desempenho do aprendiz, característica que contribui para que o modelo seja considerado um ponto de partida para o desenvolvimento de OA. Por outro lado, considerando que os objetos de aprendizagem são entidades digitais, por isso, segundo Queiros et al. (2016), Canto Filho et al. (2011) e Domínguez, Sáinz, Gutierrez (2006), estão intimamente relacionados ao software e por essa razão, ambos partilham características similares no seu desenvolvimento. Neste contexto, Queiros et al. (2016) defende que para assegurar o desenvolvimento de OA de acordo com as especificações providas pelo cliente, é necessário estabelecer regras, procedimentos, métodos e objetos a utilizar no processo do seu desenvolvimento. Queiros et al. (2006) argumenta que as metodologias e práticas de engenharia de software deveriam apoiar o desenvolvimento de objetos de aprendizagem. As práticas de engenharia de software variam muito de acordo com os propósitos e tipos de sistemas a desenvolver. No caso da presente pesquisa, considerou-se o RUP, uma vez que foi criado para apoiar o desenvolvimento orientado a objetos e oferece uma forma sistemática para se obter vantagens no uso da UML. De seguida estabelece-se uma comparação entre o ADDIE e o RUP, de modo a compreender até que ponto há ou não divergência nos processos.

Analisando estes dois processos observou-se que os mesmos não diferem muito quanto às atividades realizadas em cada fase, embora as denominações das fases tenham nomes diferentes. Na primeira fase do RUP assim como do ADDIE, realiza-se o levantamento e análise de requisitos. Na segunda fase de ambos os processos existe uma diferença significativa pois, no RUP realiza-se a análise mais detalhada dos requisitos bem como a revisão de riscos e o delineamento da arquitetura do sistema, enquanto no ADDIE, são definidos os objetivos de aprendizagem, os conteúdos e sua sequência, e a estrutura lógica. A terceira fase do RUP assim como do ADDIE envolve a construção dos componentes do sistema. A quarta e última fase de RUP, é a disponibilização do sistema aos usuários e consequente realização de testes do sistema, enquanto no ADDIE, ocupa-se da preparação da estrutura física e administrativa requerida pela proposta pedagógica,

bem como na capacitação dos que intervirão no processo. A última fase do ADDIE consiste na avaliação, visando averiguar a adequação dos conteúdos, o grau de aprendizagem e ainda os recursos didáticos. O quadro abaixo, ilustra essa comparação.

**Quadro 2: Análise Comparativa ADDIE e RUP**

|       |            | PROCESSOS   |  |
|-------|------------|---|--|
|       |            | RUP   | ADDIE  |
| FASES | Análise    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicação com <i>stakeholders</i> e planejamento do projeto</li> <li>• Levantamento de requisitos</li> </ul> | Concepção <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação do problema</li> <li>• Levantamento dos requisitos</li> </ul>                               |
|       | Elaboração | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar de forma detalhada o domínio do problema e refinar as necessidades</li> </ul>                         | Design <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição dos objetivos da aprendizagem, gerar estratégias de testes</li> </ul>                              |
|       | Construção | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção do sistema de software</li> </ul>   | Desenvolvimento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração e validação dos recursos de aprendizagem, desenvolver manuais, selecionar mídias</li> </ul> |
|       | Transição  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega e realização de testes</li> </ul>  | Implementação <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparação do ambiente de aprendizagem para o professor e aluno</li> </ul>                            |
|       |            |   | Avaliação <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar os critérios de avaliação, realizar a avaliação</li> </ul>                                     |

*Fonte: Pesquisadora*

Neste contexto, surge a MOAURL, ilustrada na figura 12, uma metodologia estabelecida na base destes dois processos; em primeira instância expandindo o número de fases do RUP, e em segundo lugar incorporando atividades importantes, importadas do ADDIE e da metodologia INTERA que, se mostraram importantes para que se obtenha uma metodologia mais completa de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Nesta metodologia, pode-se observar que o mapa conceitual está alicerçado sob três características, nomeadamente, pedagógica, técnica e de interação homem máquina.

As três características que estão representadas sob forma de elipse, são os eixos fulcrais sob os quais os objetos de aprendizagem produzidos com base na utilização da MOAURL devem ser satisfeitos, com vista ao alcance de objetivos da metodologia. Saliente-se que as características pedagógicas dizem respeito aos aspetos didático-pedagógicos na concepção de OA que facilitam o trabalho do professor e aluno com a finalidade de construção de conhecimentos, enquanto que as características técnicas são as que se ocupam dos aspetos de padronização, classificação, armazenamento, recuperação,

transmissão, reusabilidade, interoperabilidade, acessibilidade, portabilidade, flexibilidade, granularidade e reutilização dos OAs (DIAS; FERLIN, 2009; GALAFASSI, 2013). Por último, as características de interação homem-máquina, que por sua vez e de acordo com Silva Sprock e Hernández (2013), consideram que, sendo OA um recurso digital, não se deve pôr de parte certos atributos que o tornem atrativo para que o aluno não o rejeite. Os atributos mais relevantes são, o uso adequado de cores, de fontes, apresentação da informação, navegabilidade, simetria e consistência dos elementos que constituem o OA. Esta última característica defendida por Silva Sprock e Hernández (2013) embora se releve importante no desenvolvimento de OA, não foi tratado nesta pesquisa.

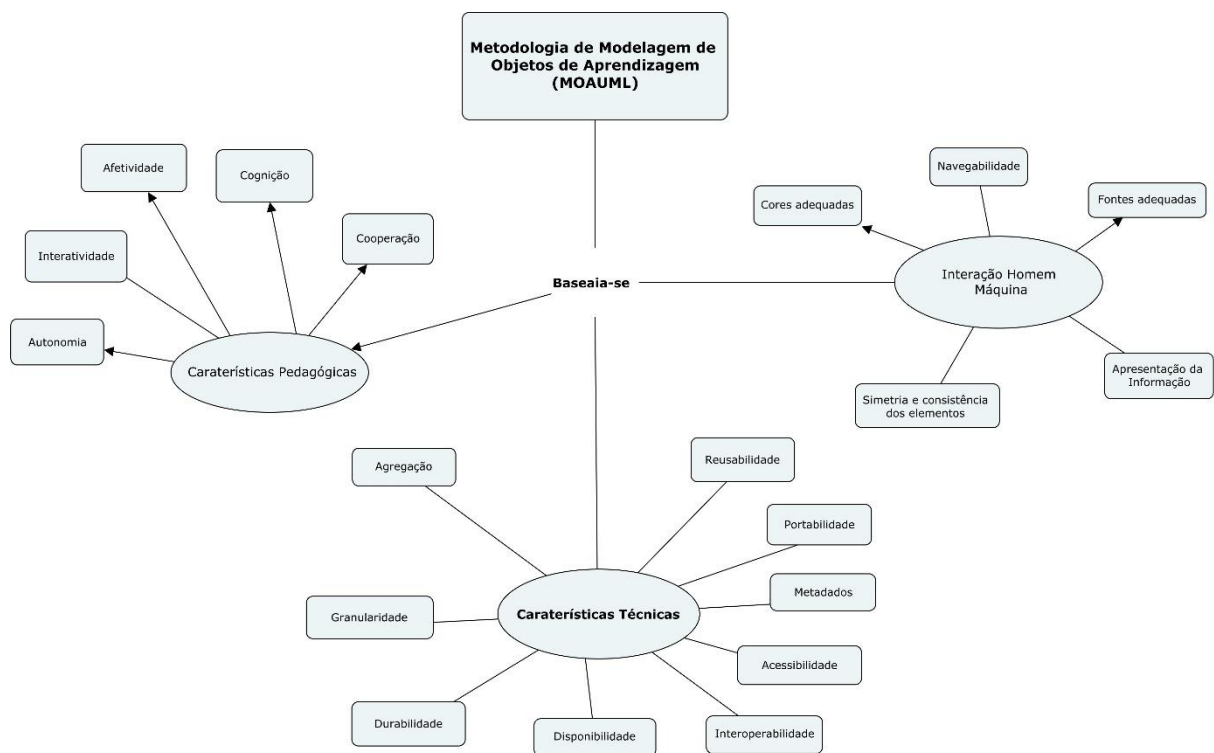


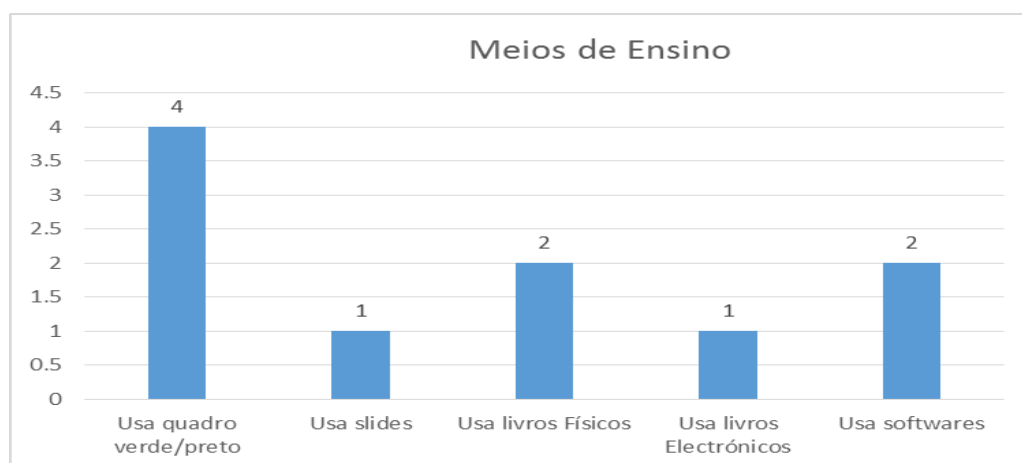
Figura 7: Mapa conceitual da Metodologia  
Fonte: Pesquisadora

Após a apresentação da MOAURL, urge apresentar nas seções seguintes o resultado dos questionários administrados aos professores, com vista a apurar a sua familiaridade com as ferramentas tecnológicas para o apoio ao processo de ensino e aprendizagem e sobre as metodologias e processos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Além destes resultados, apresenta-se também o ciclo de vida da MOAURL.

## 5.1. RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS AOS PROFESSORES

Primeiramente foi elaborado um questionário que teve como objetivo aferir dos professores sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos nas disciplinas de Cálculo Integral e Diferencial. Eles apontaram que os alunos mostram dificuldades nos conceitos básicos de Cálculo Diferencial e Integrais, tais como, conceitos de derivada, de limite, de integral definida, de sucessões, integrais de superfície, cálculo de áreas, integrais triplas numéricas e equações diferenciais. No entanto, para além dos conteúdos que citaram, tem a percepção que os alunos, não tem conhecimentos básicos para saber relacionar o que já sabem com a novos conteúdos para poderem construir um novo conhecimento, aprendendo dessa forma de forma significativa.

A questão sobre meios de ensino que os professores utilizam na sala de aulas, cujo resultado está ilustrado na figura 8, dá conta que os professores de Matemática diversificam os meios de ensino na sala de aulas. No entanto, pouca aderência ainda é verificada quanto ao uso de meios electrónicos. Por conseguinte, ainda há um trabalho de sensibilização a fazer junto aos professores, para a mudança de atitude e chamada de atenção quanto aos benefícios que as ferramentas tecnológicas podem trazer ao processo de ensino-aprendizagem.



*Figura 8: Meios de Ensino*  
*Fonte: Pesquisadora*

A pergunta relativa aos softwares que os professores utilizam na sala de aulas, as respostas dos professores ilustradas na figura 9, dão conta que apenas um professor utiliza software. Esta constatação vem a complementar o que os mesmos disseram em relação ao uso de meios de ensino electrónicos. Pode-se concluir que ainda falta a cultura de trabalho com recurso a ferramentas tecnológicas.

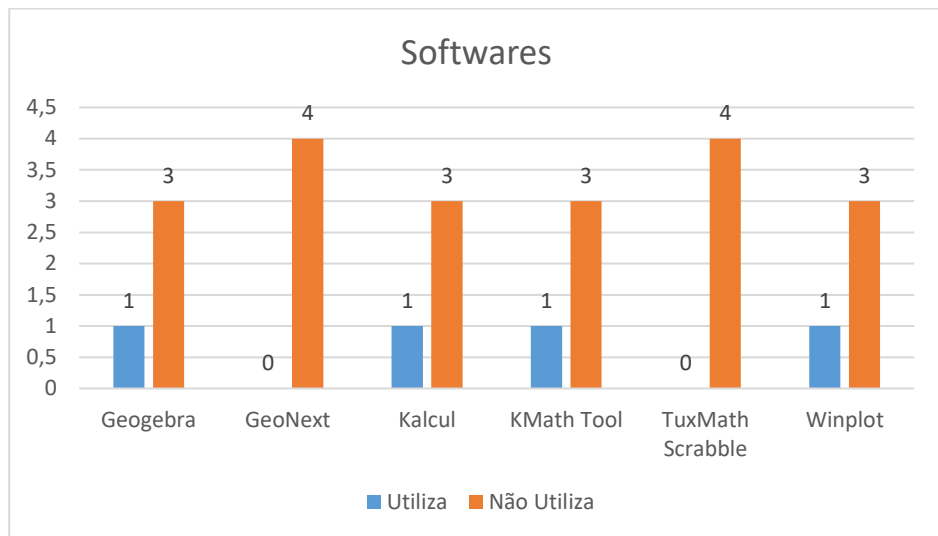


Figura 9: Softwares Utilizados pelos Professores  
Fonte: Pesquisadora

A figura 10, ilustra que os professores que já utilizaram algum software na sala de aulas acham que a experiência foi boa e facilita o processo de ensino por um lado. Por outro lado, os professores que ainda não tiveram tal experiência não tem opinião definida se os softwares são ou não um aliado ao processo de ensino. Quanto à questão de motivação, acham que de fato motiva o aluno, no entanto no concernente ao uso de software e a sua contribuição para a melhoria do desempenho do aluno, os professores têm respostas divergentes como podemos observar no gráfico.

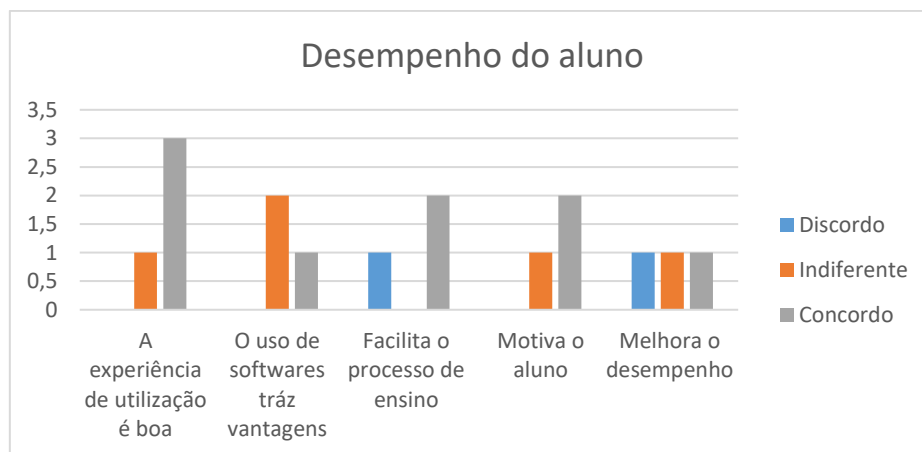


Figura 10: Desempenho dos Alunos  
Fonte: Pesquisadora

Os dados constantes das figuras 11 e 12, revelam que os professores inquiridos não têm ciência do que seja um objeto de aprendizagem, nunca ouviram falar, nunca desenvolveram algum e tão pouco incentivaram os alunos a utilizá-lo. Conseqüentemente,

admitiram que não conhecem nenhuma metodologia para os desenvolver. No entanto, mostram-se interessados em aprender a usar, a desenvolver, caso tenham essa oportunidade, de modo a poderem desenvolver os seus próprios OA.

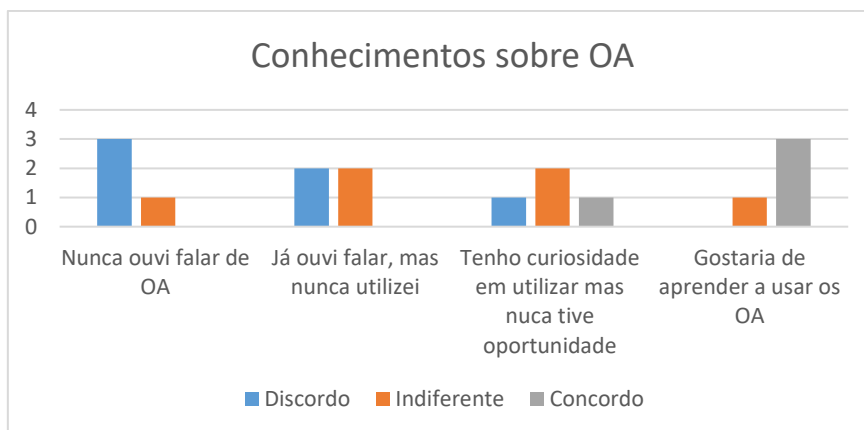


Figura 11: Conhecimentos sobre OA  
Fonte: Pesquisadora

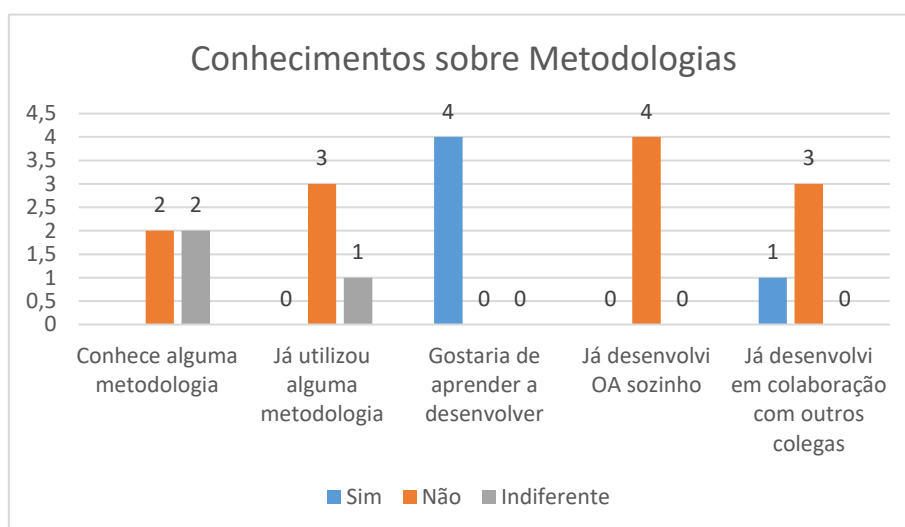


Figura 12: Conhecimentos sobre as Metodologias  
Fonte: Pesquisadora

## 5.2. CICLO DE VIDA DE OBJETO DE APRENDIZAGEM

O ciclo de vida de OA elaborado na presente pesquisa, consistiu em integrar atividades e expandir as fases do RUP. A 1ª e a 2ª fases correspondentes a iniciação e elaboração, são denominadas de contextualização e análise de requisitos no ciclo de vida da MOAUMML tendo sido incluídas as atividades de análise de requisitos pedagógicos e seleção de ambiente de aprendizagem. A 3ª e a 4ª fases do RUP, deram lugar ao projeto, implementação, testes, entrega e verificação, tendo sido integradas as atividades de verificação de características pedagógicas e catalogação.

**Quadro 3: Ciclo de Vida de desenvolvimento de OA**

| ATIVIDADES  | Contextualização | Análise de requisitos | Projeto | Implementação | Testes | Disponibilização | Avaliação |
|---|------------------|-----------------------|---------|---------------|--------|------------------|-----------|
| Contextualização do problema<br>Distribuição de responsabilidades<br>Esboço de diagramas de casos de uso  | Verde            | Azul                  | Amarelo |               |        |                  |           |
| Refinamento de requisitos<br>Seleção do ambiente de aprendizagem  |                  | Verde                 | Azul    | Amarelo       |        |                  |           |
| Seleção de ferramentas<br>Desenho de diagrama de classes  |                  | Azul                  | Verde   | Amarelo       |        |                  |           |
| Projetar interface<br>Desenho de diagramas de sequência<br>Desenho de diagrama de atividades<br>Desenho de diagrama de componentes<br>Escrever o código |                  |                       | Azul    | Verde         |        |                  |           |
| Refinar o plano de testes<br>Preparar o ambiente de teste<br>Validação das características técnicas<br>Executar o teste                                 |                  | Azul                  | Azul    | Azul          | Verde  | Amarelo          |           |
| Catalogar o OA<br>Armazenar o OA<br>Disponibilizar o OA   |                  |                       |         |               | Azul   | Verde            |           |
| Validação das características pedagógicas   |                  |                       |         |               |        |                  | Verde     |
| Gestão do Projeto   | Verde            | Verde                 | Verde   | Verde         | Verde  | Verde            | Verde     |

*Fonte: Pesquisadora*

O ciclo de vida apresentado no quadro 3 está identificado por 3 cores. A cor verde indica que uma determinada atividade está sendo maioritariamente executada nessa fase sendo que, a cor azul indica a realização da atividade em média escala, caso haja necessidade de ajustes e finalmente e a cor amarela denota a menor presença da atividade em determinada fase.



### 5.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A contextualização constitui a primeira etapa de construção de um objeto de aprendizagem, onde as pessoas com interesse no projeto procuram elucidar a necessidade de construir um objeto de aprendizagem. Essa etapa inicia logo após a solicitação de um objeto de aprendizagem pelo coordenador do projeto visando resolver algum problema de aprendizagem. Esta etapa é igualmente considerada uma das etapas importantes num projeto, pois, os envolvidos devem estar claros dos problemas que suscitam essa necessidade, de modo a conduzir o processo à uma solução que satisfaça as necessidades de aprendizagem. O Analista de Sistemas, o principal responsável por esta etapa, mantém encontros regulares com os principais interessados no objeto de aprendizagem, o solicitante e o professor especialista. Os encontros visam recolher informações que permitirão à equipe fazer uma melhor contextualização. As principais atividades da fase são nomeadamente, a definição dos objetivos de aprendizagem. Nesta atividade é necessário considerar os problemas existentes numa determinada disciplina, conteúdo ou tópico, assim como, é também importante considerar a experiência escolar do aluno e as suas necessidades de aprendizagem. Além dos objetivos, a outra atividade está relacionada com a definição do escopo do objeto de aprendizagem, que consiste em definir qual é a temática a ser abordado pelo objeto de aprendizagem, de modo a estimar e providenciar os recursos materiais e humanos a serem alocados para o seu desenvolvimento.

A seleção de materiais de ensino é uma atividade que à semelhança das discutidas, faz parte desta fase. No entanto, a atividade atende aos princípios programáticos de Ausubel para o sequenciamento da instrução, que consiste na escolha dos tópicos que o OA irá abordar. De um modo geral, esta atividade deve identificar os conceitos mais gerais e inclusivos, identificar os conceitos específicos e relacioná-los com os gerais e outros tópicos a abordar, bem como a identificação do conteúdo de consolidação e exemplos. Ainda nesta fase, a coleta de informações acerca dos usuários finais do OA, no ambiente sobre o qual o OA será aplicado, a interface do usuário, a forma de interação com o OA, as estratégias de aprendizagem a utilizar, são parte integrante desta fase.

Para alcançar os objetivos desta fase, o Analista apoia-se nas técnicas para levantamento de requisitos da Engenharia de Software, como entrevistas, questionários e *brainstorming* com os interessados no produto, bem como outros profissionais que

venham a fazer parte do projeto. A escolha de determinada técnica é de conveniência do Analista de acordo com as condições existentes. Para finalizar a fase, o analista produz um relatório, com todas as informações relevantes que caracterizam a fase de contextualização e um diagrama de casos de uso. Abaixo apresenta-se um modelo de relatório de contextualização, adaptado da metodologia INTERA (BRAGA, 2015) e o esboço do diagrama de casos de uso que deve ser partilhado com aos interessados no projeto.

### 1ª ETAPA: CONTEXTUALIZAÇÃO

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| Objetivos da etapa:   |  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolher as necessidades do solicitante</li> <li>• Analisar o contexto de aplicação do OA</li> </ul> |  |                      |
| Pré-condições:  |  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problema apresentado pelo cliente ou usuário</li> </ul>  |  |                      |
| Pós-condições:  |  |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatório de contextualização</li> <li>• Diagramas de casos de uso do OA</li> </ul>                  |  |                      |
| 1ª Atividade  |  | Atores               |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolha de informação sobre a necessidade de OA junto dos interessados através de questionários, reuniões, inquéritos ou entrevistas</li> </ul> | Analista de sistemas |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de equipe e distribuição de tarefas</li> </ul>   |                      |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipe: Analista de sistemas, Programadores, Professores especialistas, Clientes, <i>design</i> pedagógico</li> </ul>                           |                      |

### DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS

| Ator                   | Função                  |
|------------------------|-------------------------|
| Gestor do setor        | Solicitante, testador   |
| Técnico de TIC         | Analista e testador     |
| Professor Especialista | Conteúdistas e testador |
| Profissional de TIC    | Programador             |
| Professor Tutor        | Utilizador e Avaliador  |
| Aluno                  | Utilizador e Avaliador  |

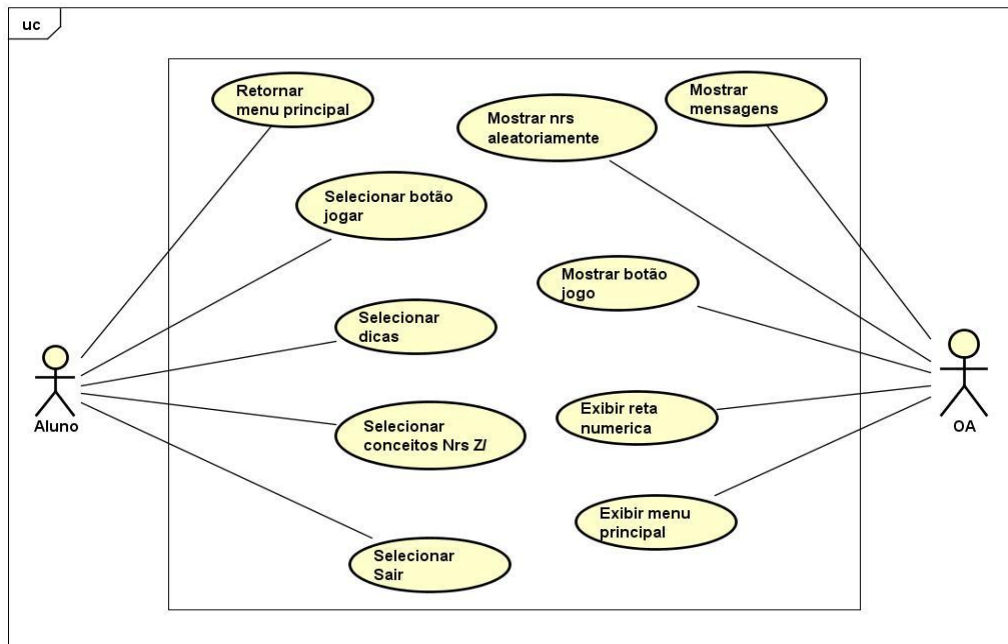
|              |  |                      |
|--------------|--|----------------------|
| 2ª Atividade |  | Atores               |
|              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzir o relatório de contextualização</li> </ul>           | Analista de sistemas |
| 3ª Atividade | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenhar os diagramas de casos de uso e documentar</li> </ul> | Analista de sistemas |

**Quadro 4: Relatório de Contextualização de OA**

| Identificação da Equipe Solicitante:                     |   |
|--|---|
| Unidade Orgânica   |   |
| Data:  |   |
| CARATERIZAÇÃO DO OA                                      |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem                           | Jogo  |
| Problema detectado                                       | Dificuldades em identificar a ordem de grandeza dos números inteiros e representa-los na reta numérica.   |
| Público alvo   | Alunos da 8ª classe (3º ciclo de ensino geral em Moçambique)  |
| Área de conhecimento                                     | Números Inteiros  |
| Objetivo de aprendizagem                                 | Representar números inteiros na reta numérica associando-o a um ponto da reta;<br>Distinguir números simétricos;<br>Indicar o valor absoluto de um número;  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo              | Os alunos têm conhecimentos de reta graduada e de números naturais.   |
| Necessidades de aprendizagem                             | Os alunos devem compreender que o conjunto de números inteiros é uma ampliação de conjunto de números naturais a partir de demonstrações de problemas da vida que não têm solução no conjunto de números naturais.  |
| Habilidades a adquirir                                   | Interpretar o enunciado de um problema e traduzi-lo para uma outra linguagem (verbal, gráfica, simbólica). Resolver problemas a partir de situações quotidianas com números inteiros. Demonstrar flexibilidade e perseverança assim como habilidades no cálculo com números naturais. |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA | Matemática.   |
| Identificação do tópico                                  | Introdução aos números inteiros.  |
| Escopo do objeto de aprendizagem                         | Este OA visa explorar a representação de números inteiros na reta graduada.   |
| Conceitos gerais mais inclusivos                         | Noção de números negativos<br>Conceito de números simétricos  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais        | Representação de números inteiros na reta numérica  |
| Conteúdos de consolidação                                | Comparação de números inteiros  |
| Atividades que o OA deverá conter                        | Visualização de números<br>Colocação de números na reta numérica<br>Comparação de números inteiros  |
| Estratégias de aprendizagem                              | A aprendizagem significativa é a estratégia de aprendizagem a utilizar pois pretende-se que o aluno construa o seu próprio conhecimento e estabelecer uma relação com os conteúdos já aprendidos  |
| Modalidade de ensino                                     | Ensino presencial e misto   |

*Fonte: Pesquisadora*

## DIAGRAMA DE CASOS DE USO:



powered by Astah

Figura 13: Casos de Uso  
Fonte: Pesquisadora

A figura 13 representa o diagrama de casos de uso contendo dois atores; o sistema (OA) e o aluno. Através da interface com o usuário, o aluno pode interagir com o OA, executando várias ações, abrir e sair do menu, consultar dicas relativas ao jogo, visualizar conceitos sobre números inteiros, iniciar o jogo e entrar ou sair do menu principal. Por sua vez o ator sistema que corresponde ao objeto de aprendizagem, tem a finalidade de responder às ações do aluno, visualizando todas as opções solicitados pelo ator aluno, gerar números de forma aleatória

### 5.2.2. ANÁLISE DE REQUISITOS

Segundo Sommerville (2003), a análise de requisitos é um processo iterativo, que envolve a compreensão do domínio, assim como a recolha, a classificação, a estruturação, a priorização e a validação dos requisitos.

Neste contexto, o relatório de contextualização é a pré-condição, e a especificação de requisitos, bem como o diagrama de casos de uso, são as pós-condições da fase. Espera-se nesta fase que haja um refinamento de requisitos, a identificação do tipo de objeto que deve ser desenvolvido (texto, vídeo, áudio, animação, simulação, mapa conceitual, etc.). O ator principal é o analista de sistemas e o especialista é ator

secundário. O especialista utiliza o método de programação de conteúdo para iteração da aprendizagem. Segundo esse método, a programação de conteúdos inclui a escolha dos materiais de ensino dos quais se identifica os conteúdos para a aprendizagem, a identificação de conceitos mais gerais e mais inclusivos, a identificação de conceitos específicos relacionando-os com os gerais e outros tópicos a abordar. Importa referir que os conteúdos devem ser identificados na fase de contextualização, sendo que nesta fase, procura-se fazer o refinamento dos conteúdos.

Além das atividades descritas, convém elaborar um esboço por forma a elucidar ao cliente como será o objeto de aprendizagem pretendido, identificar componentes para reuso e por fim fazer a atribuição de papéis aos envolvidos no projeto de objeto de aprendizagem. A seguir alguns detalhes acerca das atividades descritas nesta seção.

|  |
|--|
| Objetivos da etapa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinamento dos requisitos</li> <li>• Analisar as características técnicas e pedagógicas</li> </ul>                                   |
| Pré-condições: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatório de contextualização</li> <li>• Diagramas de casos de uso</li> </ul>  |
| Pós-condições: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatório de análise de requisitos</li> <li>• Diagramas de classes e diagramas de sequência</li> <li>• Cronograma de atividades</li> </ul> |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| 1ª<br>Atividade |  | Atores   |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecer todos os dados para o relatório de análise de requisitos</li> </ul>                            | Solicitante                                    |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar o relatório de análise de requisitos</li> <li>• Preparar o cronograma de atividades</li> </ul> | Analista de sistemas<br>Professor Especialista |

### TIPOS DE REQUISITOS

Segundo Guedes (2011), a análise de requisitos deve identificar dois tipos de requisitos; funcionais e não funcionais. No entanto, Braga (2015) defende a existência do 3º tipo de requisitos, denominados didático-pedagógicos. Os requisitos funcionais correspondem aquilo que o usuário quer que o objeto de aprendizagem execute, isto é, as funcionalidades e como elas devem ser apresentadas. Enquanto que os requisitos não funcionais, referem-se às condições, restrições que devem ser levados ao cabo sobre os

requisitos funcionais ou então, podem identificar algumas regras de negócios estabelecidas pela coordenação do projeto na execução de alguma funcionalidade. De um modo geral, os requisitos não funcionais abrangem as características técnicas dos objetos de aprendizagem. Por fim, os requisitos funcionais pedagógicos correspondem à todas as condições necessárias para que o objeto de aprendizagem satisfaça as características educacionais, ou seja a característica pedagógica que o OA deve apresentar. Nas seções seguintes, apresentamos detalhes atinentes aos tipos de requisitos.

### **REQUISITOS FUNCIONAIS**

Apresenta-se o diagrama de casos de uso desta fase, onde o ator principal é o Usuário. A sua principal atividade é de analisar as necessidades dos usuários, tendo como base, o relatório de contexto e transformá-los em requisitos e conseqüentemente produzir a lista de requisitos, bem como a elaboração de casos de uso da fase.

### **REQUISITOS FUNCIONAIS PEDAGÓGICOS**

Os requisitos pedagógicos referem-se a todo um conjunto de pressupostos necessários que o objeto de aprendizagem deve refletir visando a aprendizagem do aluno. Tais pressupostos são necessários para que o objeto de aprendizagem almeje os efeitos esperados. Alguns desses pressupostos são os objetivos de aprendizagem, as estratégias de aprendizagem para o favorecimento da aprendizagem, os conteúdos, o escopo, tópico, pré-requisitos para a utilização do objeto de aprendizagem e outros que podem ser acrescentados. Os requisitos pedagógicos são à semelhança dos requisitos funcionais coletados pelo analista por meio de técnicas para a licitação de requisitos. Esses requisitos estão apresentados na figura 8, através de casos de uso.

### **REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS**

De acordo com Guedes (2011), os requisitos funcionais correspondem às restrições, condições, consistências, validações que devem ser levadas a efeito sobre os requisitos funcionais. Para o caso de OA, os requisitos não funcionais de sistemas correspondem às características técnicas de OA com acréscimo dos seguintes: identificação por metadados, padronização, classificação, armazenamento, recuperação, transmissão, interoperabilidade, acessibilidade, portabilidade, flexibilidade e granularidade.

### Quadro 5: Relatório de Requisitos

| Tipos de Requisitos    | Descrição  |
|------------------------|--|
| Finalidade             | Especificar todos os requisitos do OA a ser desenvolvido   |
| Didático- pedagógicos  | O OA deve permitir ao aluno chegar à conclusão que qualquer número positivo é sempre maior que número negativo e saber representar qualquer número inteiro na reta numérica. O OA deve ser apresentado de forma a facilitar a aprendizagem significativa.  |
| Interface com usuário  | Fácil usabilidade  |
| Funcionalidade         | <p>OA deve visualizar de forma aleatório números inteiros na tela, um de cada vez;</p> <p>O OA deve permitir que o aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possa arrastar esses números e colocá-los na sua posição final na reta</li> <li>• O OA deverá mostrar uma mensagem caso o aluno represente corretamente o número, caso contrário, não deve permitir que o número seja largado em qualquer lugar, isto é, deve voltar à procedência;</li> <li>• Visualizar o texto sobre os conceitos de números inteiros</li> <li>• Visualizar o texto sobre o conceito de reta numérica</li> <li>• Obter ajuda às regras do jogo</li> <li>• Consulte os créditos do OA;</li> </ul> |
| Reusabilidade          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O OA deverá funcionar em Windows, Linux, Internet Explorer, Google Chrome, AVA</li> <li>• Pode ser recuperado através de metadados</li> <li>• Deverá ter 3 componentes</li> </ul>   |
| Usabilidade            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deverá ser de fácil utilização para leigos em Informática</li> </ul>  |
| Acesso                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas um tipo de usuário</li> </ul>  |
| Portabilidade          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser instalado em smartphones e computadores pessoais e servidores</li> </ul>   |
| Grau de acessibilidade | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser utilizado em smartphones e PC e tablets</li> <li>• Não será adaptado aos portadores de deficiência física</li> </ul>   |
| Disponibilidade        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Será armazenado no COGNIX</li> </ul>  |
| Confiabilidade         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deverá ser entregue livre de erros.</li> </ul>  |

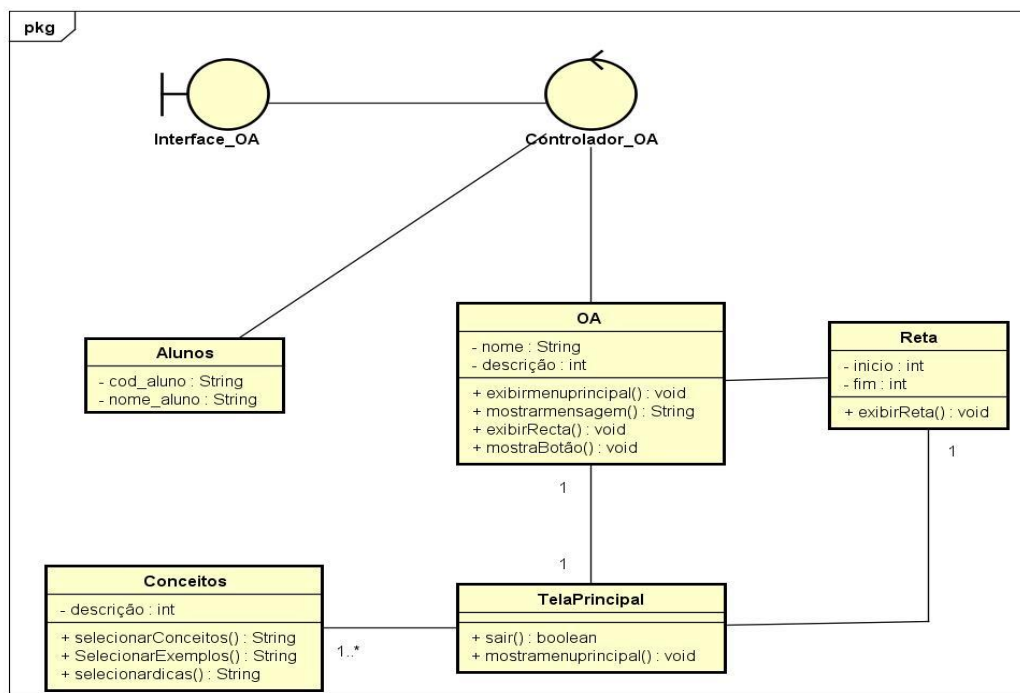
*Fonte: Pesquisadora*

### Quadro 6: Cronograma de Atividades

| Duração | Atividade  | Responsáveis                              |
|---------|--|---|
| 5 dias  | Recolha de Informação sobre a necessidade de desenvolvimento do objeto de aprendizagem | Analista de sistemas<br>Solicitante       |
| 7 dias  | Análise e refinamento de requisitos  | Analista de Sistemas<br>Design Pedagógico |
| 5 dias  | Esboço do objeto de aprendizagem   | Analista de Sistemas<br>Programadores     |
| 5 dias  | Desenvolvimento do objeto de aprendizagem  | Programador                               |
| 3 dias  | Validação das características técnicas do objeto de aprendizagem                       | Analista de sistemas                      |
| 2 dias  | Publicação do objeto de aprendizagem   | Programador                               |
| 7 dias  | Validação das características pedagógicas  | Aluno, professor                          |

Fonte: Pesquisadora

|                 |  |                      |
|-----------------|--|----------------------|
| 2ª<br>Atividade |  | Atores               |
|                 | • Desenhar os diagramas de classe- modelo de domínio | Solicitante          |
|                 | • Desenhar o diagrama de sequências                  | Analista de sistemas |



powered by Astah

Figura 14: Pós-condições da fase de análise de requisitos

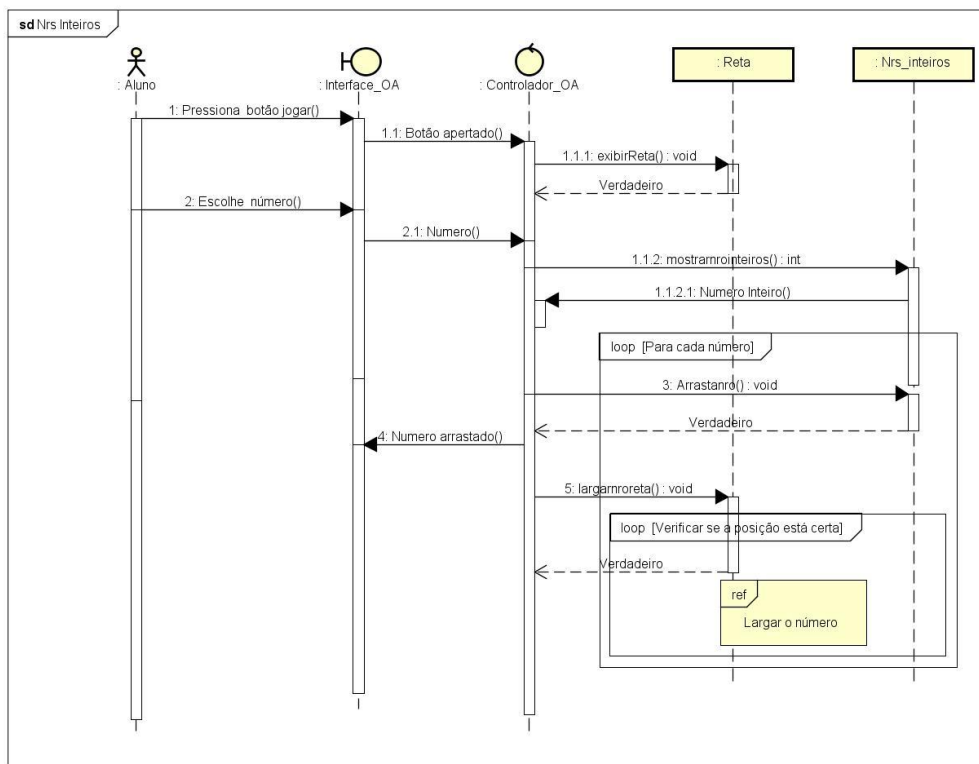
Fonte: Pesquisadora

O diagrama de classes apresentado na figura 14, mostra as 5 classes resultantes da fase de análise de requisitos, nomeadamente, a classe Alunos que armazena os dados dos alunos que irão interagir com o OA, a classe Conceitos que armazena os conceitos relacionados com os números inteiros, a classe Reta é responsável por guardar dados relativos ao início e final da reta.



## DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA

O diagrama de sequências é um diagrama comportamental que visa determinar em que sequência os eventos sucedem num dado processo. Deste modo, apresentamos de seguida a ordem para o acesso às principais funcionalidades do OA. Neste caso, o diagrama de sequências diz respeito a sequência de atividades que o aluno realiza para utilizar o OA.



powered by Astah

Figura 15: Pós-condições da fase de análise de requisitos

Fonte: Pesquisadora

A figura 15 exhibe o diagrama de sequência de atividades que aluno irá realizar com vista a manipulação do OA, neste caso concreto, a forma como irá manusear a reta e a forma de tratamento dos números inteiros.

### 5.2.3. PROJETO

A fase de projeto ocupa-se do domínio da solução, enquanto que a fase de análise se ocupa do domínio do problema. Procura projetar como o OA irá responder ao que foi identificado e determinado na fase de análise. Neste contexto, as atividades envolvidas são: conceber o diagrama de classes-modelo de domínio, os diagramas de

atividades, de sequências, e de componentes, visando a apresentação da solução por um lado. Por outro lado, nesta fase, iremos analisar os componentes existentes para reuso, identificar quantos e que componentes irão compor o OA, preparar os planos de testes, verificar a existência de recursos tecnológicos e projetar a interface do OA. Dependendo do tipo de OA a implementar, pode-se gerar um código, desenhar um mapa conceitual ou um *storyboard*. O ator principal desta fase é o analista, os atores secundários são o programador e o especialista.

As pré-condições desta etapa são a lista de requisitos e diagramas de casos de uso produzidos na fase de análise de requisitos, sendo que as pós-condições são os componentes que comporão o OA, diagramas de classes, de atividade e de sequência, e os manuais de usuários e de instalação.

|   |
|---|
| Objetivos da etapa: <ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver esboço do OA</li> </ul>  |
| Pré-condições: <ul style="list-style-type: none"> <li>Relatório de análise de requisitos</li> <li>Diagramas de casos de uso</li> <li>Diagrama de classes</li> </ul> |
| Pós-condições: <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama de atividades</li> <li>Diagrama de componentes</li> <li>Esboço do objeto de aprendizagem</li> </ul>  |

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| 1ª<br>Atividade |   | Atores                                     |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar e selecionar as ferramentas disponíveis para a construção do OA</li> </ul>   | Programadores,<br><i>Design</i> pedagógico |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar o ambiente em que será instalada a versão teste</li> </ul>                   | Analista de sistemas                       |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar o diagrama de atividades</li> <li>Desenhar o diagrama de componentes</li> </ul> |  |
| 2ª<br>Atividade |   | Atores                                     |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projetar a interface do OA</li> </ul>  | Programadores                              |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar componentes para reuso</li> </ul>  |  |
| 3ª<br>Atividade |   | Atores                                     |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver o protótipo do OA (se for software ou jogo)</li> </ul>                       | Programadores                              |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar o roteiro (se for vídeo)</li> </ul>   | <i>Design</i> pedagógico                   |
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mapa conceitual e <i>storyboard</i> (se for animação)</li> </ul>                         | Especialista                               |

## DESENVOLVIMENTO DO ESBOÇO

O esboço é um rascunho que é desenvolvido como forma de mostrar ao usuário do que virá a ser o OA, isto é, a interface do usuário com o sistema. Esse rascunho toma várias denominações de acordo com o tipo de objeto a ser desenvolvido. Em Engenharia de Software denomina-se protótipo. Esse protótipo é desenvolvido com o objetivo de visualizar o que será transformado em software, jogo, simulação ou ainda animação. O desenvolvimento de protótipos é fundamental pois ilustra como as informações seriam inseridas e recuperadas no OA e facilita a correção de falhas referentes a captação de requisitos.

## IDENTIFICAR COMPONENTES PARA REUSO

A identificação de componentes para reuso, refere-se a todo o material existente, como rotinas, funções, que possam ser aproveitadas para a construção do OA desejado.

## DIAGRAMA DE ATIVIDADES

Os diagramas de atividade presentes nas figuras 16 e 17, representam os algoritmos que foram tratados no diagrama de seqüências, no diagrama de atividades, isto é, representam a mesma informação que os anteriores diagramas apresentaram, mas de forma mais detalhada.

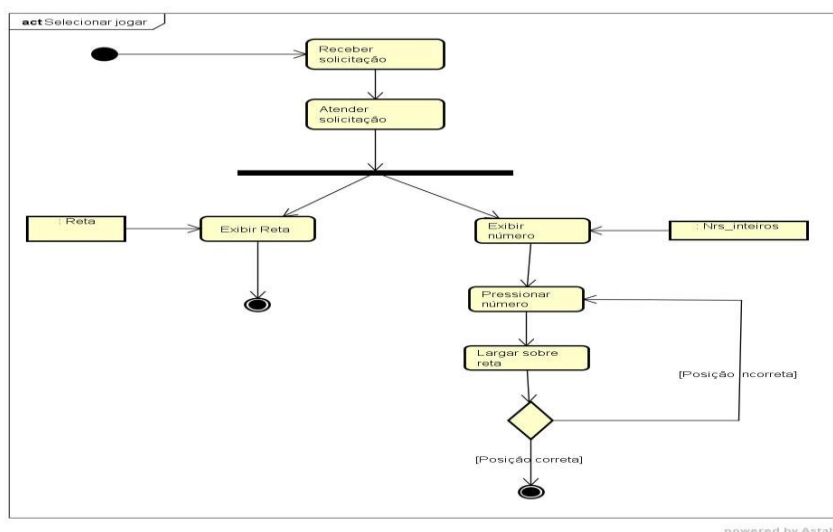
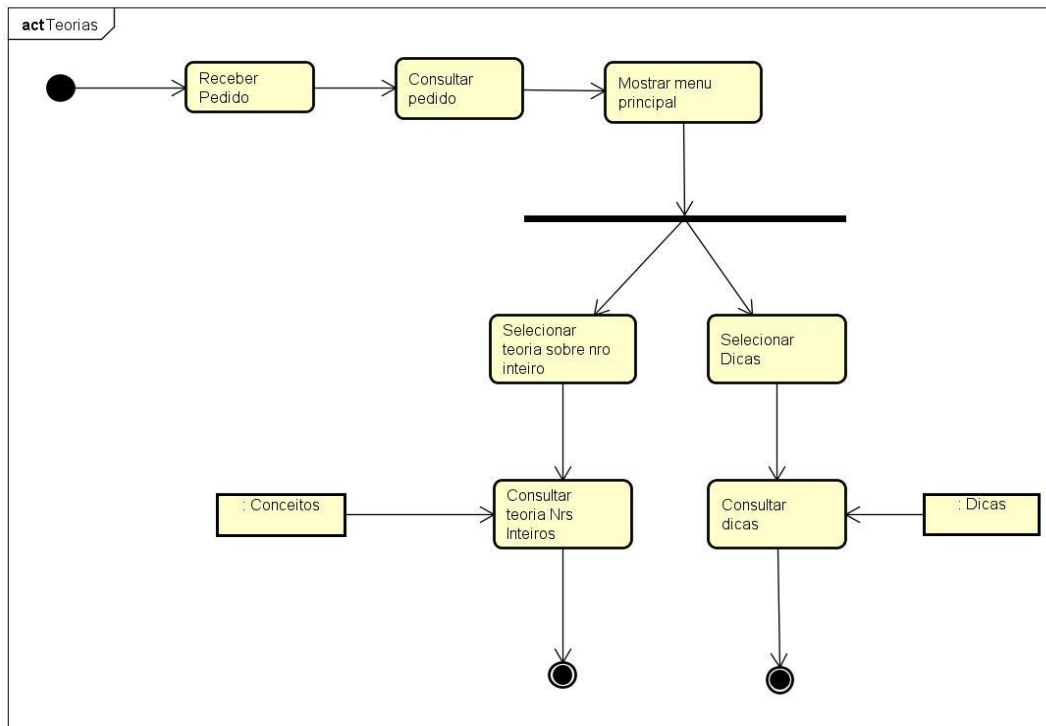


Figura 16: Processo Jogar  
Fonte: pesquisadora



powered by Astah

Figura 17: Processo de consulta  
Fonte: pesquisadora

## DIAGRAMA DE COMPONENTES

Uma das características dos objetos de aprendizagem é a sua reutilização. Para que isso seja possível, o OA deve estar constituído por vários componentes do seguinte modo: cada componente pode ser reutilizado de forma independente. O diagrama de componentes fornecido pela UML, identifica todos os componentes que constituem um objeto de aprendizagem. Esses componentes podem ser lógicos, físicos, opções de ajuda, códigos reutilizáveis ou mesmo bibliotecas. A figura 18 apresenta um exemplo de componentes de um objeto de aprendizagem. O objeto de aprendizagem do nosso exemplo possui sete componentes, duas das quais não fazem propriamente parte do OA. O SGBD é um componente que se faz necessário para manter as informações do OA e a outra componente é a interface de acesso ao OA.

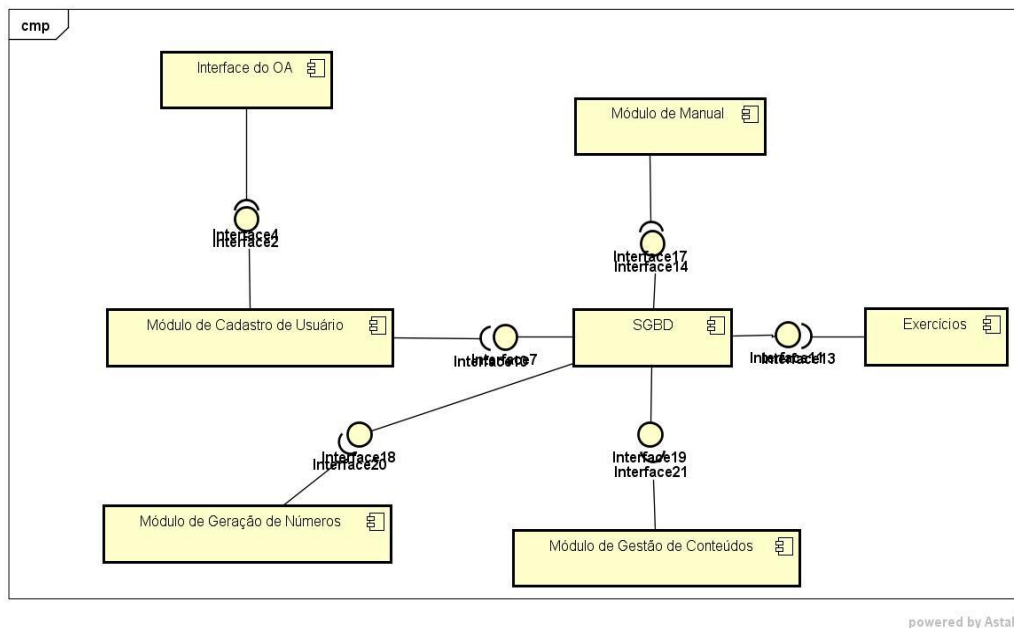


Figura 18: Componentes  
Fonte: Pesquisadora

## IDENTIFICAR AS FERRAMENTAS DISPONÍVEIS

Esta atividade, pressupõe a identificação de ferramentas de autoria para a criação de objetos da aprendizagem, como por exemplo, as ferramentas de autoria (eXeLearning, ALOHA, Ardora, Aprenderis.cl, Atenex, *Hotpotatoes* e outras), as linguagens de programação (Java, C#, C++, Python, Visual Basic.Net, etc.) e as ferramentas para a produção de vídeos. A escolha de alguma dessas ferramentas depende do tipo de objeto de aprendizagem a desenvolver. Para a modelagem do objeto em UML utilizamos o Astah, uma versão gratuita para estudantes. Para o desenho da interface utilizamos o PROFACE 4.0, uma ferramenta de prototipagem de Interface de Usuário desenvolvido em Java. O Proface não gera código, mas permite conceber/criar a ideia de interface com cores, botões, textos, imagens, links e outros.

## PROJETAR A INTERFACE

A interface de um OA deve ser amigável e atrativa, para chamar à atenção dos usuários. Deve-se tomar em conta o posicionamento dos elementos, as cores a adotar na interface e a navegabilidade do OA, de modo que sejam observadas características de interação homem-máquina. As interfaces apresentadas nas figuras 19 e 20 dizem respeito à tela principal e a subsequente do OA do tipo jogo. Nessas interfaces, pode-se encontrar algumas das características de interação homem máquina, como por exemplo se, o tipo de

fonte utilizada é familiar e facilita a ilegibilidade do texto, o contraste das cores é adequado, não cansa e nem ofusca a vista do usuário, a simetria dos elementos que compõem o OA foi observada de acordo com as propriedades que norteiam as zonas de influência da informação.

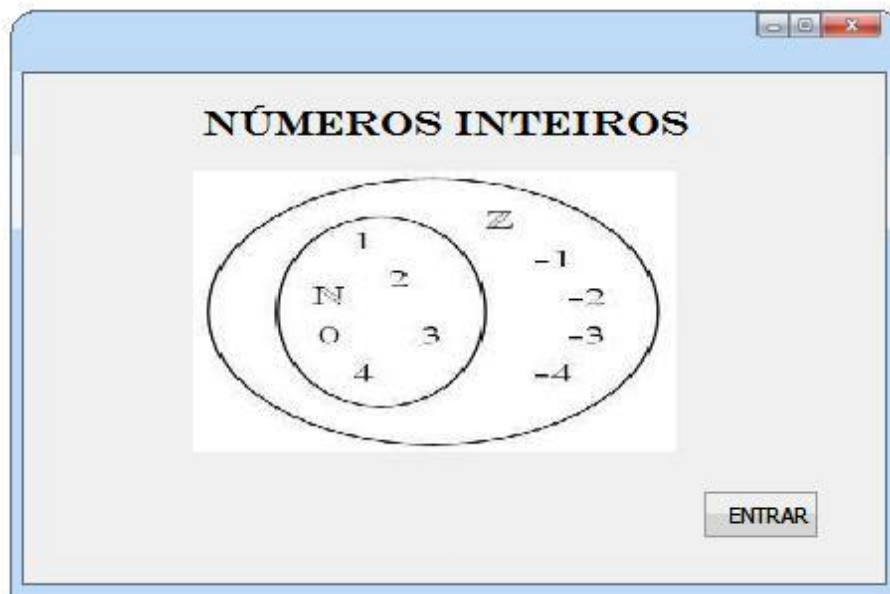


Figura 19: Tela Principal  
Fonte: Pesquisadora

### INTERFACE DA REALIZAÇÃO DO JOGO

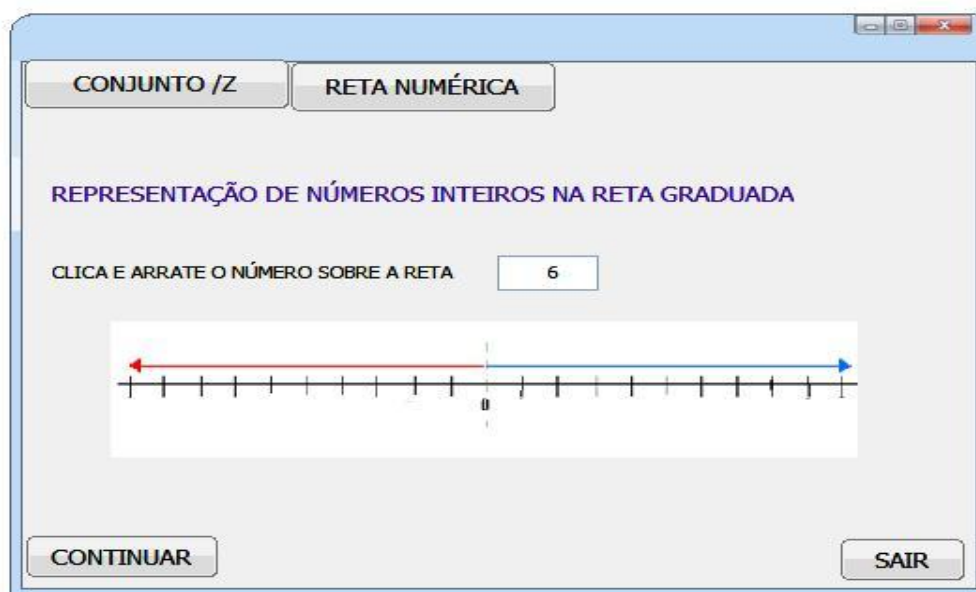


Figura 20: Tela do jogo  
Fonte: Pesquisadora

## **ANALISAR COMPONENTES DE REUSO**

A atividade consiste em buscar componentes que possam ser utilizáveis na construção de um novo OA.

## **ELABORAR PLANO DE TESTES**

O plano de testes poderá ser elaborado pelo analista e pelo especialista, visto que os testes a realizar são relativos aos aspetos técnicos e pedagógicos do OA. O especialista verifica a satisfação dos requisitos pedagógicos como interatividade, enquanto o Analista verifica o comportamento do OA, as questões de reusabilidade, que poderá ser alcançada através de modularidade, interoperabilidade, recuperação e identificação por metadados.

### **5.2.4. IMPLEMENTAÇÃO**

A fase de implementação no âmbito do nosso trabalho, consiste no desenvolvimento do OA, tomando como base a contextualização, a lista de requisitos e o artefato produzido na fase de projeto. As atividades desta fase são nomeadamente, a elaboração do manual do utilizador o manual do aluno e o manual de instalação que foram já projetados na fase anterior, a implementação de diagramas produzidos na fase de projeto em programas executáveis. Após a implementação, o especialista instala provisoriamente o OA para a realização de testes. Os atores desta fase são o programador e o especialista. Caso se detecte algum erro, seja ele relacionado com aspetos pedagógicos ou tecnológicos, o objeto é devolvido para a fase de projeto com anotações claras de modificações a realizar.

Existem vários tipos de objetos de aprendizagem, a saber, jogos, vídeos, simulações, animações, áudio, software educacional, etc., portanto, para cada tipo existem técnicas para o seu desenvolvimento.

#### **4ª ETAPA: IMPLEMENTAÇÃO**

Objetivos da etapa:

- Produzir o AO

Pré-condições:

- Relatório de contextualização
- Relatório de análise de requisitos
- Esboço do OA
- Diagrama de componentes

Pós-condições:

- Objeto de aprendizagem

|                 |   | Atores                                |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| 1ª<br>Atividade | <ul style="list-style-type: none"><li>• Escrever o código do OA do tipo software (Utilizar uma linguagem de programação orientada a objetos para editar o código)</li></ul> | Programadores                         |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver um vídeo (utilizar programas de gravação e criação de vídeos)</li></ul>   |                                       |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver um OA do tipo animação (utilizar as ferramentas de autoria, ou linguagens de programação)</li></ul>                     | Professor especialista<br>Programador |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver um OA do tipo jogo (utilizar ferramentas para o desenvolvimento de jogos)</li></ul>                                     | Programador                           |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver um OA do tipo simulação (utilizar as linguagens de programação)</li></ul>   | Programador<br>Professor especialista |

|                 |  | Atores                 |
|-----------------|--|------------------------|
| 2ª<br>Atividade | <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar o manual do utilizador</li></ul>  | Professor especialista |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar manual de instalação</li></ul>    | Programador            |
|                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Instalar a 1ª versão para testes</li></ul> | Programador            |

### 5.2.5. TESTES

A fase de teste é muito importante no processo de desenvolvimento de qualquer recurso digital. O ator principal desta fase é o analista e os secundários são o programador, o especialista, professores e alunos, sendo que a pré-condição é a lista de requisitos e a pós-condição é um relatório de execução de testes. A fase consiste em verificar se o produto funciona conforme o especificado e esperado, dando a possibilidade à equipe de desenvolvimento de realizar correções necessárias para que o produto seja entregue sem erros. Neste contexto, os objetos de aprendizagem, sendo desenvolvidos tendo em conta que são recursos digitais, a etapa de testes também se aplica a este processo, no entanto, a correção e verificação de erros, diz respeito não só aos aspetos tecnológicos, mas também a verificação e correção de aspetos pedagógicos. Importa salientar que ao entregar o OA, o mesmo deverá estar em conformidade com os aspetos pedagógicos, técnicos e de interação homem-máquina, isto é, que o almejado balanço entre essas três dimensões tenha sido alcançado. A fase de testes, contempla uma série



de atividades que devem ser levadas a cabo pelos testadores que são nomeadamente, planejamento, preparação, execução, entrega e apresentação dos resultados.

Importa referir que no âmbito desta pesquisa, não foi realizado nenhum teste, pois, esta fase pressupõe a implementação dos objetos de aprendizagem, que foge ao escopo deste trabalho.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Objetivos da etapa:   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se o OA funciona corretamente de acordo com o planejado pelo solicitante</li> <li>• Verificar se tem algum defeito de conteúdo ou técnico para correção imediata.</li> </ul> |  |   |
| Pré-condições:  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de testes</li> <li>• Relatório de análise de requisitos</li> </ul>   |  |   |
| Pós-condições:  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objeto de aprendizagem testado</li> <li>• Relatório de avaliação do OA</li> </ul>  |  |   |
| 1ª<br>Atividade   |  | Atores                                      |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar o plano de testes (de conteúdo e técnico)</li> </ul>   | Programadores,<br>Professor<br>especialista |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar as condições sob os quais os testes serão realizados (hardware, software e recursos humanos envolvidos)</li> </ul> | Programadores                               |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Testar o OA e registar todos os resultados observados</li> </ul>  | Programadores                               |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer o <i>checklist</i> da tabela</li> </ul>   |   |

### PLANEJAMENTO DE TESTES

O planejamento de testes é uma atividade concernente a elaboração do plano de testes bem como o levantamento dos requisitos necessário para a sua execução. Neste contexto, é recomendável a elaboração de um plano de testes, indicando que aspetos deverão ser testados.

### PREPARAÇÃO DE TESTES

Esta atividade é da responsabilidade do Analista em coordenação com o Programador e o especialista, e consiste em preparar o ambiente de testes no que concerne aos equipamentos, configuração de hardware, softwares, navegadores e pessoas envolvidas na execução de testes. O modelo dos itens que deverão ser testados, consta do anexo 5.

### EXECUÇÃO DE TESTES

Nesta fase, são executados os testes planejados e registam-se os resultados obtidos. Os atores desta atividade têm a possibilidade de corrigir os erros ou falhas encontradas.

## APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A apresentação dos resultados refere-se ao ato de produzir um relatório dos resultados obtidos, com anotações dos aspetos relevantes que se sucederam durante a fase de testes.

### Quadro 7: Modelo de Testes

Identificação do OA: \_\_\_\_\_

| Natureza do Teste         | CrITÉrios de avaliação   | Observação |
|---------------------------|--|------------|
| Funcionalidade            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Responde a todos requisitos funcionais?</li></ul>  |            |
| Portabilidade             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pode funcionar em diferentes sistemas operacionais</li><li>• Pode funcionar em diferentes dispositivos como tablets, smartphones, Computadores pessoais</li><li>• Adaptável em vários AVA.</li></ul>   |            |
| Usabilidade               | <ul style="list-style-type: none"><li>• O sistema de ajuda para o aluno  de fácil compreensão?</li><li>• O guia do professor é adequado?</li><li>• As mensagens de erros são elucidativas?</li></ul>  |            |
| Interoperabilidade        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pode operar em plataformas heterogêneas?</li></ul>   |            |
| Disponibilidade           | <ul style="list-style-type: none"><li>• O OA foi catalogado de forma adequada?</li><li>• A disponibilização foi feita em algum ROA</li><li>• H facilidade de busca?</li></ul>   |            |
| Confiabilidade Pedagógica | <ul style="list-style-type: none"><li>• O conteúdo abarcado  da atualidade?</li><li>• A interatividade fornecida pelo OA pode conduzir a uma aprendizagem significativa?</li><li>• O conteúdo do OA é coerente com os objetivos propostos?</li><li>• O conteúdo está bem estruturado (estruturado de forma hierárquica)?</li><li>• Existe equilíbrio entre a carga do conteúdo e o tempo?</li><li>• A granularidade apresentada pelo OA, favorece a reusabilidade?</li><li>• O OA favorece a autonomia do aluno (tomar iniciativa e decisão)?</li></ul> |            |
| Confiabilidade Técnica    | <ul style="list-style-type: none"><li>• As funcionalidades estão livres de qualquer defeito técnico?</li></ul>   |            |
| Acessibilidade            | <ul style="list-style-type: none"><li>• O OA pode ser acessado em diferentes tipos de contexto?</li></ul>  |            |
| Instalação                | <ul style="list-style-type: none"><li>• O manual de instalação  acessível a qualquer pessoa mesmo sem conhecimentos de computação?</li><li>• O manual de instalação inclui os requisitos de hardware e software necessários?</li></ul>  |            |

*Fonte: Pesquisadora*

### 5.2.6. ENTREGA DO OA

A fase inclui a entrega à comunidade para fazer o uso do OA com todos os manuais concernentes. Mas antes de entregar,  necessário o seu empacotamento utilizando um software específico, bem como a sua catalogação e posterior

armazenamento em repositórios de objetos de aprendizagem de modo a ser disponibilizado de forma definitiva. Nesta fase, serão preenchidos os metadados seguindo o padrão OBAA. As principais atividades da fase são: empacotamento, catalogação e armazenamento e disponibilização.

|  |   |               |
|--|---|---------------|
| Objetivos da etapa:  |   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilizar o objeto de aprendizagem aos alunos e professores</li> </ul> |   |               |
| Pré-condições:   |   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objeto de aprendizagem livre de erros técnicos</li> </ul>                   |   |               |
| Pós-condições:   |   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objeto de aprendizagem publicado e disponível para utilização</li> </ul>    |   |               |
| 1ª<br>Atividade  |   | Atores        |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacotar os componentes usando qualquer <i>software</i> de empacotamento como <i>winrar</i>, <i>winzip</i>, etc.</li> </ul> | Programadores |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Upload</i> do objeto de aprendizagem no repositório COGNIX</li> </ul>   | Programadores |

### EMPACOTAMENTO

O processo de desenvolvimento de OA, pressupõe a construção de vários componentes, os quais deverão estar num único arquivo. Para isso, é necessário empacotá-los. No presente trabalho, o objeto de aprendizagem, manuais de usuário, manual de instalação e o tutorial da metodologia serão empacotados utilizando qualquer ferramenta de compactação como *winrar* ou *winzip*.

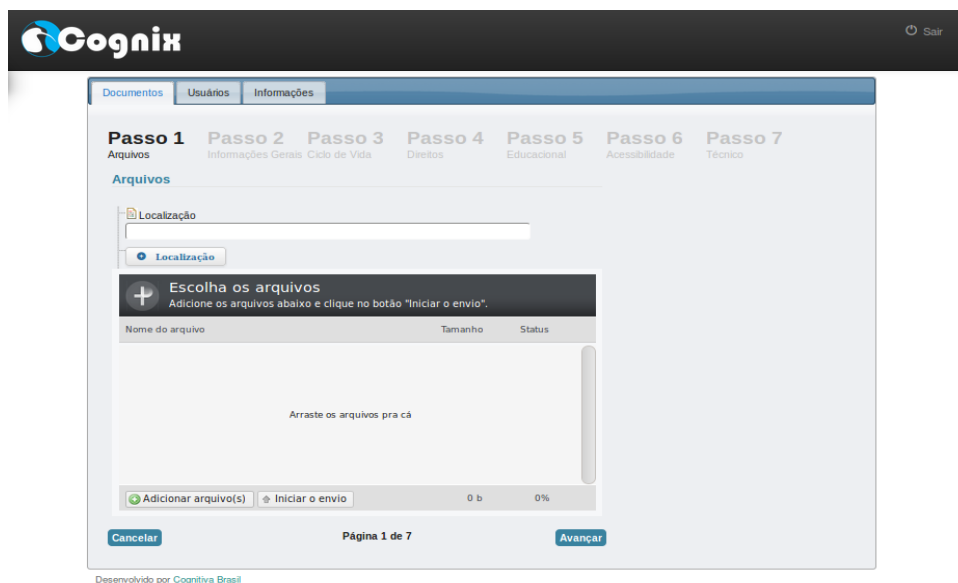
### CATALOGAÇÃO DO OA

A catalogação consiste em preencher os metadados necessários para que o objeto de aprendizagem seja recuperado e reutilizado. Segundo Vicari et al (2009), para que o OA seja armazenado em repositórios e permitir a sua reutilização em ambientes de aprendizagem, é necessário descrever o seu conteúdo de forma padronizada para permitir o intercâmbio de informação. Portanto, catalogar é uma etapa importante no processo de desenvolvimento de OA, pois permite identificar os OA através de seus metadados em repositórios.

O repositório COGNIX é de fácil instalação e possui pequena complexidade, possui portabilidade para diversos sistemas operacionais e dispositivos móveis. A sua interface é amigável, podendo o usuário visualizar os OA, pois aparecem em forma de capa ilustrando o seu conteúdo. A apresentação dos OA em forma de livro contribui para o usuário melhor visualizar o título, assim como saber se os mesmos possuem ou não atividades interativas. Além disso, o COGNIX apresenta opções de navegação no

conteúdo, opções de abrir ou baixar um determinado OA, bem como opções de acessibilidade (TIVIR, 2017). Além das características descritas anteriormente, o COGNIX tem a facilidade de realizar a catalogação semiautomática com inferência de diversos metadados de objetos de aprendizagem no padrão OBAA. Portanto, a MOAUML recomenda a utilização do COGNIX para a catalogação de OA.

Segundo Tivir (2017), o processo de catalogação inicia com o upload do arquivo pelo usuário, e conseqüentemente a maior parte dos metadados são inferidos automaticamente pelo serviço de catalogação do repositório, por um lado. Por outro lado, a criação de perfis de objetos, por exemplo, se a finalidade é de catalogar 50 planos de aulas de matemática para o ensino fundamental, o público alvo para esse conteúdo são os professores, o formato dos OA é texto, o tema é ensino de matemática; estas informações permitem a criação de um perfil comum a todos 50 OA e, com isso, restará apenas um pequeno conjunto de metadados para o usuário preencher, que não puderam ser inferidos e nem pertencem ao perfil previamente descrito. A figura 23, mostra o processo de catalogação no COGNIX.



*Figura 21: Interface do Repositório COGNIX*  
*Fonte: Tivir, 2017*

## **ARMAZENAMENTO DO OA**

O armazenamento do OA é uma atividade que consiste em alojar o objeto num repositório aberto para permitir o seu acesso. Neste contexto, os objetos produzidos com base nesta metodologia, serão armazenados no repositório de objetos de aprendizagem COGNIX, pela facilidade que este repositório oferece relativamente a outros repositórios, pois faz a inferência de diversos metadados e possibilita a criação de perfis de objetos.

## **PUBLICAÇÃO DO OA**

Uma vez armazenado o OA no repositório COGNIX, já pode ser acessado pelo público interessado, terminando deste modo esta fase de disponibilização.

### **5.2.7. VALIDAÇÃO**

A fase de avaliação é a última do ciclo de vida do OA da metodologia MOAUML. No presente contexto, utilizou-se o conceito de avaliação para denotar a avaliação dos aspetos pedagógicos do objeto de aprendizagem, isto é, verificar se os requisitos pedagógicos foram cumpridos e se respondem às expectativas dos potenciais usuários. Para atingir esse objetivo, é necessário recordar as necessidades de aprendizagem que o aluno apresentava, conforme os requisitos levantados na fase de análise, por um lado. Por outro lado, visitar os objetivos de aprendizagem para o objeto de aprendizagem em análise, é deveras importante. Verificar se os alunos aprenderam de forma significativa. Os atores desta fase são os professores, alunos e especialistas de conteúdo. Por conseguinte, assume-se que a avaliação pedagógica será feita sob duas perspectivas, a perspectiva de aprendizagem significativa que o aluno adquire após a interação com o OA e a avaliação dos aspetos de usabilidade, navegabilidade, animações e a facilidade de aprendizagem. Braga (2015), recomenda que a avaliação pedagógica deve ser realizada em três momentos; nomeadamente pré-avaliação, aplicação do objeto de aprendizagem e pós-avaliação. Considerando que interessa verificar se o aluno aprendeu de forma significativa ou não, Ausubel (1963) sugere que para avaliar este fator é necessário que se formulem questões e problemas de maneira não familiar ao aluno que exijam deste, a máxima transformação do conhecimento adquirido.

A pré-avaliação refere-se ao momento em que o Aprendiz é submetido a uma avaliação antes da interação com o objeto de aprendizagem, com a finalidade de verificar o que ele já sabe acerca do tema que o OA aborda. No momento de aplicação do OA,

descreve-se com profundidade o roteiro da atividade de interação com o OA, especificar os pré-requisitos para realizar a atividade e ainda definir os critérios de avaliação. Por último, o momento do pós-teste é referente a verificação das habilidades adquiridas pelo aprendiz após a realização das atividades contidas no OA. Esta verificação pode ser realizada através de uma comparação dos resultados obtidos entre o pré-teste e o pós-teste. Além desse tipo de avaliação, a utilização de instrumentos de avaliação padronizados como forma de certificar que todos os aspetos a avaliar estão incluídos e reduzir o tempo dos avaliadores é um método igualmente válido; Nesbit, Belfer, Leacock (2003), desenvolveram um instrumento de avaliação de objetos de aprendizagem composto por 9 itens. Com base nesse instrumento, os avaliadores podem avaliar usando uma escala de pontuação de 1-5, e têm também a possibilidade de comentar (justificar) sobre a pontuação concedida.

Objetivos da etapa:

- Validar as características pedagógicas

Pré-condições:

- Objeto de aprendizagem disponível no repositório ou instalado no servidor da ESTEC

Pós-condições:

- Relatório de avaliação do OA.

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| 1 <sup>a</sup><br>Atividade |   | Atores   |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar uma pré-avaliação de conteúdos abordados no OA para aferir o nível de conhecimento do aluno</li> </ul>  | Professor da disciplina, aluno, <i>Design</i> pedagógico           |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Submeter o aluno à utilização do OA</li> <li>• Realizar pós-avaliação (incluir questões novas que requerem do aluno a aplicação de conhecimentos que adquiriu na experiência com o OA).</li> </ul> |  |
| 2 <sup>a</sup><br>Atividade | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aferir aprendizagem significativa (elaborar uma avaliação de maneira nova e não familiar que obrigue o aluno a fazer uma transformação máxima dos conhecimentos já adquiridos)</li> </ul>          | Atores<br>Professor da disciplina, aluno, <i>Design</i> pedagógico |

### 5.3. MODELO DE VALIDAÇÃO PEDAGÓGICA PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O modelo de validação proposto por Nesbit, Belfer e Leacock (2003) denominado LORI (*Learning Object Review Instrument*), apresentado no quadro 8, visa verificar os itens relativos aos requisitos pedagógicos. É constituído por 9 itens nomeadamente, qualidade do conteúdo, alinhamento de objetivos de aprendizagem, motivação, feedback e adaptação, design de apresentação, usabilidade de interação, acessibilidade, reutilização e conformidade com as normas. No entanto, no contexto da presente pesquisa, uma vez que os OA advindos da metodologia MOAURL devem favorecer a aprendizagem significativa, houve a necessidade de verificação da existência de características que possam promover a aprendizagem significativa. Deste modo foi acrescentado o 10º elemento denominado, evidências da aprendizagem significativa.

Segundo o modelo (LORI) estendido, os OA são verificados numa escala de 1 a 5, sendo, 1:(Muito Fraco), 2:(Fraco), 3:(Bom), 4: (Muito Bom), 5 (Excelente).

**Quadro 8: Modelo de avaliação pedagógica**

| CARATERÍSTICA A AVALIAR   | ESCALA  | COMENTÁRIOS |
|---|---|-------------|
| Qualidade do conteúdo<br>(Veracidade, precisão, apresentação equilibrada de ideias e nível de detalhe apropriado)                             |   |             |
| Evidências da Aprendizagem Significativa  | Organização do conteúdo ( <i>top-down</i> )                         |             |
|   | Interatividade  |             |
|   | Animação  |             |
|   | Autonomia   |             |
|   | Organizadores prévios (material introdutório ao tema tratado no OA) |             |
| Alinhamento de objetivos de aprendizagem (alinhamento entre objetivos de aprendizagem, atividades, avaliações e características do aluno)     |   |             |
| Motivação<br>(Capacidade de motivar e interessar o grupo alvo)  |   |             |
| Feedback e Adaptação<br>(Conteúdo adaptativo ou feedback orientado pelos dados introduzidos pelo aluno)                                       |   |             |
| Design de apresentação<br>(Design de informações visuais e auditivas para aprimoramento da aprendizagem)                                      |   |             |
| Usabilidade de interação<br>(Facilidade de navegação, previsibilidade da interface do usuário e qualidade dos recursos de ajuda da interface) |   |             |
| Acessibilidade  |   |             |

|   |  |  |
|---|--|--|
| (design de controles e formatos de apresentação para acomodar aprendizes com deficiência e móvel)               |  |  |
| Reutilização<br>(capacidade de usar em diferentes contextos de aprendizagem e com alunos de diferentes origens) |  |  |
| Conformidade com as normas<br>(Adesão aos padrões e especificações internacionais)                              |  |  |

*Fonte: Pesquisadora*

#### **5.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO**

No presente capítulo que contribui para o alcance dos objetivos específicos 2 e 3, fez-se a análise dos resultados do questionário administrado aos professores moçambicanos que lecionam as disciplinas de Matemática nos cursos de Engenharia na Universidade Pedagógica. Os professores inquiridos lecionam há mais de dez anos numa instituição de ensino superior pública, possuem o grau académico de Mestre em Educação Matemática e em Matemática. Dos dados provenientes dos questionários, constatou-se que os mesmos, não tem muita informação relativa às ferramentas tecnológicas que podem auxiliá-los no processo de ensino-aprendizagem. As formas de ensino tradicional são as que mais utilizam nas salas de aulas, sem nenhum outro reforço através do uso das ferramentas tecnológicas, não obstante, as políticas públicas de educação preconizarem a diversificação de meios de ensino. Em relação às metodologias de desenvolvimento de OA, não fazem ideia do que sejam, nunca utilizaram e nunca desenvolveram. No entanto, estão dispostos a aprender a utilizar, assim como aprender a desenvolvê-los. Perante estas respostas, há necessidade de despertar à consciência dos professores sobre ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino, bem como realização de capacitações em matérias voltadas aos objetos de aprendizagem e as respetivas metodologias de desenvolvimento.

Através da comparação os processos de design instrucional e de desenvolvimento de software, foi possível construir o ciclo de vida de modelagem de objetos de aprendizagem da metodologia MOAURL. O ciclo de vida em questão foi elaborado considerando características pedagógicas, técnicas e de interação homem máquina, embora a questão de interação homem máquina não tenha sido discutida neste trabalho. A fase de testes é uma abordagem que não foi tratada nesta pesquisa, tendo ficado para futuras pesquisas.



## 6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA MODELAGEM DE OA (MOAUML)

A MOAUML é uma metodologia baseada na extensão do número de fases do RUP, e incorporar as atividades consideradas importantes, importadas do processo ADDIE Reiser e Dempsey (2012) e da metodologia INTERA, Braga (2015) pois, se mostraram pertinentes na construção de uma metodologia que se pretende que seja mais completa para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Neste capítulo apresenta-se a modelagem de 8 objetos de aprendizagem, efetivadas por várias equipes como experimentos visando aferir a aplicabilidade da metodologia MOAUML. Destes objetos de aprendizagem, 3 foram modelados pela pesquisadora, sendo um novo e 2 legados, e os restantes foram modelados por várias equipes, visando o alcance dos objetivos específicos 4 e 5. As equipes atuantes receberam previamente material explicativo composto pelo conteúdo que será apresentado na seção 6.1 e de um vídeo sobre a linguagem de modelagem UML, além de terem participado de uma palestra versando tópicos sobre objetos de aprendizagem. Antes da apresentação dos experimentos, é importante mostrar os aspectos que fazem a MOAUML difere dos outros processos de modelagem de objetos de aprendizagem. O quadro 9 mostra que dos 10 elementos de verificação analisados no quadro 1 na seção 4.9, todos eles estão presentes na MOAUML.

**Quadro 9: Comparação MOAUML e demais Processos de Modelagem**

|                                    | RUP               | LODPRO                                       | INTERA              | FERRAMENTAS UML             | UML            | MOAUML       |
|------------------------------------|-------------------|--|---------------------|-----------------------------|----------------|--------------|
| <b>Autor/ Instituição</b>          | Rational Software | Queiros e outros                             | UFABC               | Dominguéz, Sáinz, Gutierrez | UFRGS          | Pesquisadora |
| <b>Modelagem</b>                   | Presente          | Ausente                                      |                     | Presente                    | Presente       | Presente     |
| <b>Ferramentas usadas</b>          |                   | Engenharia de Software Abordagens inovadoras | Engenharia Software | UML                         | UML            | UML          |
| <b>Aprendizagem Significativa</b>  | Ausente           | Presente                                     | Ausente             | Presente                    | Presente       | Presente     |
| <b>Tipos de OA</b>                 | softwares         | Vídeo  | Todos               | Não mencionado              | Jogo-simulação | Todos        |
| <b>Utilização de padrão</b>        | Ausente           | Ausente                                      |                     | Ausente                     | Ausente        | Presente     |
| <b>Design Instrucional</b>         | Ausente           | Ausente                                      | Presente            | Presente                    | Presente       | Presente     |
| <b>Desenvolvimento de Software</b> | Presente          | Presente                                     | Presente            | Presente                    | Presente       | Presente     |
| <b>Requisitos Técnicos</b>         | Presente          | Presente                                     | Presente            | Ausentes                    |                | Presente     |
| <b>Avaliação Pedagógica</b>        | Ausente           | Ausente                                      | Presente            | Ausente                     | Ausente        | Presente     |
| <b>Avaliação Técnica</b>           | Presente          | Presente                                     | Presente            | Ausente                     | Ausente        | Presente     |
| <b>Reusabilidade</b>               | Ausente           | Ausente                                      | Presente            | Presente                    | Ausente        | Presente     |
| <b>Disponibilidade</b>             | Ausente           | Ausente                                      | ROA                 | Ausente                     | Ausente        | Presente     |

Fonte: Pesquisadora

## **6.1. TUTORIAL PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE OA**

O tutorial para aprendizagem de teorias de objetos aprendizagem foi desenvolvido visando a capacitação de 48 alunos e 6 professores provenientes da ESTEC e FCNM através de uma palestra conforme o programa em apêndice 2. Este objeto de aprendizagem denominado tutorial, do tipo Power Point foi modelado pela Pesquisadora seguindo os passos da MOAUML. O apêndice 6 apresenta duas imagens ilustrativas do evento. A modelagem do objeto de aprendizagem Tutorial envolveu as seguintes etapas da metodologia UML: Em primeiro foi conduzido um questionário, o qual foi respondido por 48 alunos e 6 professores. Das respostas ao questionário constatou-se que os mesmos estavam pouco informados sobre teorias e conceitos inerentes a objetos de aprendizagem. Por conseguinte, dessas ilações a pesquisadora realizou a 1ª atividade da MOAUML e produziu os artefatos da fase, o relatório de análise de contexto e o diagrama de casos de uso. Na 2ª fase da MOAUML, a pesquisa efetuou a análise de requisitos, no que se seguiu a produção do relatório da análise de requisitos bem como o diagrama de classes, que são os artefatos da 2ª fase. Na fase de projeto, não houve necessidade de produzir esboço e nem de produzir os diagramas de atividades e de componentes pois já estavam reunidas as condições necessárias para a produção do objeto de aprendizagem, uma vez que não é complexo.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Ator principal: Pesquisadora

Atores secundários: Professores e alunos

Pós-requisitos: Relatório de contextualização

Atividade Principal: Analisar o contexto de aplicação do OA.

**Quadro 10: Relatório de Contextualização “Tutorial”**

| Identificação da Equipe Solicitante:                                |   |
|---|---|
| <b>Unidade Orgânica</b>   |   |
| <b>Data:</b>  |   |
| CARACTERIZAÇÃO DO OA  |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem                                      | Power Point   |
| Problema verificado   | Pouco conhecimento sobre teorias de objetos de aprendizagem   |
| Público alvo  | Alunos e professores da ESTEC e FCNM  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo                         | Os professores conhecem alguns softwares utilizados na educação   |
| Necessidades de aprendizagem  | Conceito de OA, padrões de metadados, ROA   |
| Área de conhecimento  | Informática Educacional   |
| Identificação da disciplina para a qual se pretende o OA            | Ferramentas Informáticas para o ensino de Matemática  |
| Identificação do tópico   | Teorias de objetos de aprendizagem  |
| Escopo do objeto de aprendizagem                                    | O OA deve abranger os conceitos de OA, metodologias e padrões de metadados  |
| Habilidades a adquirir  | Saber identificar OA, saber pesquisar OA em repositórios e conhecer as várias metodologias existentes   |
| Objetivo de aprendizagem  | Saber utilizar os OA, saber pesquisar em repositórios, conhecer as metodologias para o desenvolvimento de OA  |
| Atividades que o OA deverá conter                                   | O OA deve possuir 3 atividades, uma para navegar sobre os conceitos de OA, a 2ª para exemplificar padrões de metadados e a 3ª para navegar em metodologias de desenvolvimento de OA.            |
| Estratégias de aprendizagem   | A aprendizagem significativa é a estratégia de aprendizagem a utilizar pois pretende-se que o aluno construa o seu próprio conhecimento e estabeleça uma relação com os conteúdos já aprendidos |
| Organizadores prévios   | Mostrar um texto sobre recursos tecnológicos para uso na educação   |
| Conceitos gerais mais inclusivos (organização do conteúdo top-down) | Mostrar conceitos de OA   |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais                   | Caraterísticas, tipos e exemplos, Padrões de Metadados<br>Metodologias de desenvolvimento<br>Repositórios de OA   |
| Conteúdo de consolidação  |   |
| Fluência tecnológica do usuário                                     | Conhecimento de informática na ótica do utilizador  |
| Modalidade  | Ensino presencial   |

*Fonte: Pesquisadora*

## ANÁLISE DE REQUISITOS

Ator principal: Pesquisadora

Atores Secundários: Professores e alunos

Pré-requisitos: Relatório de Contexto

Pós-requisitos: Especificação de requisitos, esboço do OA e diagrama de caso de uso e de classes.

Atividade Principal: Refinamento de requisitos e elaboração de esboço.

**Quadro 10: Relatório de Análise de Requisitos “Tutorial”**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem  | Saber utilizar os OA, saber pesquisar em repositórios, conhecer as metodologias para o desenvolvimento de OA  |
|                               | Estratégia de Aprendizagem para favorecer a aprendizagem do aluno | Aprendizagem significativa  |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                                       | Conceito, Características, Padrões, ROA, Metodologias   |
|                               | Interface com usuário   | Os conteúdos descritos devem aparecer em forma de componentes independentes   |
|                               | Atividades  | O OA deve permitir que o aluno acesse primeiro o módulo sobre recursos tecnológicos para apoio a educação e depois o tutorial começando pelos conceitos mais gerais.  |
| <b>Funcionalidade</b>         |   | O aluno deverá ser capaz de visualizar os 3 módulos (Conceito de OA, Metodologias, Repositórios)<br>O OA deve permitir que o aluno navegue primeiro no conceito de OA<br>O objeto deve possuir texto, com gráficos e imagens. |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>   | Deve ser possível utilizar em PC, Tablets e smartphones   |
|                               | <b>Componentes</b>  | Deve possuir 2 componentes (Texto e imagens)  |
|                               | <b>Recuperação</b>  | Metadados do OA   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b>               | Informática Educacional   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>   | Os 3 tópicos podem ser reutilizados de forma independente   |
| <b>Usabilidade</b>            |   |   |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Deve ser possível o acesso em vários navegadores, Linux e Windows   |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | Apenas um tipo de usuários<br>Não foi adaptado aos portadores de deficiência física   |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | Será armazenado no COGNIX   |

*Fonte: Pesquisadora*

## 6.2. OA “OS NÚMEROS INTEIROS”

O objeto de aprendizagem “Os números inteiros” está hospedado no site <http://www.genmagic.org/mates2/ne1c.swf>. Genmágica é um ambiente de pesquisa e criação de aplicações multimídia dinâmicos para a sua integração em ambientes virtuais de aprendizagem. A modelagem desse objeto encontra-se no anexo 8 e foi realizada pela pesquisadora. Este OA foi modelado com objetivo de verificar em que aspectos a MOAUML melhoraria o desenvolvimento deste objeto de aprendizagem. A modelagem auxiliou na identificação de um módulo que apresentasse conhecimentos prévios necessários para a introdução da temática principal do OA, permitiu fornecer feedback adequado de acordo com a interação do aluno com o OA, a ajuda necessária ao aluno foi adicionada, assim como facilitar a catalogação do mesmo, através do COGNIX pois, o jogo original não verifica a existência de conhecimentos prévios. Foram dessas benfeitorias, que a modelagem permitiu a documentação do objeto de aprendizagem por forma a facilitar a manutenção e a reusabilidade.

O processo de modelagem deste OA legado teve em conta as fases constantes da metodologia MOAUML. Na 1ª fase, o de contextualização foi elaborado um relatório de contexto, que resulta em condições normais, das reuniões com os potenciais usuários e solicitantes do OA. Neste caso concreto não houveram essas reuniões uma vez que o objeto de aprendizagem já existia, tendo havido apenas a elaboração do relatório de acordo com as especificações do jogo e o desenho de diagramas de casos de uso. Na 2ª fase relativa à análise de requisitos, foi elaborado o relatório de análise de requisitos com base nas especificações do jogo e do relatório de contextualização, e foram construídos os diagramas de classes e de seqüências, conforme o previsto na fase. A 3ª fase da MOAUML é referente ao projeto e os artefatos que são o esboço do OA, os diagramas de atividades e de componentes, foram desenvolvidos durante esta fase. Todos os artefatos produzidos constam do apêndice 4 deste trabalho.

### CONTEXTUALIZAÇÃO

|                     |  |
|---------------------|--|
| Ator principal      | Analista (Pesquisadora)                |
| Pré-requisitos      | N/A                                    |
| Pós-requisitos      | Relatório de Contexto                  |
| Atividade Principal | Analisar o contexto de aplicação do OA |

**Quadro 11: Relatório de Contextualização “Números Inteiros”**

| <b>Identificação da Equipe Solicitante:</b>              |   |
|--|---|
| <b>Unidade Orgânica</b>                                  |   |
| <b>Data:</b>   |   |
| <b>CARACTERIZAÇÃO DO OA</b>                              |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem                           | Jogo  |
| Problema detectado                                       | Dificuldades em identificar a ordem de grandeza dos números inteiros e representa-los na reta numérica.   |
| Público alvo   | Alunos da 8ª classe (3º ciclo de ensino geral em Moçambique)  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo              | Os alunos têm conhecimentos de reta graduada e de números naturais.   |
| Necessidades de aprendizagem                             | Os alunos devem compreender que o conjunto de números inteiros é uma ampliação de conjunto de números naturais a partir de demonstrações de problemas da vida que não têm solução no conjunto de números naturais.  |
| Área de conhecimento                                     | Números Inteiros  |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA | Matemática.   |
| Identificação do tópico                                  | Introdução aos números inteiros.  |
| Escopo do objeto de aprendizagem                         | Este OA visa explorar a representação de números inteiros na reta graduada.   |
| Habilidades a adquirir                                   | Interpretar o enunciado de um problema e traduzi-lo para uma outra linguagem (verbal, gráfica, simbólica). Resolver problemas a partir de situações quotidianas com números inteiros. Demonstrar flexibilidade e perseverança assim como habilidades no cálculo com números naturais. |
| Objetivo de aprendizagem                                 | Representar números inteiros na reta numérica associando-o a um ponto da reta;<br>Distinguir números simétricos;<br>Indicar o valor absoluto de um número;  |
| Atividades que o OA deverá conter                        | Visualização de números<br>Colocação de números na reta numérica<br>Comparação de números   |
| Estratégias de aprendizagem                              | A aprendizagem significativa  |
| Organizadores prévios                                    | Números naturais  |
| Conceitos gerais mais inclusivos                         | Noção de números negativos<br>Conceito de números simétricos  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais        | Representação de números inteiros na reta numérica  |
| Conteúdos de consolidação                                | Comparação de números inteiros  |
| Fluência tecnológica do usuário                          |   |
| Modalidade   | Ensino presencial e misto   |

*Fonte: Pesquisadora*

## ANÁLISE DE REQUISITOS

|                     |  |
|---------------------|--|
| Ator principal      | Analista (Pesquisadora)                                  |
| Atores Secundários  | Professor de Matemática e alunos de Matemática           |
| Pré-requisitos      | Relatório de Contexto                                    |
| Pós-requisitos      | Especificação de requisitos, Esboço do OA e casos de uso |
| Atividade Principal | Refinamento de requisitos e elaboração de esboço         |

**Quadro 12: Análise de Requisitos “Números Inteiros”**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem                            | Representar números inteiros na reta numérica associando-o a um ponto da reta;<br>Distinguir números simétricos;<br>Indicar o valor absoluto de um número;  |
|                               | Estratégia de Aprendizagem                          | O OA deve ser apresentado de forma a facilitar a aprendizagem significativa.  |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                         | Números inteiros, reta numérica, números negativos, posição relativa da reta  |
|                               | Interface com usuário                               |   |
|                               | Atividades  |   |
| <b>Funcionalidade</b>         |   | OA deve visualizar de forma aleatória números inteiros na tela, um de cada vez;<br>O OA deve permitir que o aluno: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possa arrastar números inteiros e colocá-los corretamente na reta</li> <li>• O OA deverá mostrar uma mensagem caso o aluno represente corretamente o número, caso contrário, não deve permitir que o número seja largado em qualquer lugar, isto é, deve voltar à procedência;</li> <li>• Visualizar o texto sobre os conceitos de números inteiros</li> <li>• Visualizar o texto sobre o conceito de reta numérica</li> <li>• Obter ajuda às regras do jogo</li> </ul> Consulte os créditos do OA; |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>                           | Padrão OBAA   |
|                               | <b>Componentes</b>                                  |   |
|                               | <b>Recuperação</b>                                  | O OA deverá ser catalogado  |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b> |   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>                           |   |
| <b>Usabilidade</b>            |   | Permitir sua fácil usabilidade  |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Deverá funcionar na web, smartphones, computadores pessoais, Windows, Linux, Android  |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | O OA pode ser instalado em computadores pessoais e smartphones<br>Não foi adaptado aos portadores de deficiência física   |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | Será armazenado no COGNIX   |

*Fonte: Pesquisadora*

### 6.3. OA N´SAMAT

O objeto de aprendizagem legado, denominado N´SAMAT, tem como objetivo a aprendizagem de adição e subtração de números naturais de 1 a 10 de crianças frequentando a 2ª classe do ensino básico em Moçambique e foi desenvolvido por uma equipe constituída por um professor de Matemática e um programador.

A pesquisadora realizou a modelagem do N´SAMAT com recurso a MOAUML visando o seu melhoramento, em termos de documentação para fácil manutenção, melhoria do grau de reusabilidade e a apresentação de evidências da aprendizagem significativa. Para a realização das atividades e conseqüente produção de artefatos das diferentes fases da MOAUML, foi possível realizar uma sessão de *Skype* com os pesquisadores que desenvolveram o jogo, cujo resultado consistiu na elaboração do relatório de contextualização. No que tange aos artefatos da 1ª fase, todas foram produzidas, a saber, o relatório de contextualização e o diagrama de casos de uso. As atividades previstas na 2ª fase foram igualmente realizadas, o relatório de análise de requisitos, os diagramas de classes e de seqüências. A 3ª fase da metodologia prevê a produção do esboço e de diagramas de atividades e de componentes. Porém, o esboço não foi produzido.



## CONTEXTUALIZAÇÃO

Ator principal: Pesquisadora

Pré-requisitos: Objeto de aprendizagem

Pós-requisitos: Relatório de Contexto

**Quadro 13: Contextualização N'SAMAT**

|   |  |
|---|--|
| Identificação da Equipe Solicitante:  | Iniciativa própria   |
| Unidade Orgânica  |  |
| Data:   |  |
| <b>CARATERIZAÇÃO DO OA</b>  |  |
| Tipo de objeto de aprendizagem  | Jogo   |
| Problema detectado  | Dificuldade em adicionar e subtrair números naturais   |
| Público alvo  | Alunos da 2ª classe do ensino básico   |
| Experiência de aprendizagem do público alvo   | Contagem de números  |
| Necessidades de aprendizagem  | Desenvolver habilidades em cálculos de números   |
| Área de conhecimento  | Aritmética   |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA                                  | Matemática   |
| Identificação do tópico   | Aritmética   |
| Escopo do objeto de aprendizagem  | O OA irá abarcar apenas adição e subtração de números naturais   |
| Habilidades a adquirir  | Contar e calcular, aplicar operações de adição e subtração de números de 1 à 10.   |
| Objetivo de aprendizagem  | adicionar e subtrair números naturais  |
| Atividades que o OA deverá conter (uma atividade em torno de um objetivo de aprendizagem) | enumerar, escolher os números, subtrair números, adicionar, etc.   |
| Estratégias de aprendizagem   | Aprendizagem significativa   |
| Organizadores prévios (material introdutório ao tema tratado no OA)                       | Ordenação de números naturais de 1 a 10<br>Conhecimento de operadores aritméticos (adição, subtração e igualdade)                |
| Conceitos gerais mais inclusivos (organização do conteúdo top-down)                       | Adição e subtração de números naturais de 1 à 10.  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais   | Contagem de números naturais de 1 à 10<br>Ordenação de números naturais de 1 à 10<br>Operadores aritméticos (adição e subtração) |
| Conteúdos de consolidação   |  |
| Fluência tecnológica dos usuários   | Conhecimento básico de uso de tecnologias móveis   |
| Modalidade  | Ensino presencial  |

*Fonte: Pesquisadora*

## ANÁLISE DE REQUISITOS

Ator principal: Pesquisadora

Atores Secundários:

Pré-requisitos: Relatório de análise de Contexto

Pós-requisitos: Especificação de requisitos, Esboço do OA e diagrama de casos de uso.

Atividade Principal: Refinamento de requisitos e elaboração de esboço.

**Quadro 14: Análise de requisitos N`SAMAT**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem  | Adicionar e subtrair números naturais   |
|                               | Estratégia de Aprendizagem para favorecer a aprendizagem do aluno | Aprendizagem significativa  |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                                       | Adição, subtração de números naturais de 1-10   |
|                               | Interface com usuário   | Peneira com cocos, um quadro, pasta, régua, coqueiros e limão   |
|                               | Atividades  | O aluno personaliza o grau de dificuldade do jogo<br>Preencher os espaços vazios  |
| <b>Funcionalidade</b>         |   | O aluno lança o limão para cima e acede a régua de cálculo para especificar o número de cocos da peneira, e em seguida volta a aceder a régua para especificar o número de cocos que irá devolver à peneira<br>O aluno não pode deixar o limão cair senão perde a jogada sob penalização de perda do coqueiro |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>   | Utilizar o OBAA ou qualquer padrão interoperável  |
|                               | <b>Componentes</b>  | Só tem um componente  |
|                               | <b>Recuperação</b>  | Será recuperado por metadados   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b>               | Não aplicável   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>   |   |
| <b>Usabilidade</b>            |   | Facilidade de manipulação do objeto de aprendizagem   |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Windows, Android, Linux, smartphones, PC's,   |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | Não será modificado para deficientes  |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | COGNIX.   |

*Fonte: Pesquisadora*

#### **6.4. 1ª EQUIPE: OA “DESMISTIFICANDO A UML”**

A equipe que modelou o vídeo que serviu de material para as outras equipes, foi constituída por uma professora de informática e 4 alunos do 4º ano do curso de licenciatura em informática da ESTEC-UP. Esta equipe, participou inicialmente de uma palestra que a pesquisadora ministrou versando conteúdos sobre objetos de aprendizagem, metodologias de desenvolvimento e repositórios de OA, uma vez que não tinha ideia do que fossem OA, segundo o questionário que a equipe respondeu, vide as figuras 25 e 26. Após a participação na palestra, a equipe começou o processo de modelagem que culminou com um vídeo, abordando conteúdos sobre diagramas de casos de uso e de classes.

Essa equipe reunia-se duas vezes por semana, nas 2<sup>as</sup> e 4<sup>as</sup> feiras das 12.40 às 14.30 num período que correspondeu a três meses de trabalho, de fevereiro à maio de 2017 no laboratório de desenvolvimento de sistemas da ESTEC-UPM. Este grupo, está na fase de aprendizagem das linguagens de modelagem de sistemas e mais particularmente com a modelagem em UML, embora a coordenadora da equipe fosse professora de Análise de Sistemas. Neste contexto, a equipe idealizou uma clínica médica que enfrentava problemas de organização em agendamentos, procedimentos médicos e laboratório para explicar o que são casos de uso, atores e diagramas de classe. Os artefatos produzidos encontram-se em anexo 1 deste trabalho.

#### **CONTEXTUALIZAÇÃO**

---

Ator principal: Professora de Informática

Atores Secundários: Pesquisadora

Pré-requisitos: Solicitação de OA

Pós-requisitos: Relatório de Contexto

Atividade Principal: Analisar o contexto de aplicação do OA.

#### **ANÁLISE DE REQUISITOS**

---

Ator principal: Professor de Informática

Atores Secundários: Alunos de graduação

Pré-requisitos: Relatório de análise de Contexto

Pós-requisitos: Especificação de requisitos, Esboço do OA e diagrama de caso de uso.

Atividade Principal: Refinamento de requisitos e elaboração de esboço.

**Quadro 15: Contextualização Desmistificando UML**

|   |   |
|---|---|
| Identificação da Equipe Solicitante:  | Pesquisadora  |
| Unidade Orgânica  | PPGIE   |
| Data:   |   |
| <b>CARATERIZAÇÃO DO OA</b>  |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem  | Vídeo   |
| Problema verificado   | Falta de conhecimentos de UML   |
| Público alvo  | Alunos do 2º ano do curso de graduação em ensino de Matemática e professor de ferramentas informáticas no ensino de Matemática  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo   | O público alvo tem conhecimentos de modelagem matemática  |
| Necessidades de aprendizagem  | Conhecer as vantagens que a UML oferece para a modelagem objetos de aprendizagem. Utilizar a UML para modelar objetos de aprendizagem de Matemática.  |
| Área de conhecimento  | Engenharia de Software  |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA                                  | Engenharia de Software  |
| Identificação do tópico   | Modelagem de Sistemas em UML  |
| Escopo do objeto de aprendizagem  | O OA apresentará os passos necessários para desenhar diagramas em UML e a respectiva documentação   |
| Habilidades a adquirir  | Modelar objetos de aprendizagem utilizando a UML  |
| Objetivo de aprendizagem  | O público alvo aprenda e aplicar conceitos e diagramas de UML para modelagem de OA em UML   |
| Atividades que o OA deverá conter (uma atividade em torno de um objetivo de aprendizagem) | Mostrar através de um vídeo, passa a passo o desenho de casos de uso, diagramas de classe, diagramas de sequências, e de atividade.   |
| Estratégias de aprendizagem   | A aprendizagem significativa é a estratégia de aprendizagem a utilizar, pois pretende-se que o aluno construa o seu próprio conhecimento e estabeleça uma relação com os conteúdos já aprendidos. |
| Organizadores prévios (material introdutório ao tema tratado no OA)                       | Técnicas de modelagem   |
| Conceitos gerais mais inclusivos (organização do conteúdo top-down)                       | UML como métodos de modelagem   |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais   | Diagramas de casos de uso<br>Diagramas de classe, de sequências e de atividade.   |
| Conteúdos de consolidação   |   |
| Fluência tecnológica dos usuários   |   |
| Modalidade  | Ensino presencial e misto   |

*Fonte: 1ª Equipe*

**Quadro 16: Análise de Requisitos Desmistificando UML**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem                            | Aplicar conceitos e diagramas de UML para modelagem de OA em UML   |
|                               | Estratégia de Aprendizagem                          | Aprendizagem Significativa   |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                         | O objeto de aprendizagem deve elucidar os conceitos de Diagramas principais de UML. Mostrar como podem ser desenhados.   |
|                               | Interface com usuário                               |  |
|                               | Atividades  |  |
| <b>Funcionalidade</b>         |   | O OA deve: <ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir que o aluno acompanhe passo a passo a construção de diagramas de casos de uso, de classe, de sequências e de atividade</li> </ul> Permitir pausar, retroceder e repetir quantas vezes for necessário. |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>                           | Padrão OBAA  |
|                               | <b>Componentes</b>                                  | O OA deverá ser reutilizado para exercitar ou apenas diagramas de classes, ou casos de uso, ou de sequências ou de atividade   |
|                               | <b>Recuperação</b>                                  | Através de metadados   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b> |  |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>                           |  |
| <b>Usabilidade</b>            |   |  |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Pode funcionar em Windows 7 em diante.   |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | O OA pode ser instalado em computadores pessoais e smartphones<br>Não foi adaptado aos portadores de deficiência física  |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | Será armazenado no COGNIX  |

Fonte: 1ª Equipe

A equipe trabalhou com a MOA UML, no entanto, não apresentou o relatório de contextualização, embora tenha desenhado os diagramas de casos de uso, sendo apenas um artefato da 1ª fase. No levantamento e análise de requisitos, que constitui a 2ª fase da metodologia MOA UML, apresentou os requisitos funcionais do objeto de aprendizagem, diagrama de classes e faltou o relatório de análise de requisitos como consta da metodologia. Por conseguinte, gravaram um vídeo utilizando o *Windows Movie Maker* para apresentar os conceitos de ator, casos de uso e diagramas de classe, assim como a utilização da ferramenta Astah para a produção de diagramas de UML.

## 6.5. 2ª EQUIPE: OA “JOGO DE SINAIS”

A 2ª equipe trabalhou com a modelagem do OA para a aprendizagem de adição de números inteiros, após participar da palestra e ter recebido o vídeo sobre UML. Esta equipe foi constituída por um professor de computação, um de matemática e um aluno de matemática. A equipe elaborou os relatórios de contexto e de análise de requisitos, que são os artefatos da 1ª e 2ª fases da metodologia de modelagem e constam do anexo 2.

### CONTEXTUAIZAÇÃO

|                     |  |
|---------------------|--|
| Ator principal      | Analista                               |
| Atores Secundários  | Professor estagiário                   |
| Pré-requisitos      | Solicitação de OA                      |
| Pós-requisitos      | Relatório de análise de contexto       |
| Atividade Principal | Analisar o contexto de aplicação do OA |

**Quadro 17: Contextualização “Jogo de Sinais”**

| Identificação da Equipe Solicitante:                                | Professores de Matemática da 8ª classe                                      |
|---|---|
| Unidade Orgânica  |   |
| Data:   |   |
| CARATERIZAÇÃO DO OA   |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem                                      | Jogo  |
| Problema detectado  | Efetuar adição simples com uso da reta graduada                             |
| Público alvo  | Alunos da 8ª classe do ensino secundário geral                              |
| Experiência de aprendizagem do público alvo                         | Os alunos têm noções de reta graduada e de números inteiros                 |
| Necessidades de aprendizagem  | Necessidade do aluno resolver problemas reais que envolvam números inteiros |
| Área de conhecimento  | Ciências exatas   |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA            | Matemática  |
| Identificação do tópico   | Adição de números   |
| Escopo do objeto de aprendizagem                                    | O OA permite apenas adicionar números inteiros usando a reta graduada       |
| Habilidades a adquirir  | Usar números inteiros em situações concretas da vida.                       |
| Objetivo de aprendizagem  | Adicionar números inteiros usando a reta numérica                           |
| Atividades que o OA deverá conter                                   |   |
| Estratégias de aprendizagem   | Aprendizagem significativa  |
| Organizadores prévios   |   |
| Conceitos gerais mais inclusivos (organização do conteúdo top-down) | Adição  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais                   | Adição de números inteiros com uso da reta graduada                         |
| Conteúdos de consolidação   | A temperatura (negativa ou positiva)  |
| Conteúdo de consolidação  | Varição da temperatura  |
| Fluência tecnológica dos usuários                                   |   |
| Modalidade  | Todas as modalidades  |

Fonte: 2ª Equipe

## ANÁLISE DE REQUISITOS

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| Professor de Informática           | Analista de Sistemas |
| Alunos de graduação de Informática | Programadores        |
| Professor de Matemática            | Usuário              |
| Alunos de graduação de Matemática  | Usuários             |

**Quadro 18: Análise de Requisitos Jogo de Sinais**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem  | Adicionar números inteiros usando a reta numérica  |
|                               | Estratégia de Aprendizagem para favorecer a aprendizagem do aluno   | O OA deve favorecer a construção de conhecimento através de um jogo. O capítulo sobre adição de números inteiros deverá fazer parte do objeto de aprendizagem em forma de tutorial de ajuda. |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA   | Números Inteiros, reta numérica, números negativos   |
|                               | Interface com usuário   | Os elementos, cores e fontes do OA devem estar bem apresentados de modo a facilitar a utilização pelo aluno.   |
|                               | Atividades  |  |
| <b>Funcionalidade</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O jogo deve permitir ao aluno, mudar os dados de entrada a partir da reta graduada, mover ora para a direita ou para à esquerda</li> <li>• O jogo deve dar ao aluno o tempo máximo de 1 min para responder a uma questão, caso contrário, depois de 3 tentativas, deverá mostrar as dicas</li> <li>• O jogo deve sugerir ao aluno a consultar o tutorial sobre as regras de adição</li> <li>• O OA deve conter dicas para jogar</li> <li>• Possibilitar ao aluno a escolha do local de partida</li> <li>• Possibilitar ao aluno a escolha de um número que deverá representar o número de unidades a mover na reta graduada</li> <li>• O OA deve mostrar mensagens de erro e de encorajamento em caso de várias tentativas sem êxito</li> <li>• Deve permitir apagar os valores e também saltar as questões</li> </ul> |  |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>   | Utilizar o padrão OBAA   |
|                               | <b>Componentes</b>  |  |
|                               | <b>Recuperação</b>  | Através de metadados   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b>   | Estatística e Física   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>   |  |
| <b>Usabilidade</b>            |   |  |
| <b>Portabilidade</b>          | Funcionará em Windows, Android e em AVA   |  |
| <b>Grau de acessibilidade</b> | Pode funcionar em smartphones, PC e tablets.  |  |
| <b>Disponibilidade</b>        | Será armazenado no COGNIX   |  |

*Fonte: 2ª Equipe*

## 6.6. 3ª EQUIPE: OA “MOC” (Microscópio Ótico Composto)

Esta 3ª equipe é formada por um professor da área de ciências biológicas, um professor de sistemas de redes e um coordenador do curso de Biologia, que também é professor de área de ciências biológicas. A equipe modelou um objeto de aprendizagem do tipo animação para a aprendizagem de MOC. A modelagem do MOC consistiu no desenho de diagramas de casos de uso, de classes, de atividades, de sequências e de componentes, e produziu os pós-requisitos, os relatórios de contexto e de análise de requisitos, além de apresentar um esboço do MOC. Esta equipe preencheu a maior parte dos requisitos da metodologia MOA UML. Não obstante a equipe não possui conhecimentos prévios de modelagem de objetos de aprendizagem e muito menos a utilização da UML, pois o professor de computação que faz parte da equipe, está mais voltado para a área de redes. Todos os artefatos produzidos encontram-se no anexo 3.

### CONTEXTUALIZAÇÃO

| Ator                     | Papel                          |
|--------------------------|--------------------------------|
| Professor de Informática | Analista de sistemas, testador |
| Diretor do Cursos        | Solicitante, Avaliador         |
| Professor de Biologia    | Especialista de conteúdos      |
| Alunos                   | Avaliadores                    |

### Quadro 19: Relatório de Contextualização “MOC”

|   |  |
|---|--|
| Identificação da Equipe Solicitante:        | Coordenador do curso de graduação de Biologia, Professor de Biologia e Professor de Informática  |
| Unidade Orgânica                            | Departamento de Biologia   |
| Data:                                       |  |
| <b>CARACTERIZAÇÃO DO OA</b>                 |  |
| Tipo de objeto de aprendizagem              | Animação   |
| Problema que os alunos enfrentam            | Dificuldades de Identificar os componentes do MOC (Microscópio óptico composto)<br>Dificuldades de manipular o MOC   |
| Público alvo                                | Alunos da 9ª classe (1º ciclo do Sistema Nacional de Educação)   |
| Experiência de aprendizagem do público alvo | Os alunos têm conhecimentos de objetos microscópicos   |
| Necessidades de aprendizagem                | O aluno deve saber que o MOC é constituído por duas partes principais, parte ótica e parte mecânica.<br>O aluno deve saber que para uma observação microscópica, sempre se inicia com a objetiva de menor ampliação, seguindo para as objetivas de ampliação sucessivamente maior no sentido horário e quando o objeto começa a visualizar-se pode-se melhorar a imagem ajustando apenas o parafuso micrométrico. O tamanho do objeto observado obtém – se multiplicando |



|  |   |
|--|---|
|  | <p>a ampliação da ocular e a respectiva objetiva (exemplo 10 x10).</p> <p>O aluno deve saber que o objeto observado ao MOC, está duplamente ampliado por isso encontra-se invertido.</p> <p>O aluno deve saber que uma preparação temporária é um sistema formado por lâmina, lamela, meio de montagem e objeto.</p> <p>O aluno deve saber que o meio de montagem pode ser água, sal, ácido ou base e a utilização de cada meio de montagem, depende do objetivo da observação realizada.</p>   |
| Área de conhecimento                                     | Microscopia   |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA | Biologia  |
| Identificação do tópico                                  | Introdução ao estudo da Célula  |
| Escopo do objeto de aprendizagem                         | Este OA visa explorar a destreza do aluno no uso do MOC e interpretação de imagens microscópicas.   |
| Habilidades a adquirir                                   | <p>O aluno precisa de saber montar uma preparação temporária e observar perfeitamente.</p> <p>O aluno precisa de saber interpretar a imagem obtida no MOC.</p>  |
| Objetivo de aprendizagem                                 | <p>Identificar os componentes do MOC,</p> <p>Conhecer as regras de manipulação do MOC</p> <p>Montar as preparações temporárias</p>  |
| Atividades que o OA deverá conter                        | <p>Coleta de material biológico,</p> <p>Realização da preparação temporária</p> <p>Descrição do objeto observado</p> <p>Identificar as partes do MOC</p>  |
| Estratégias de aprendizagem adotadas                     | Aulas práticas laboratoriais como pressuposto para a aprendizagem significativa   |
| Organizadores prévios                                    |   |
| Conceitos gerais mais inclusivos                         | <p>Conceito de objetos microscópicos.</p> <p>Noção do MOC.</p>  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais        | <p>O MOC, serve para a observação de objetos invisíveis à vista desarmada.</p> <p>O olho humano é capaz de observar apenas a faixa da luz visível do espectro da radiação eletromagnética, da mesma forma que só consegue perceber objetos que estejam a uma distância mínima aproximada de 0,25 mm. Imagens de objetos extremamente diminutos, como da maioria das células, não são distinguidas pelo olho. Uma célula eucariótica animal típica tem cerca de 20 em (0,02 mm) de diâmetro; assim, para suplantar os limites sensoriais da visão e conhecer a célula.</p> |
| Conteúdos de consolidação                                | Diferenças entre as células procariota (bacteriana) e eucariota (vegetal, animal)   |
| Fluência tecnológica dos usuários                        | Conhecimentos de Informática na óptica do utilizador  |
| Modalidade   | Presencial  |

Fonte: 3ª Equipe

**Quadro 20: Análise de Requisitos MOC**

| <b>Tipos de Requisitos</b>    |   | <b>Descrição</b>  |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem  | O objeto de aprendizagem deve abordar a constituição do MOC, definir cada parte do MOC, mostrar as regras para a montar uma preparação do MOC, coleta de material biológico |
|                               | Estratégia de Aprendizagem para favorecer a aprendizagem do aluno |   |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                                       | Conceito, Constituição, Preparação, Montagem e Manipulação do MOC   |
|                               | Interface com usuário   | A interface tem de ser amigável e atrativa para os alunos. Os elementos, cores e fontes do OA devem estar bem apresentados de modo a facilitar a utilização pelo aluno.     |
|                               | Atividades  | Coleta de material biológico, Realização da preparação temporária Descrição do objeto observado Identificar as partes do MOC  |
| <b>Funcionalidade</b>         |   |   |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>   | Deverá operar em Internet Explorer, Firefox, Chrome, Windows, computadores pessoais e smartphones   |
|                               | <b>Componentes</b>  | O objeto deve ter 3 componentes (vídeo, texto, imagens)   |
|                               | <b>Recuperação</b>  |   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b>               | Química, Física   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>   |   |
| <b>Usabilidade</b>            |   | Apenas um tipo de usuário   |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Pode acessado pelo Moodle   |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | Computadores pessoais, pela internet e em smartphones   |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | Em repositórios   |

Fonte: 3ª Equipe

## **6.7. 4ª EQUIPE: OA “DESVIO CONDICIONAL”**

No que concerne a 4ª equipe, constituída por apenas um professor de computação, utilizou a MOAUML para modelar um OA do tipo simulação, visando a aprendizagem de desvio condicional simples e composto. O OA privilegiou as atividades de interação, animação assim como atividades que exijam do aluno a aplicação do desvio condicional simples, de modo a favorecer a aprendizagem significativa. Esta equipe realizou todas as atividades da 1ª fase e produziu os artefatos concernentes, tendo avançado para a 2ª fase da MOAUML onde produziu os diagramas de classe e de seqüências. No entanto, o relatório de análise de requisitos não foi devidamente preenchido. A última fase que a equipe trabalhou, foi a 3ª referente ao projeto, nesta fase foi apenas produzido o diagrama de atividades tendo faltado, o diagrama de componentes e o esboço do OA. Os artefatos produzidos constam do anexo 4.

### **CONTEXTUALIZAÇÃO**

---

Ator principal: Professor de Ferramentas Informáticas no Ensino de Matemática

Atores Secundários: Professor de Estrutura de Dados e Algoritmos, alunos do 2º ano de graduação de Matemática e de Informática

Atividade Principal: Analisar o contexto de aplicação do OA.

### **ANÁLISE DE REQUISITOS**

---

Ator principal: professor de Ferramentas Informáticas no Ensino de Matemática

Atores Secundários: Professor de Estrutura de Dados e Algoritmos

Pré-requisitos: Relatório de Contexto

Pós-requisitos: Especificação de requisitos, esboço do OA e diagrama de caso de uso.

Atividade Principal: Refinamento de requisitos e elaboração de esboço.

**Quadro 21: Relatório de contextualização “Desvio Condicional”**

|   |   |
|---|---|
| <b>Identificação da Equipe Solicitante:</b>   |   |
| <b>Unidade Orgânica</b>   |   |
| <b>Data:</b>  |   |
| <b>CARACTERIZAÇÃO DO OA</b>   |   |
| Tipo de objeto de aprendizagem  | Simulação   |
| Problema verificado   | Dificuldade de resolver problemas que envolvem desvio condicional simples e composto  |
| Público alvo  | Alunos do 2º ano do curso de Informática  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo   | O aluno tem conhecimentos de lógica de programação teoricamente   |
| Necessidades de aprendizagem  | O conceito de desvio condicional é largamente utilizado em várias disciplinas das áreas de Informática e de Matemática, no desenvolvimento da lógica de programas. Portanto é necessário que os alunos aprofundem os seus conhecimentos sobre desvios condicionais simples e compostos. |
| Área de conhecimento  | Algoritmos  |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA                                  | Lógica de Programação e Matemática  |
| Identificação do tópico   | Estruturas de Controle  |
| Escopo do objeto de aprendizagem  | O OA abarca exercícios para a assimilação do desvio condicional simples e composto  |
| Habilidades a adquirir  | Identificar que situações se deve utilizar o desvio condicional simples ou composto.  |
| Objetivo de aprendizagem  | Compreender e aplicar os conceitos de desvio condicional simples e composto em problemas reais  |
| Atividades que o OA deverá conter (uma atividade em torno de um objetivo de aprendizagem) | Solicitação para introduzir duas notas de uma determinada disciplina<br>O OA deverá mostrar a média dessas notas<br>Deverá mostrar na tela a média e a situação do aluno (excluído, admitido ou dispensado).  |
| Estratégias de aprendizagem   | A aprendizagem significativa é a estratégia de aprendizagem a utilizar pois pretende-se que o aluno construa o seu próprio conhecimento e estabelecer uma relação com os conteúdos já aprendidos  |
| Organizadores prévios   |   |
| Conceitos gerais mais inclusivos (organização do conteúdo top-down)                       | Estruturas de Controle  |
| Conceitos específicos relacionáveis com os gerais   | Desvio condicional simples  |
| Conteúdo de consolidação  |   |
| Fluência tecnológica do usuário   | Conhecimentos básicos de Informática  |
| Modalidade  | Ensino presencial   |

Fonte: 4ª Equipe

**Quadro 22: Relatório de Análise de Requisitos “Desvio Condicional”**

| Tipos de Requisitos    |   | Descrição   |
|------------------------|---|---|
| Didático-pedagógicos   | Objetivo de aprendizagem  |   |
|                        | Estratégia de Aprendizagem para favorecer a aprendizagem do aluno |   |
|                        | Conceitos a abordar pelo OA                                       |   |
|                        | Interface com usuário   |   |
|                        | Atividades  |   |
| Funcionalidade         |   | <p>O OA deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir que o aluno faça entradas por forma a simular o conceito de condição simples ou composta</li> <li>• Visualizar um texto solicitando o aluno a introduzir dois números</li> <li>• Mostrar caixas de texto para o aluno introduzir os números</li> <li>• Calcular e mostrar a média das notas</li> </ul> <p>Visualizar a situação do aluno (excluído, admitido ou dispensado)</p> |
| Reusabilidade          | Interoperabilidade  |   |
|                        | Componentes   |   |
|                        | Recuperação   |   |
|                        | Outras disciplinas que se pode utilizar o OA                      |   |
|                        | Tópicos reutilizar  |   |
| Usabilidade            |   |   |
| Portabilidade          |   |   |
| Grau de acessibilidade |   | <p>O OA pode ser instalado em computadores pessoais e smartphones</p> <p>Não foi adaptado aos portadores de deficiência física</p>  |
| Disponibilidade        |   |   |

Fonte: 4ª Equipe

## 6.8. 5ª EQUIPE: OA “FUNÇÕES”

Coube a 5ª equipe, formada por 2 estudantes pesquisadores do grupo <sup>10</sup>GPSIM da Universidade Federal do Pampa do Rio Grande do Sul no Brasil a modelagem de um OA denominado Funções visando a aprendizagem de funções de 1º e 2º graus aos alunos do ensino presencial. Este grupo de pesquisa não tem conhecimentos sobre modelagem e nem de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Contudo, ao utilizar a MOAURL foi possível fazer a contextualização, elaborar o respectivo relatório, elaborar o relatório de análise de requisitos e o desenho de diagramas de casos de uso. Portanto, realizou as atividades da 1ª fase e não finalizou as atividades da 2ª fase, tendo ficado apenas no relatório de análise de requisitos. Os artefatos produzidos encontram-se no anexo 5.

### CONTEXTUALIZAÇÃO

---

Ator principal: Analista de Sistemas

Atores Secundários: Professor de matemática, discentes

Pré-requisitos: Alunos com dificuldades quanto ao aprendizado em diversos componentes curriculares básicos.

Atividade Principal: Analisar o contexto de aplicação do OA.

---

### ANÁLISE DE REQUISITOS

---

Ator principal: Professor de Matemática

Atores Secundários: Discentes

Pré-requisitos: Relatório de Contexto

Pós-requisitos: Especificação de requisitos, esboço do OA e diagrama de caso de uso.

Atividade Principal: Refinamento de requisitos e elaboração de esboço.

---

---

<sup>10</sup> GPSIM é um grupo de Grupo de Pesquisa em Sistemas Inteligentes e Modelagem da Universidade Federal de Pampa

**Quadro 23: Relatório de Contextualização “Funções”**

|  |  |
|--|--|
| Identificação da Equipe Solicitante:                     | Grupo de pesquisa GPSIM  |
| Unidade Orgânica   |  |
| Data:  | 17/07/2017   |
| <b>CARACTERIZAÇÃO DO O.A.</b>                            |  |
| Tipo de objeto de aprendizagem                           | Software   |
| Problema detectado                                       | Dificuldades na construção de saberes sobre funções de 1º e 2º graus   |
| Público alvo   | Estudantes em geral  |
| Área de conhecimento                                     | Matemática Introdutória  |
| Objetivo de aprendizagem                                 | Calcular funções de 1º e 2º grau com detalhamento da resolução e representar a equação inserida graficamente.  |
| Experiência de aprendizagem do público alvo              | Matemática Básica de ensino fundamental; Bhaskara.   |
| Necessidades de aprendizagem                             | Compreensão e resolução dos cálculos envolvidos no processo de construção de gráficos com funções de 1º e 2º graus.  |
| Habilidades a adquirir                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interpretar a interface um problema e traduzi-lo para uma outra linguagem (verbal, gráfica, simbólica). Resolver problemas a partir de situações cotidianas com que exijam demonstrações gráficas.</li><li>• Demonstrar flexibilidade e perseverança assim como habilidades com Bhaskara .</li></ul> |
| Identificação da disciplina para o qual se pretende o OA | Matemática introdutória.   |
| Identificação do tópico                                  | Funções de 1º e 2º Grau.   |
| Escopo do objeto de aprendizagem                         | Este OA visa explorar a representação da resolução de funções e sua representação gráfica.   |
| Conceitos gerais mais inclusivos                         | Noção de números negativos;<br>Conceito de plano cartesiano;   |
| Conceitos específicos relacionados com os gerais         | Representação de números inteiros na reta numérica.  |
| Conteúdos de consolidação                                | Construção de gráficos a partir de uma função ou em ordem contrária, isto é, a real interpretação das resoluções e conteúdos sobre uma função de 1º e 2º Grau.   |
| Atividades que o OA deverá conter                        | Visualização de números;<br>Colocação de números na equação;<br>Constatação da representação gráfica.  |
| Estratégias de aprendizagem                              | A aprendizagem significativa é a estratégia de aprendizagem a utilizar pois pretende-se que o aluno construa o seu próprio conhecimento e estabelecer uma relação com os conteúdos matemáticos introdutórios.  |
| Modalidade de ensino                                     | Ensino a distância.  |

Fonte: 5ª Equipe

**Quadro 24: Análise de Requisitos “ OA Funções”**

| Tipos de Requisitos           |   | Descrição   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Didático-pedagógicos</b>   | Objetivo de aprendizagem                            | Calcular funções de 1º e 2º grau com detalhamento da resolução e representar a equação inserida graficamente.   |
|                               | Estratégia de Aprendizagem                          | Aprendizagem Significativa  |
|                               | Conceitos a abordar pelo OA                         | Funções de 1º e 2º graus<br>Representação gráfica de funções  |
|                               | Interface com usuário                               | Fácil usabilidade   |
|                               | Atividades  | Visualização de números;<br>Colocação de números na equação;<br>Constatação da representação gráfica  |
| <b>Funcionalidade</b>         |   | OA deve visualizar de forma aleatório funções do 1º e 2º Grau.;<br>O OA deve permitir que o aluno: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possa inserir os números na posição que bem desejar. Deve permitir que o número seja largado em qualquer lugar seguindo com sua procedência;</li> <li>• Visualizar o texto sobre conceito de equações de 1º e 2º Grau.</li> <li>• Visualizar o texto sobre o conceito de plano cartesiano. Consulte os créditos do OA;</li> </ul> |
| <b>Reusabilidade</b>          | <b>Interoperabilidade</b>                           | Deverá funcionar em Windows, Linux, Internet Explorer, Google Chrome, AVA, Android e IOS  |
|                               | <b>Componentes</b>                                  | Deverá ter 2 componentes  |
|                               | <b>Recuperação</b>                                  | Deve ser catalogado   |
|                               | <b>Outras disciplinas que se pode utilizar o OA</b> |   |
|                               | <b>Tópicos reutilizar</b>                           |   |
| <b>Usabilidade</b>            |   | Deverá ser de fácil utilização para leigos em Informática   |
| <b>Portabilidade</b>          |   | Pode ser instalado em smartphones e computadores pessoais e servidores  |
| <b>Grau de acessibilidade</b> |   | Pode ser utilizado em smartphones e PC e tablets<br>Não será adaptado aos portadores de deficiência física  |
| <b>Disponibilidade</b>        |   | Será armazenado no LabSIM   |

Fonte: GPSIM



## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS

Os resultados trazidos neste capítulo, dizem respeito às respostas aos questionários submetidos aos sujeitos de pesquisa, tendo sido conduzidos em duas fases, a primeira antes da modelagem e a segunda fase após a modelagem dos OA. Após os resultados do primeiro questionário, seguiu-se a modelagem dos OA pelas 5 equipes e pela pesquisadora, tendo havido implementação de dois, um do tipo Power Point e outro do tipo vídeo, embora a implementação estivesse fora do escopo desta pesquisa. A modelagem dos OAs tinha como objetivo a validação da metodologia MOAURL.

Esta etapa da pesquisa contou com os seguintes procedimentos: aplicação de um questionário prévio, ou seja, antes da elaboração do OA; a modelagem do OA, que em um caso chegou a ser implementado (embora a implementação não é objeto deste trabalho); aplicação de um questionário posterior às etapas anteriores.

Os resultados do questionário prévio ilustrados na figura 22 mostram que 5 das 11 pessoas inquiridas estão familiarizados com objetos de aprendizagem, conforme indicado pela barra vermelha no gráfico. No entanto, dentre os que têm noção de OA, apenas 2 reconhecem as vantagens de utilização de OA, nenhum sabe o que são repositórios de OA, apenas 1 concorda que os OA podem auxiliar na aprendizagem do aluno e por último 3 acreditam que OA podem desempenhar um papel importante no processo de ensino aprendizagem.

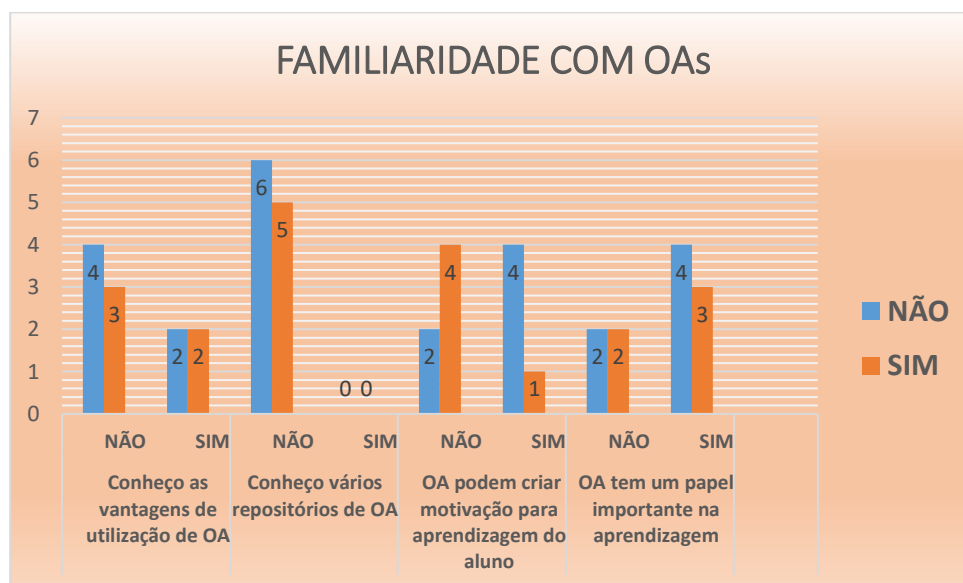


Figura 22: Familiaridade com OAs  
Fonte: Pesquisadora

A figura 23, indica que 4 de 11 pessoas que estão familiarizadas com as metodologias de desenvolvimento de OA, fato ilustrado pela barra vermelha do gráfico, 2 não utilizam nenhuma metodologia para desenvolver OA, 4 concordam que as várias características de OA devem ser levadas em conta no processo de desenvolvimento, 2 afirmam que a UML pode contribuir para os OA de qualidade, 2 enaltecem a necessidade de uma equipe multidisciplinar no processo de desenvolvimento e 2 concordam que as metodologias podem reduzir o problema de comunicação dentro da equipe.

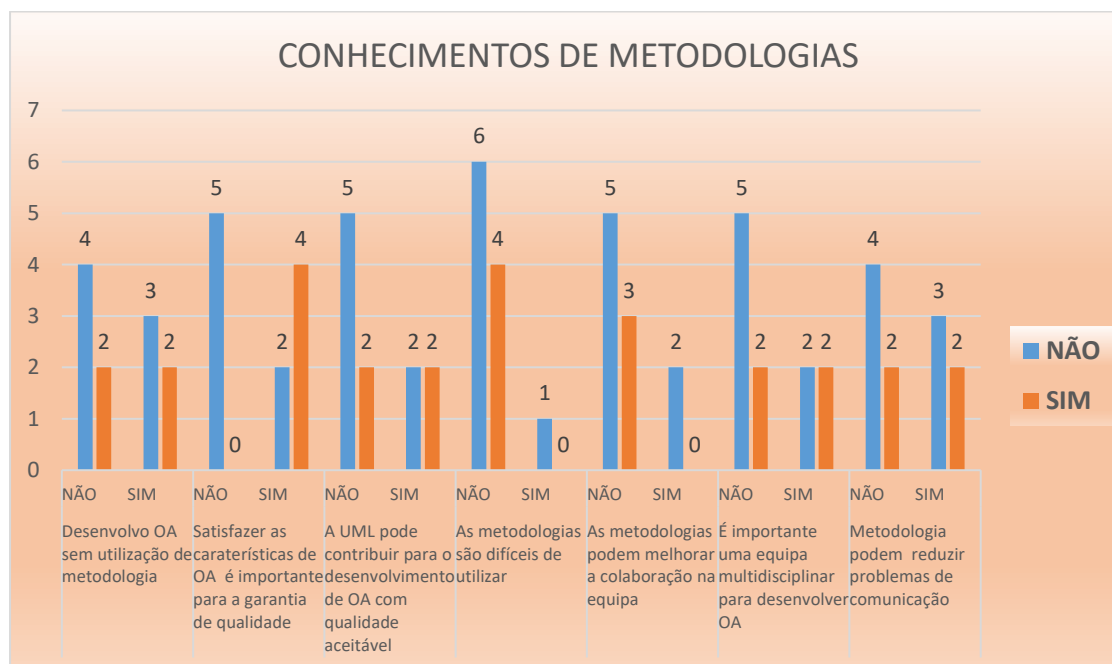


Figura 23: Conhecimentos de Metodologias  
Fonte: Pesquisadora

Do resultado das figuras 22 e 23 pode-se concluir que os questionados não estão familiarizados com OAs, tampouco sobre as metodologias para o seu desenvolvimento. Esse dado pode ser um indicativo de falta de interesse, pouca pesquisa sobre as ferramentas que possam auxiliar no processo de ensino aprendizagem e por último fornece clara indicação que os sujeitos objetos desta pesquisa dão maior primazia aos métodos tradicionais de ensino-aprendizagem. Paralelamente aos questionários, foi proferida uma palestra a professores e alunos e receberam material de apoio relativo à OAs e, no final formaram equipes para a utilização da MOA UML na modelagem de OAs, tendo resultado na composição de 5 equipes multidisciplinares, sendo 4 moçambicanas, todas da Universidade Pedagógica e 1 brasileira da Universidade Federal do Pampa.

O processo de modelagem do OA e a gravação do vídeo para a aprendizagem de UML foi desenvolvido pela 1ª equipe. Esta equipe reunia-se duas vezes por semana, nas

2<sup>as</sup> e 4<sup>as</sup> feiras das 12.40 às 14.30 num período que correspondeu a três meses de trabalho, de fevereiro à maio de 2017 no laboratório de desenvolvimento de sistemas da ESTEC-UPM. Este grupo, está na fase de aprendizagem das linguagens de modelagem de sistemas e mais particularmente com a modelagem em UML, embora a coordenadora da equipe seja professora de Análise de Sistemas. O resultado que a equipe apresentou, consistiu na contextualização de um problema fictício de uma clínica médica, diagramas de casos de uso com a devida documentação. No entanto, não apresentou o relatório de contextualização. No levantamento e análise de requisitos, que faz parte da 2<sup>a</sup> etapa da metodologia MOAUMML apresentaram os requisitos funcionais do objeto de aprendizagem, diagrama de classes e faltou o relatório de análise de requisitos como consta da metodologia. Por conseguinte, gravaram um vídeo utilizando o *Windows Movie Maker* para apresentar os conceitos de ator, casos de uso e diagramas de classe, assim como a utilização da ferramenta Astah para a produção de diagramas de UML.

A 2<sup>a</sup> equipe trabalhou com a modelagem do OA para a aprendizagem de adição de números inteiros. Esta equipe foi constituída por um professor de computação, um de matemática e um aluno de matemática. A equipe elaborou os relatórios de contexto e de análise de requisitos, que são os pós-requisitos da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fases da metodologia de modelagem. Esta equipe não trabalhou muito com a UML

A 3<sup>a</sup> equipe constituída por um professor de Biologia, um professor de sistemas de redes e um coordenador do curso de Biologia, modelou um objeto de aprendizagem do tipo animação para a aprendizagem de MOC. A modelagem do MOC consistiu no desenho de diagramas de casos de uso, de classes, de atividades, de sequências e de componentes, e produziu os pós-requisitos, os relatórios de contexto e de análise de requisitos, além de apresentar um esboço do MOC. Esta equipe preencheu a maior parte dos requisitos da metodologia MOAUMML. Não obstante, a equipe não possui conhecimentos prévios de modelagem de objetos de aprendizagem e muito menos a utilização da UML, pois o professor de computação que faz parte da equipe, está mais voltado para a área de redes.

Por seu turno, a 4<sup>a</sup> equipe, constituída por apenas um professor de computação, utilizou a MOAUMML para modelar um OA do tipo simulação, visando a aprendizagem de desvio condicional simples e composto. O OA privilegiou as atividades de interação, animação assim como atividades que exijam do aluno a aplicação do desvio condicional

simples, de modo a favorecer a aprendizagem significativa, corroborando deste modo com os estudos realizados por (TAVARES, 2008), (CUNHA e TAROUCO, 2006).

Esta equipe realizou todas as atividades da 1ª fase e produziu os artefatos concernentes, avançou para a 2ª fase da MOAUML onde produziu os diagramas de classe e de sequências, tendo finalizado com o diagrama de atividades que é um dos artefatos da 3ª fase da metodologia.

A última equipe, 5ª foi formada por 2 estudantes pesquisadores do grupo GPSIM da Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul no Brasil. Esta equipe modelou um OA denominado Funções visando a aprendizagem de funções de 1º e 2º graus aos alunos do ensino presencial. Este grupo de pesquisa não tem conhecimentos sobre modelagem e nem de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Contudo, ao utilizar a MOAUML foi possível fazer a contextualização, elaborar o respectivo relatório, elaborar o relatório de análise de requisitos e o desenho de diagramas de casos de uso. Portanto, realizou as atividades da 1ª fase e não finalizou as atividades da 2ª fase, tendo ficado apenas no relatório de análise de requisitos.

No que tange ao objeto de aprendizagem denominado N´SAMAT também é um OA legado que foi desenvolvido em *Python* por uma equipe de 2 pessoas, sendo um professor de Matemática e outro programador, visando a aprendizagem de adição e subtração de números inteiros até 10. Este OA foi modelado pela pesquisadora com recurso a MOAUML visando o seu melhoramento no que diz respeito à documentação para facilitar a manutenção, reusabilidade e a melhoria na apresentação de evidências da aprendizagem significativa.

Das modelagens de novos objetos de aprendizagem, constatou-se que a utilização da metodologia por cada equipe difere um pouco de acordo com a experiência de cada uma, pois algumas equipes já estão familiarizadas com as linguagens de modelagens UML e outras não. Por outro lado, alguns estão familiarizados com o desenvolvimento de objetos de aprendizagem e outros não. Uma das diferenças observadas na aplicação da MOAUML pelas equipes, foi da metodologia de trabalho adotada pois, a 1ª equipe que modelou “Desmistificando a UML” obedecia um cronograma de atividades, o que não foi observado nas outras equipes. A outra diferença é que a 1ª equipe foi além da modelagem, desenvolveu um vídeo, embora não tenha conseguido incorporar o som e as outras equipes limitaram-se à modelagem. A 2ª e 3ª equipes desenvolveram o esboço, um

dos artefatos por produzir na 2ª fase e as outras equipes não. Por fim a 5ª equipe apenas apresentou o diagrama de casos de uso e sua respectiva documentação.

O quadro 25 sumariza os diagramas desenvolvidos por cada equipe em cada fase de modelagem. Os diagramas mais utilizados foram os de classe e de casos de uso na fase de contextualização e de análise de requisitos pela maioria das equipes, mostrando o consenso quanto à sua utilidade e corroborando com a conclusão em que chegou a pesquisa de Canto Filho et al. (2011) e Dominguez, Sáinz, Gutierrez (2006).

Por conseguinte, na fase de projeto, 3 equipes utilizaram os diagramas de atividades, os diagramas de seqüências e de componentes, mais uma vez mostrou que estes diagramas são importantes na modelagem de OA. No entanto, há um diferencial nessas equipes que possa ter contribuído para a utilização de demais diagramas, o tipo de objeto de aprendizagem modelado, pois, estas equipes modelaram OA do tipo simulação, animação e jogo, o que chamou à atenção sobre a relação existente entre o tipo de objeto de aprendizagem e o tipo de diagramas a utilizar.

**Quadro 25: Comparação das Modelagens realizadas pelas Equipes**

| OA modelado / Tipo                 | Fases da MOAULM           |   |   |    |                        |                        |    |
|------------------------------------|---------------------------|---|---|----|------------------------|------------------------|----|
|                                    | 1ª                        | 2ª  | 3ª  | 4ª | 5ª                     | 6ª                     | 7ª |
|                                    | PÓS CONDIÇÕES             |   |   |    |                        |                        |    |
| Tutorial Teoria de OA/ Power Point | Diagramas de caso de uso  | Diagrama de classes                           |   |    |                        |                        |    |
| Números Inteiros Jogo/             | Diagramas de casos de uso | Diagrama de classes e de casos de uso         | Diagramas de atividades, seqüências e componentes |    | Diagrama de atividades | Diagrama de atividades |    |
| Desmistificando UML/ Vídeo         | Diagramas de caso de uso  | Diagrama de classes e de casos de uso         |   |    |                        |                        |    |
| Desvio Condicional/ Simulação      | Diagramas de caso de uso  | Diagrama de classes e de casos de uso         | Diagramas de atividades, seqüências e componentes |    | Diagrama de atividades | Diagrama de atividades |    |
| Jogo de Sinais/ Jogo               | Diagramas de caso de uso  |   |   |    |                        |                        |    |
| MOC/ Animação                      | Diagramas de caso de uso  | Diagrama de classes<br>Diagrama de seqüências | Diagramas de atividades, seqüências e componentes |    | Diagrama de atividades |                        |    |
| N´SAMATE                           | Diagramas de casos de uso | Diagramas de classes, seqüências              | Diagrama de atividades                            |    |                        |                        |    |
| FUNÇÕES                            | Diagramas de casos de uso |   |   |    |                        |                        |    |

Fonte: Pesquisadora

Do quadro 25, constatou-se que o número e tipo de diagramas utilizados difere de equipe para equipe e observou-se que nem todos os diagramas da UML sugeridos na MOA UML e muito menos os 14 diagramas da UML foram utilizados. A 2ª equipe corrobora com Canto Filho et al. (2011) pois, nas suas pesquisas usou e enalteceu a utilização dos diagramas de casos de uso e de classes na fase de projeto e recomenda a exploração de diagramas de sequências e de máquinas de estado para uma possível modelagem de estados mentais do aluno.

No entanto, verificou-se que além dos diagramas citados anteriormente e sugeridos por Canto Filho et al. (2011), o diagrama de sequências é um diagrama útil para modelar a sequência de eventos, as mensagens que são trocadas entre os objetos, os métodos que são chamados e como os objetos interagem dentro de um determinado processo afirma Guedes (2011). No caso dos objetos de aprendizagem, o diagrama de sequências pode-se utilizar para modelar a ordem de ocorrência de eventos e a forma de interação entre si em processos que envolvem animação, em jogos, ou então a realização de alguma atividade pelo aluno. O diagrama de máquina de estado pela sua utilidade, pode ser experimentado para a modelagem de estados mentais e não só, mas também pode ser igualmente útil para a modelagem de estados afetivos do usuário, o que não foi explorado nesta pesquisa. Contudo, esses diagramas não são aplicáveis a todos os tipos de OA.

Baseado nas figuras 22 e 23 e na revisão da literatura constatou-se que das pesquisas que usaram a abordagem de engenharia de software, foi possível sistematizar os diagramas considerados importantes para cada tipo de objeto de aprendizagem. Para o caso de objetos de aprendizagem do tipo texto, plano de aula, Power point, Imagens, os diagramas de casos de uso são suficientes para a comunicar o projeto aos clientes. No caso de objetos de aprendizagem do tipo simulação, animação, software, jogo, verificou-se que há necessidade de utilizar os diagramas de casos de uso, de classe, de sequências, de atividades e de componentes por forma a mostrar as várias visões do objeto de aprendizagem antes da sua construção. E por último, os objetos de aprendizagem do tipo vídeo, recomenda-se a utilização dos diagramas de casos de uso e de classes.

A figura 24, referente ao gráfico de referência cruzada, atinente à utilização da MOA UML e a experiência que os intervenientes tiveram durante a modelagem dos OA, mostra que 4 dos 10 inquiridos consideram ter sido fácil a utilização da MOA UML e admitem que poderiam utilizar a mesma para objetos de aprendizagem de outras

disciplinas. É um bom indicativo, pois mostra que a metodologia teve aceitação por parte dos participantes.

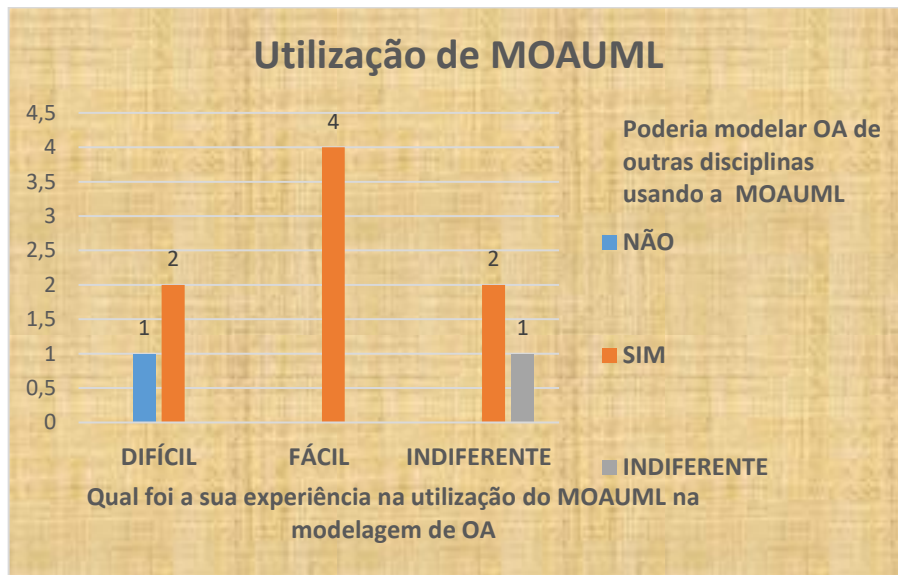


Figura 24: Utilização de MOAUML  
Fonte: Pesquisadora

A figura 25 indica que das 9 pessoas que acham muito importante a modelagem de objetos de aprendizagem, apenas 1 já desenvolveu objetos de aprendizagem, o que ressalta o fato de professores não desenvolverem recursos educacionais para apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

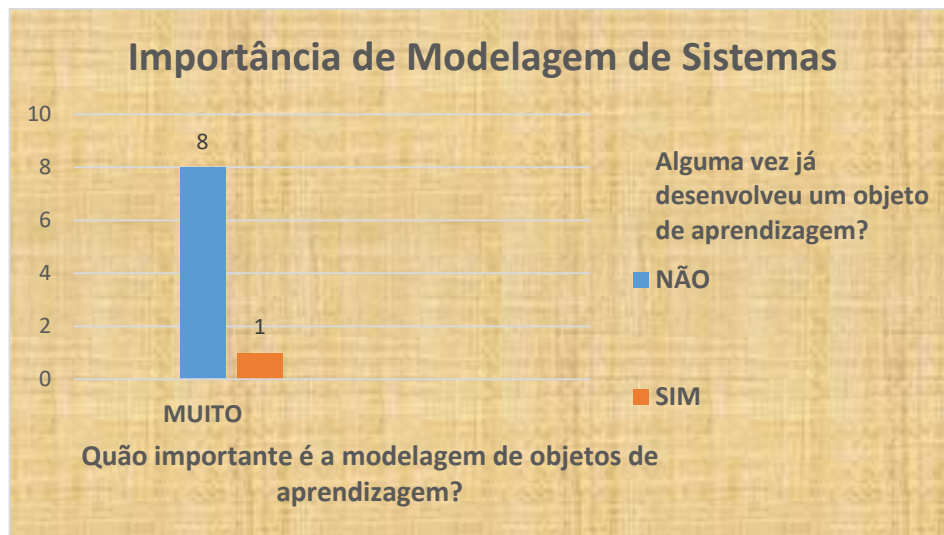


Figura 25: Importância de Modelagem  
Fonte: Pesquisadora

A figura 26 de referência cruzada entre o conhecimento de alguma linguagem de modelagem e a opinião sobre a UML como linguagem de modelagem, mostra como as respostas foram interessantes; em consequência, das 4 no total de 10 pessoas que

conhecem alguma linguagem de modelagem de sistemas, 1 pessoa acha que foi fácil utilizar a linguagem de modelagem UML, enquanto os outros 3 acham que foi indiferente. No entanto, os que não conhecem alguma linguagem de modelagem 3 acharam fácil a utilização da UML e 3 consideraram indiferente. A leitura que se pode fazer destes resultados é que a utilização de UML como linguagem de modelagem tem aceitação no seio dos que fizeram parte das equipes de modelagem de vários objetos de aprendizagem.

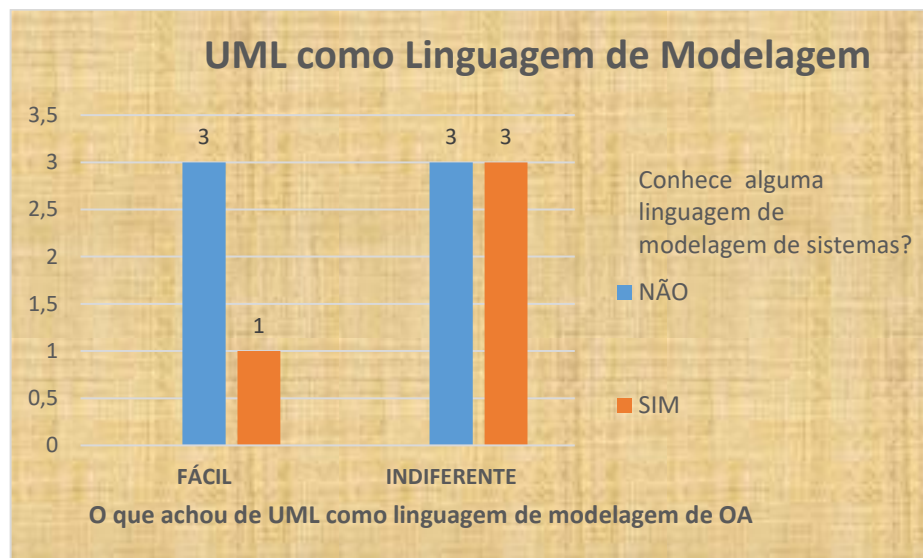


Figura 26: UML como linguagem de Modelagem  
Fonte: Pesquisadora



## 8. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A MOAUML foi validada para objetos de aprendizagem do tipo Power point, vídeo, animação, jogo e simulação. No entanto, a avaliação da metodologia cujo objetivo é de verificar a sua aplicabilidade na modelagem de objetos de aprendizagem pelos professores, não foi realizada pois, para esse efeito, as fases de implementação, de testes, de disponibilização e consequente avaliação deveriam ter lugar e a consequente utilização pelo grupo de controle. Por conseguinte, isso não aconteceu, pois está fora do escopo deste trabalho, remetendo o desafio na proposta de trabalhos futuros que as pesquisadoras propõem nesta pesquisa.

A MOAUML é uma metodologia voltada à modelagem de objetos de aprendizagem em UML que favorece a aprendizagem significativa considerando as características pedagógicas, técnicas e de interação homem máquina. Embora se reconheça a pertinência das características de interação homem-máquina, não coube neste trabalho a discussão dessas características podendo, no entanto, fazer parte de trabalhos futuros das pesquisadoras. Esta metodologia mostrou-se útil para a modelagem de objetos de aprendizagem da área de ciências, que foi a área utilizada pelos grupos de validação. A utilização da MOAUML garante a documentação detalhada dos objetos de aprendizagem contribuindo para a fácil manutenção dos mesmos, e, estabelece o modo de definir a granularidade adequada objetivando o alcance de maior reusabilidade. Por conseguinte, o modelo de contextualização da metodologia MOAUML orienta o analista de sistemas a definir uma única atividade em torno de um objetivo de aprendizagem. Esta orientação contribui para que a granularidade seja adequada e consequentemente possibilitar maior reusabilidade. Afora isso, a orientação para a utilização do padrão OBAA para o desenvolvimento de OA e a disponibilização no repositório COGNIX, contribui também para facilitar o armazenamento e a recuperação dos objetos de aprendizagem, o que possibilita maior reusabilidade.

Os modelos fornecidos para o levantamento e análise de requisitos e avaliação pedagógica contribuem para o desenvolvimento de OA que satisfaçam as características pedagógicas e técnicas que favoreçam a aprendizagem significativa, sem deixar de parte o mecanismo de catalogação oferecida pelo repositório COGNIX, uma vez que para além de ser repositório, a catalogação de objetos de aprendizagem é feita de forma semiautomática.

A análise dos objetos de aprendizagem modelados revela que a metodologia pode sim ser aplicável para objetos de aprendizagem de várias disciplinas, uma vez que a modelagem não aborda o modo de implementação do objeto de aprendizagem.

A MOAUML vem subsidiar as pesquisas realizadas por Braga (2015) que propõem uma metodologia que considera, tanto as características técnicas quanto as pedagógicas na produção de objetos de aprendizagem; no entanto, a presente preocupou-se com os aspetos de interação homem-máquina, a especificação de granularidade adequada para um objeto de aprendizagem fazendo uso dos resultados apresentados por Allen e Mugisa (2010); Além de mais, a integração na fase de contextualização, dos pressupostos de uma aprendizagem significativa e a facilidade de catalogação utilizando o COGNIX, pois a proposta de Braga recomenda a utilização de BIOE para a catalogação, armazenamento e disponibilização. A catalogação de OAs no BIOE é feita de modo manual contrariamente ao repositório COGNIX, que realiza a inferência de alguns metadados e com isso, facilitar o processo de catalogação.

As pesquisas de Canto Filho et al. (2011) e Dominguez, Sáinz, Gutierrez (2006), também são aprofundadas através da inserção, trazida pela MOAUML, nas fases de contextualização e análise de requisitos, dos diagramas de classes, de atividades, de sequências e de componentes para permitir ao cliente várias visões do OA e a integração de elementos conducentes à aprendizagem significativa.

Por conseguinte, a MOAUML contribui para as pesquisas de Queiros et al. (2016) uma vez que inclui na fase de levantamento e análise de requisitos, a recolha e análise de requisitos funcionais pedagógicos bem como a fase de avaliação pedagógica, o que não foi abordado no trabalho daquele pesquisador.

No entanto, verificou-se que para a modelagem de objetos de aprendizagem utilizando a MOAUML, é necessário que as equipes tenham pelo menos um profissional com conhecimentos de modelagem em UML pois mostrou-se não ser fácil para todas as equipes a utilização desta metodologia, não obstante ter havido uma capacitação prévia através de um vídeo nesse sentido.

Para pesquisas futuras, propõe-se a integração das características de interação homem máquina na metodologia MOAUML, através do aprofundamento do estudo de design da tecnologia informática e das ciências cognitivas. Pois, discutir aspetos de interação homem-máquina não é trivial, requiere a intervenção de profissionais da área de design de interfaces, da área de psicologia e de engenharia de computação.

Além da incorporação para a modelagem dos aspectos referentes à interação homem-máquina, os pesquisadores irão desenvolver um framework baseado na web para a modelagem de OAs pelos professores. Os formulários da MOAUML propostos nesta pesquisa serão transformados em formulários baseados na web e conectados a um sistema inteligente. O sistema por sua vez de acordo com o tipo de objeto de aprendizagem pretendido pelo professor, irá gerar automaticamente os diagramas concernentes de UML, permitindo que qualquer professor independentemente dos conhecimentos que possui na área de computação possa modelar objetos de aprendizagem. Partindo dessa abordagem pode-se avaliar a proposta através de um grupo de controle visando a validação do framework. A criação de perfis para adaptar a UML para permitir a modelagem de requisitos funcionais pedagógicos também é um tema interessante a tratar em futuras pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, C. A., MUGISA, E. K. Improving Learning Object Reuse through OOD. A Theory of Learning Objects. In Journal of Learning Object Technology. vol. 9, nº 6, p. 51-75, 2010.
- AUSUBEL, D. P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York, Grune and Stratton. 1963.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. Traduzido por Lígia Teopisto.
- BEZERRA, E. Princípios de análise e projeto de sistemas com UML. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. UML: Guia do Usuário: Tradução Fábio Freitas da Silva e Cristina de Amorim Machado. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. UML: Guia do Usuário: Tradução Fábio Freitas da Silva e Cristina de Amorim Machado. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- BRAGA, J. C. Objetos de Aprendizagem Volume II – Metodologia de Desenvolvimento São Paulo Editora UFABC, 2015.
- BRAGA, J. C.; PIMENTEL, E.; DOTTA, S. XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE 2013.
- BRAGA, J. C.; PIMENTEL, E.; DOTTA, S.; STRANSKY, B. Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade. In Anais de Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação (desafie) p. 90-99, 2012.
- BRITO, G. S, PURIFICAÇÃO, I. Educação e Novas Tecnologias: Um Repensar, Editora IBPEX. <https://books.google.com.br/> disponível em 06/09/16 2ª ed. revista atualizada e ampliada Curitiba, 2008.
- CANTO FILHO, A. B. do; RIBAS SEMELER, A.; ZEDNIK RODRIGUES, H.; TAROUCO, L. M. R. UML para Modelagem de Objetos de Aprendizado. Disponível em 06/02/16, <http://hdl.handle.net/10915/18721>

CASTRO PESSOA, M. de; BENITTI, F. B. V. Proposta de um Processo para Produção de Objetos de Aprendizagem. *HÍFEN* 32.62, 2008. Disponível em [revistaseletronicas.pucrs.br](http://revistaseletronicas.pucrs.br), acesso 15/09/2015.

COSTA, I. A.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I.; de Souza, D. Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE, 2014.

CUNHA, H. da; RIBEIRO, S. Introdução aos Sistemas Especialistas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. Editora S. A., 1987.

CUNHA, S.L.S.; TAROUCO, L.M.R. Aplicação de Teorias Cognitivas ao Projeto de Objetos de Aprendizagem. *Novas Tecnologias na Educação*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 4, n. 2, dezembro 2006.

DIAS, C. C. L.; KEMCZINSKI, A.; LUCENA, S. V. S; FERLIN, J.; HOUNSELL, S. Padrões Abertos: Aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem (OA). In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2009.

DOMINGUÉZ, A. T.; SÁINZ, D. C.; GUTIERREZ, J. E. Diseño de Objetos de Aprendizaje Utilizando lá Herramienta de Modelado UML. In *Avances en lá Ciencia de lá Computación* 2006, p. 358-363. Disponível em [www.semanticscholar.org](http://www.semanticscholar.org). Acesso em 10/07/2017.

DUARTE, F., REA: Entenda o que são Recursos Educacionais Abertos, 2015. Disponível em <http://www.rea.net.br>, acesso em 20/09/2017.

FERLIN, J. Repositório de Objetos de Aprendizagem para a Área de Informática. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade do Estado de Santa Catarina, 2009.

GALAFASSI, F. P; GLUZ, J. C; GALAFASSI, C. Análise Crítica das Pesquisas Recentes sobre as Tecnologias de Objetos de Aprendizagem e Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.21, n.3, p.100, 2014.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUEDES, G.T. A.; UML 2: Uma Abordagem Prática, 2ª ed. São Paulo. Editora Novatec, 2011.

HALPIN, T. Encyclopaedia of Information Science and Technology, Mehdi Khosrow-Pour Editor 2<sup>nd</sup> ed., 2009.

HERNÁNDEZ, Y., A. SILVA SPROCK, A. Una Metodologia Tecnopedagógica para lá Construcción Ágil de Objetos de Aprendizaje Web. Revista Opción. Universidad del Zulia, Vol.29, N°70. pp. 66-85. ISSN: 1012-1587, 2013.

HERNÁNDEZ, Y; SILVA SPROCK, A. Diseño y construcción de objetos de aprendizaje web desde lá perspectiva tecnopedagógica para lá enseñanza y aprendizaje en las comunidades virtuales in book: Ciencias, tecnologías y culturas: Educación y Nuevas Tecnologías, Publisher: Silvia Fridman y Rubén Edel-Navarro, pp.154-159, 2013. Acesso em 12/ 08/2016.

HUDAK, A. C. Linking Instructional Theories and Instructional Design to Learning Objects: A Proposed Conceptual Framework. In Koochang, A & Harman, K. Information Science Press. pp 1-38 Santa Rosa California, 2007.

KRUCHTEN, P. Introdução ao RUP: Rational Unified Process Addison-Wesley object technology series. Ciência Moderna, 2003.

LOM (2000). LOM Working draft v. 4.1. Disponível em <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>, acesso em 10/05/2015.

LTSC. (2000a). Learning technology standards committee website. Disponível em <http://ltsc.ieee.org/> acesso em 10/05/2015.

MONTEIRO, B. de S.; Henry Pôncio Cruz, H. P.; Andrade, M., Gouveia, T. Romero Tavares, R.; Anjos, L. F. C. dos. Metodologia de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem com Foco na Aprendizagem Significativa." (2006). In Workshop em Informática na Educação (SBIE). XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - UNB/UCB – 2006

MOREIRA, M. A.; MASINI, E.A.F.S. Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M. A.; SOUSA, C.M.S.G. Organizadores Prévios como Recurso Didático. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS. Monografias do Grupo de Ensino, Série Enfoques Didáticos, n° 5, 1996.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 2ª ed. Editora EPU, 2011.

\_\_\_\_\_ Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Centauro, São Paulo, 2010.

\_\_\_\_\_ Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa in series Textos de apoio ao professor de Física, Vol. 24, no 6, São Paulo Brasil, 2013.

MORENO, R., MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/v5414u250220511r/fulltext.html>. Acesso em 20/04/2017.

NESBIT, J. C.; BELFER, K. LEACOCK, T. Learning object review instrument (LORI). 2003. Disponível em: <http://www.transplantedgoose.net/gradstudies/educ892/LORI1.5.pdf>. Acesso em 20/05/2017.

OLIVEIRA, E. H. T. de. Um Software e Apoio Educacional Hiperídia para Recomendação de Tópicos de Estudo Relevantes: Estudo de Caso, 2011.

OSTERMANN, F.; de HOLANDA CALVACANTE, C. J. de; CUNHA, S.L.S. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre: UFRGS. Instituto de Física, Universidade Abeta do Brasil, 2011.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª edição. Universidade FEEVALE, 2013.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software: Uma abordagem profissional Tradução Ariovaldo Griesi 7ª Ed. Dados Electrónicos-Porto Alegre, 2011.

QUEIROS, L. M.; SILVEIRA, D. S. da; CORREIA-NETO J. da S.; VILAR, G. in Journal of the Brazilian Computer Society, 2016.

- RAMOS, R.A. Treinamento prático de UML. São Paulo: Digerati Books, 2006.
- REISER, R. A., e DEMPSEY, J. V. Trends and issues in instructional design and technology, 2012 3<sup>rd</sup> Edition. Pearson Education. Disponível em <https://www.pearson.com/us/higher-education/program>. Acesso em 01/10/2016.
- ROBINSON, S. Conceptual Modelling: Who Needs It. SCS M&S Magazine, p. 1-7, 2010.
- RUMBAUGH, J., JACOBSON, I.; BOOCH, G. The Unified Modelling Language Reference Manual. The Addison-Wesley Object Technology series, 2005.
- Secretaria de Estado de Educação <http://rived.mec.gov.br/projeto.php>, acesso em 20/10/2015.
- SILVA SPROCK, A; PONCE GALLEGOS, J. C. P.; VIILALPANDO CALDERÓN, M. D.; Modelo para lá Creación y Uso de Objetos de Aprendizaje, Basado en lá Valoración de Técnicas Instruccionales, vol. 3, número 1, 2012. Disponível em <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/view/7>, acesso em 08/04/2016.
- SILVA, B. A. da "Diferentes dimensões do ensino e aprendizagem do Cálculo." Educação Matemática Pesquisa. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 2011: 393-413. Disponível em [www.revistas.pucsp.br](http://www.revistas.pucsp.br). Acesso em 20/08/2015.
- SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. Tradução Bosnic e Kalinka G. de Oliveira Gonçalves. 9ª edição, São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2011.
- TAROUCO, L. M. R. Objetos de Aprendizagem: Teoria e Prática. CINTED/UFRGS, Porto Alegre 2014.
- TAROUCO, L. M. R; FABRE, M. C. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R.: Reusabilidade de Objetos Educacionais. In: Revista Novas Tecnologias na Educação. Vol.1, no 1, UFRGS-Porto Alegre, 2003.



TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. *Ciência & Cognição*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v.13, p. 99-108, jul. 2008.

VICARI, R. M.; BEZ, M.; SILVA, J. M. C; RIBEIRO, A.; GLUZ, J. C.; PASSERINO, L.; SANTOS, E.; PRIMO, T.; ROSSI, L.; BORDIGNAN, A.; BEHAR, P.; FERREIRA FILHO, R. C. M.; ROESLER, V. Proposta de Padrão para Metadados de Objetos de Aprendizagem Multiplataforma, in Relatório Técnico RT-OBAA-01, 2009.

VICARI, R. M.; BEZ, M.; SILVA, J. M. C; RIBEIRO, A.; GLUZ, J. C.; PASSERINO, L.; SANTOS, E.; PRIMO, T.; ROSSI, L.; BORDIGNAN, A.; BEHAR, P.; P.; FERREIRA FILHO, R. C. M.; ROESLER, V. Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA). *CINTED-UFRGS*, V. 8 N° 2, 2010.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, 2000. In D. A. Wiley (Ed.), *the Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso 22/04/2014.

ZANNELA, L. Metodologia de Pesquisa. Departamento de Ciências de Administração. UFSC. Florianópolis, 2011.

## APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA AOS PROFESSORES

Este questionário enquadra-se no âmbito de uma tese de doutorado em Informática Educacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, visando colher sensibilidades quanto ao ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral nos anos iniciais dos cursos de Engenharia Civil e Electrónica na Escola Superior Técnica - Universidade Pedagógica. Refira-se que os resultados advindos deste questionário, são meramente para fins académicos.

Selecione a opção que se aplica no seu caso, colocando um círculo à volta da alínea correspondente.

1. Formação académica
  - a. Licenciado Área:  
\_\_\_\_\_
  - b. Mestrado
  - c. Doutor
2. Idade \_\_\_\_\_ anos
3. A que departamento pertence?
  - a. Matemática
  - b. Informática
  - c. Engenharias
4. Tempo de docência na Universidade: \_\_\_\_\_ anos.
5. Que disciplinas leciona?
  - a. Cálculo Integral e Diferencial
  - b. Outras disciplinas da área de matemática
6. Média em horas lecionadas por semana: \_\_\_\_\_ horas.
7. Em que regime leciona? Pode marcar mais do que uma opção.
  - a. Laboral
  - b. Pós-laboral
8. Qual é número médio de alunos na sua turma do laboral? Marque apenas uma resposta.
  - a. Menos de 30
  - b. Entre 30-50
  - c. Mais de 50
9. Qual é número médio de alunos na sua turma do pós-laboral? Marque apenas uma opção.
  - a. Menos de 30
  - b. Entre 30-50
  - c. Mais de 50
10. Qual deveria ser o número ideal de alunos por turma: \_\_\_\_\_
11. Quais são os meios de ensino que utiliza? Pode marcar mais do que uma resposta.
  - a. Quadro branco/preto
  - b. Slides
  - c. Livros físicos

- d. Livros eletrônicos
  - e. Softwares
12. Se assinalou a alínea e), quais são os softwares que já utilizou? Pode marcar mais do que uma resposta.
- a. Geogebra
  - b. GeoNext
  - c. Kálcúl
  - d. KMathTool
  - e. TuxMathScrabble
  - f. WinPlot
  - g. Outro \_\_\_\_\_
13. Nas expressões que se seguem, escolha entre 1-5 para expressar a sua experiência de trabalho com os alunos:
1. Discordo completamente
  2. Discordo
  3. Indiferente
  4. Concordo
  5. Concordo completamente

|    |  |   |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|---|
| 1  | A experiência de utilização desses softwares na sala de aulas é boa                            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2  | O uso de software para ensinar cálculo diferencial e integral traz vantagens                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3  | Facilita o processo de ensino e aprendizagem   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4  | Motiva o aluno   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5  | Melhora o desempenho do aluno  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6  | O aproveitamento dos alunos é satisfatório   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7  | A formação deficiente dos alunos nas classes anteriores é a causa de mau desempenho em cálculo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8  | A falta de dedicação aos estudos é a causa de desempenho não satisfatório                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9  | A falta de interesse pela disciplina é a causa de mau desempenho em cálculo                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | A falta de tempo para revisar a matéria fora da escola é a causa de mau desempenho em cálculo  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | A falta de material de apoio ao aluno é a causa de mau desempenho                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12 | O elevado número de alunos na turma dificulta o acompanhamento dos alunos                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

14. Enumere os tópicos em que os alunos apresentam maior dificuldade
-

15. Qual tem sido a sua estratégia pedagógica para colmatar as deficiências dos alunos.

|   |  |   |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|
| 1 | Utilizo aulas de reforço como estratégia pedagógica para colmatar as deficiências dos alunos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Diversifico as tarefas para colmatar as deficiências dos alunos                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | Utilizo softwares para despertar o interesse do aluno pela disciplina                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Ofereço material suplementar para apoiar os alunos na resolução de tarefas                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | Faço avaliações semanais como forma de obrigar o aluno a estudar sempre                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

16. Acha que os objetos de aprendizagem são ferramentas poderosas para auxiliar o processo de Ensino-aprendizagem?

|    |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Nunca ouvi falar de Objetos de aprendizagem   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2  | Já ouvi falar mas, nunca utilizei   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3  | Tenho curiosidade em utilizar mas nunca tive oportunidade   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4  | Já desenvolvi objetos de aprendizagem sozinho   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5  | Já desenvolvi em colaboração com outros colegas   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6  | Utilizou alguma metodologia para desenvolver objetos de aprendizagem                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7  | Conhece alguma metodologia  |   |   |   |   |   |
| 8  | Incentivo os meus alunos a utilizarem objetos de aprendizagem                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9  | Sendo uma ferramenta digital acho que pode despertar no aluno o gosto pela disciplina             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | Gostaria de aprender a desenvolver, de modo a desenvolver os objetos de aprendizagem ao meu gosto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | Gostaria de aprender a usar os objetos de aprendizagem  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Obrigada pela sua contribuição**

## APÊNDICE 2: PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO SOBRE OA

### Palestra sobre Objetos de Aprendizagem

|               |   |
|---------------|---|
| Tópico:       | Objetos de Aprendizagem, Padrões e Metodologias   |
| Objetivos:    | Difundir e partilhar no seio dos alunos e professores conceitos relativos à objetos de aprendizagem e as metodologias para o seu desenvolvimento                      |
| Público alvo: | Docentes e alunos da Escola Superior Técnica e da Faculdade de Ciências Naturais e Matemática   |
| Meios Usados  | Laboratório de Computação<br>Projector de slides  |
| Metodologia:  | Aplicação de questionário pré e pós-capacitação<br>Apresentação em Power Point e seguido de discussões e comentários<br>Modelagem de um objeto de aprendizagem em UML |
| Duração:      | 3 horas presenciais + 8 horas semi-presencial   |

#### Programa de Capacitação

|    |   |
|----|---|
| 1. | Conceito de Objeto de Aprendizagem                                    |
| 2. | Caraterísticas de OA's  |
| 3. | Tipos de Objetos de Aprendizagem                                      |
| 4. | Padrões de Metadados de Objetos de Aprendizagem                       |
| 5. | Repositórios de OA  |
| 6. | Metodologias de Desenvolvimento de OA                                 |
| 7. | Ferramentas de Autoria  |
| 8. | Exemplo de modelagem de OA em UML para o ensino de desvio condicional |
| 9. | Modelagem de vários objetos de aprendizagem                           |

Maputo, Fevereiro de 2017

**APÊNDICE 3: IMAGENS DE CAPACITAÇÃO**



## APÊNDICE 4: OA “OS NÚMEROS INTEIROS”

### 1ª Fase de MOAUML: Diagrama de casos de uso

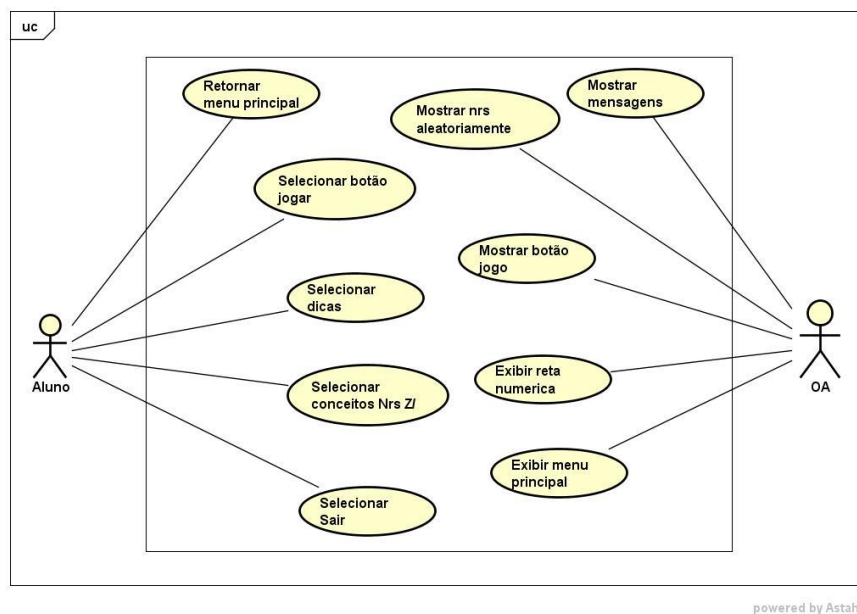


Figura 27: Processo de realizar jogo  
Fonte: Pesquisadora

### Quadro 26: Documentação de casos de uso

| Casos de Uso                       | Atores       | Descrição   |
|------------------------------------|--------------|---|
| Selecionar Conceito Número Inteiro | Aluno        | Permite ao aluno a consulta de teorias sobre números inteiros |
| Retornar Menu Principal            | Aluno        | Descreve o mecanismo de aceder à tela inicial                 |
| Selecionar Jogar                   | Aluno        | Descreve o processo de posicionar o número na reta numérica   |
| Selecionar Dicas                   | Aluno        | Permite ao aluno consultar as dicas sobre o jogo              |
| Selecionar Sair                    | Aluno        | O caso de uso permite ao aluno sair da tela atual             |
| Mostrar Nrs. aleatoriamente        | Sistema (OA) | O OA aleatoriamente visualiza números inteiros                |
| Mostrar Mensagens                  | Sistema (OA) | Permite ao OA visualizar diferentes mensagens para o aluno    |
| Exibir Reta Numérica               | Sistema (OA) | O OA exibe a reta numérica na tela                            |
| Exibir Menu Principal              | Sistema (OA) | O OA exibe o menu principal                                   |

Fonte: Pesquisadora

### 2ª Fase de MOAUML:

#### Diagrama de classes do OA “Os números Inteiros”

Para este objeto de aprendizagem foram identificadas as seguintes classes mostradas no diagrama, assim como os atributos e operações.

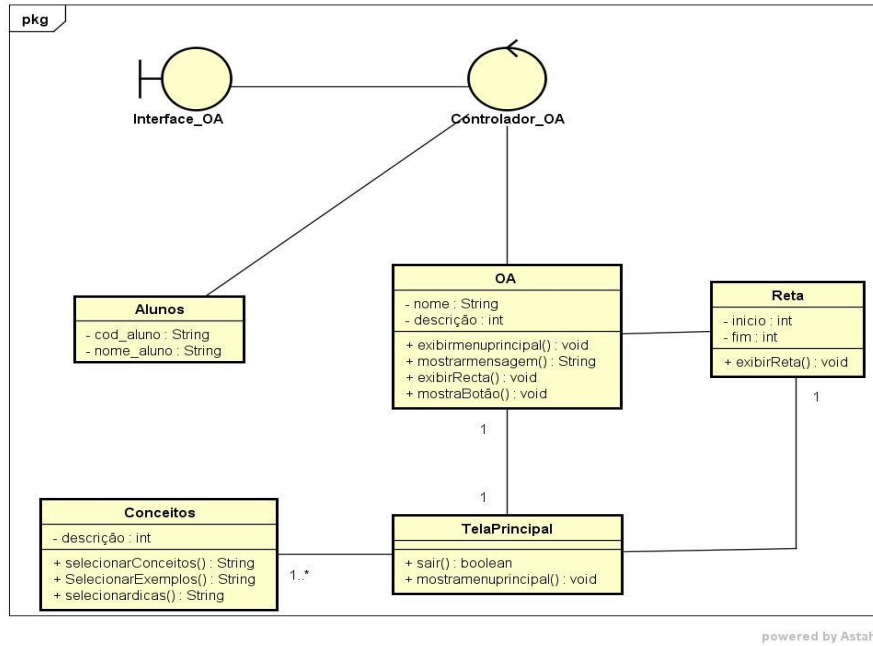


Figura 28: Diagrama de Classes Os Números Inteiros  
Fonte: Pesquisadora

### Diagrama de Sequências

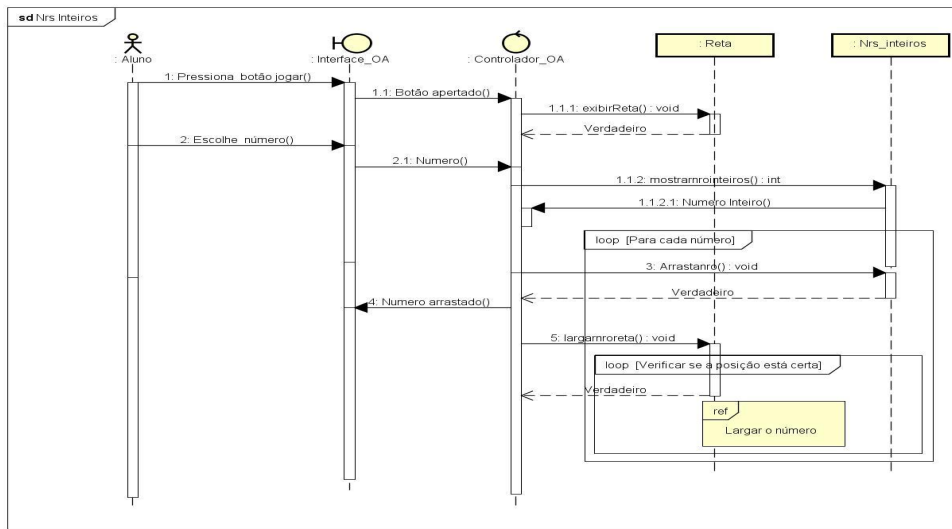


Figura 29: Diagrama de Sequências Jogar  
Fonte: Pesquisadora



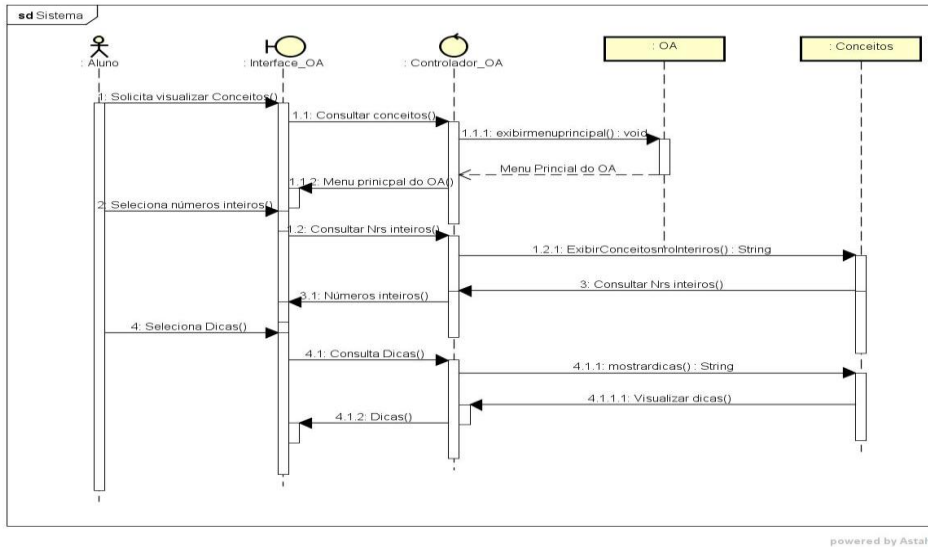


Figura 30: Diagrama de Sequencias Visualizar Conceitos  
 Fonte: Pesquisadora

### 3ª Fase de MOAUML Diagrama de Atividade

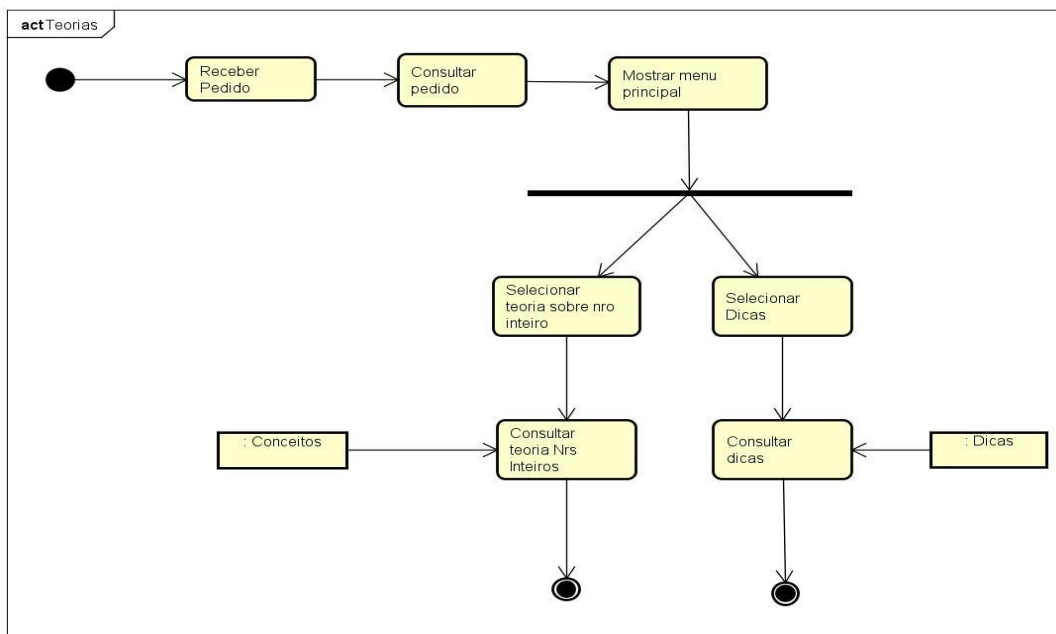
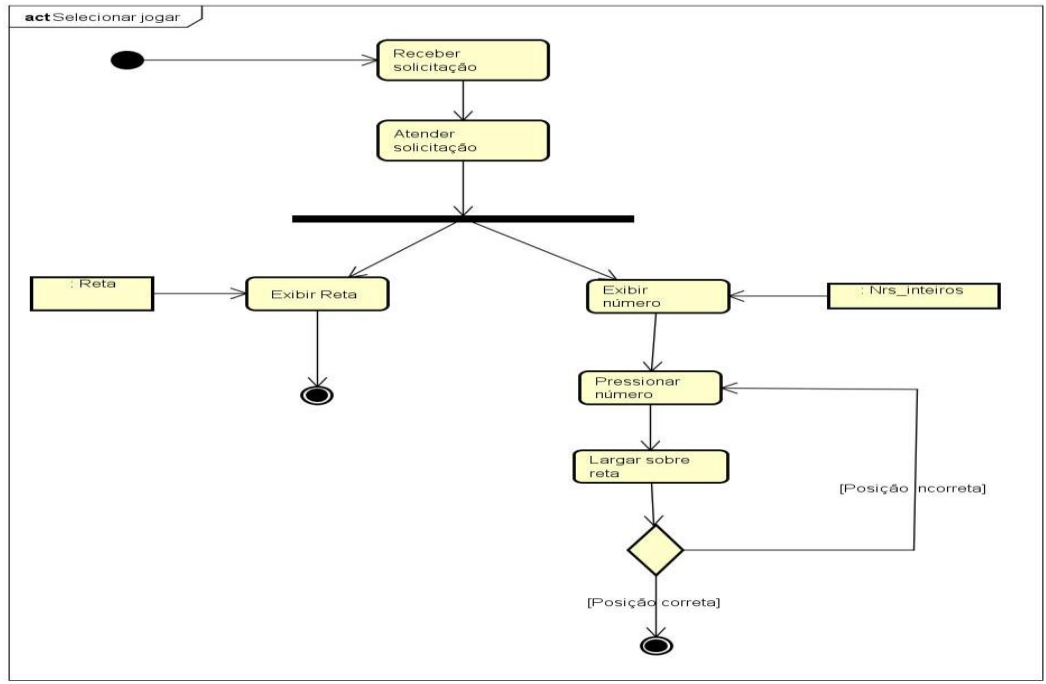


Figura 31: Processo de consultar teorias  
 Fonte: Pesquisadora



powered by Astah

Figura 32: Processo de jogar  
 Autor: Pesquisadora

# ANEXO 1: OA “DESMISTIFICANDO UML”

## 1ª Fase de MOA UML

**Quadro 27: Requisitos Funcionais – Desmistificando a UML**

|      | Caso de uso  | Ator               |
|------|--|--------------------|
| RF1  | Cancelar consulta  | Secretária, médico |
| RF2  | Marcar consulta (inclui o caso de uso visualizar agenda)                       | Secretária         |
| RF3  | Remarcar consulta  | Secretária         |
| RF4  | Emitir fatura  | Secretária         |
| RF5  | Emitir recibo  | Secretária         |
| RF6  | Cadastrar medico<br>Cadastrar paciente   | Secretária         |
| RF7  | Cadastrar convênio<br>(Não é caso de uso, fica embutido no cadastrar paciente) | Secretária         |
| RF8  | Emitir relatório   | Secretária, Médico |
| RF9  | Visualizar relatório   | Secretária         |
| RF10 | Visualizar agenda  | Secretária         |
| RF11 | Encerrar consulta  | Médico             |
| RF12 | Visualizar doente  | Médico             |
| RF13 | Gerar atestado   | Médico             |
| RF14 | Emitir requisição de exames  | Médico             |

Fonte: 1ª Equipe

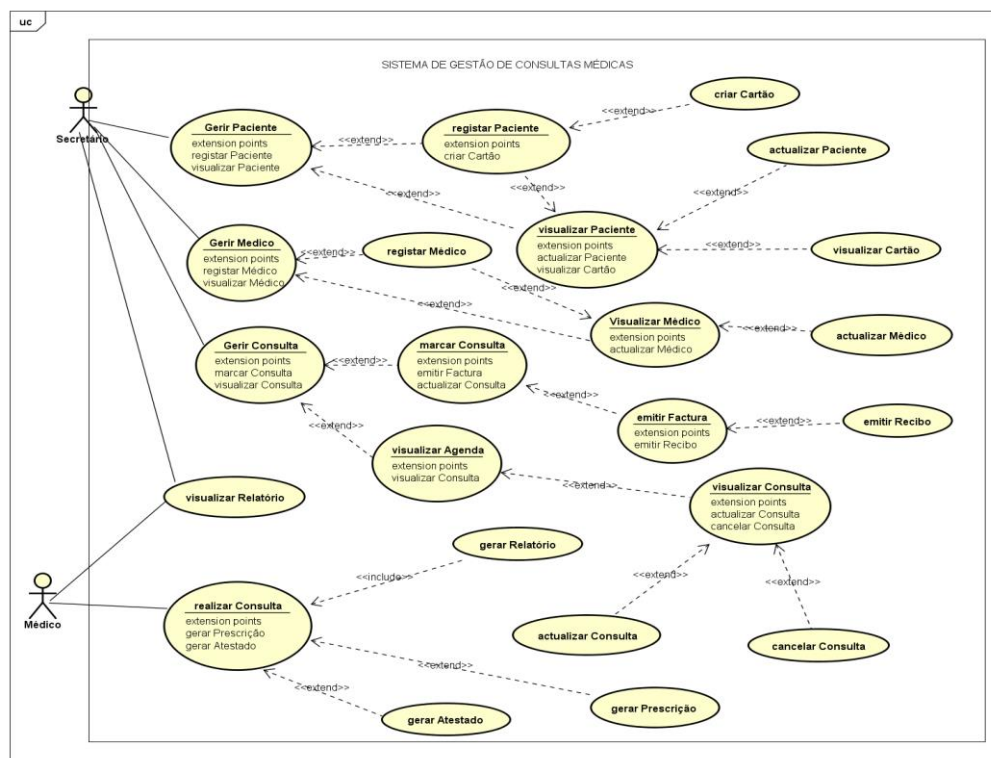


Figura 33: Diagrama de casos de uso- Desmistificando a UML

Fonte: 1ª Equipe

**Quadro 28: Casos de Uso – Desmistificando a UML**

| Casos de Uso              | Atores     | Descrição  |
|---------------------------|------------|--|
| Realizar consulta         | Médico     | Este caso de uso descreve como é feita a realização de uma consulta pelo médico.                               |
| Visualizar agenda         | Secretário | Este caso de uso descreve as etapas percorridas por um Secretário para visualizar agenda de consultas marcadas |
| Atualizar consulta        | Secretário | Este caso de uso descreve as etapas percorridas por um Secretário para Atualizar as consultas marcadas.        |
| Gerar receita             | Médico     | Descreve o processo de elaboração de uma receita pelo médico.  |
| Gerar atestado            | Médico     | Descreve como é elaborada um atestado pelo médico.   |
| Gerar prescrição de exame | Médico     | Descreve como é elaborada uma prescrição de exame pelo médico.   |
| Visualizar cartão         | Médico     | Descreve como é visualizado o cartão de um doente.   |
| Marcar Consulta           | Secretário | Descreve como é marcada uma consulta pelo secretário.  |
| Emitir fatura             | Secretário | Descreve como é emitida uma fatura pelo secretário.  |
| Criar cartão              | Secretário | Descreve as etapas necessárias para que o Secretario possa gerar um cartão do paciente                         |
| Visualizar consulta       | Secretário | Descreve as etapas necessárias para que o Secretario possa visualizar consulta                                 |
| Cancelar consulta         | Secretário | Descreve as etapas necessárias para que o Secretario possa Cancelar consulta                                   |
| Registrar paciente        | Secretário | Descreve os passos dados pelo secretário para fazer o registo dos dados do paciente                            |
| Visualizar Paciente       | Secretário | Descreve as etapas percorridas pelo secretário para visualizar um paciente                                     |
| Visualizar médico         | Secretário | Descreve as etapas percorridas por um Secretário para visualizar os médicos registados                         |

Fonte: 1ª Equipe

## 2ª Fase de MOA UML

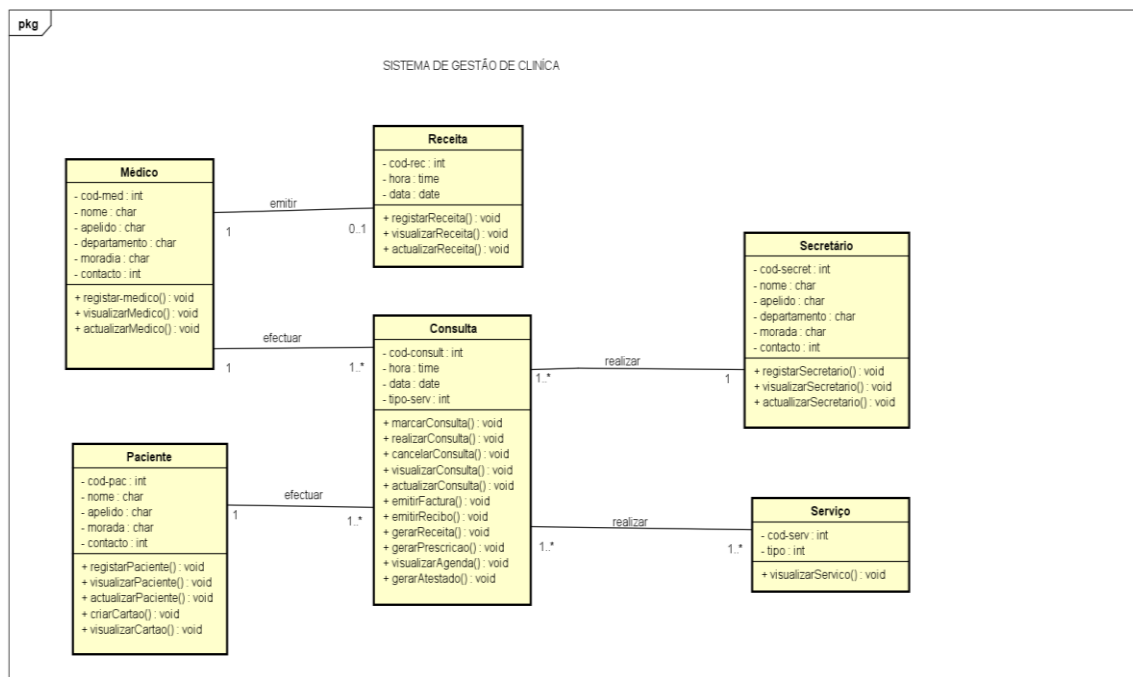


Figura 34: Diagrama de Classes-Desmistificando a UML

Fonte: 1ª Equipe

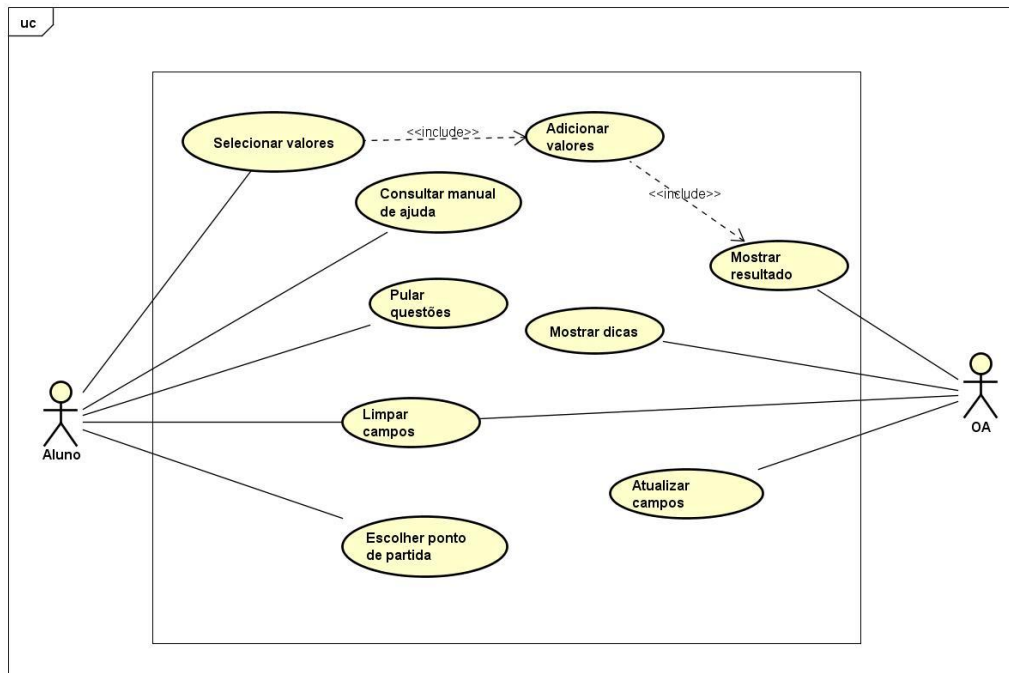
## ANEXO 2: OA “JOGO DE SINAIS”

### 1ª Fase de MOA UML

**Quadro 29: Requisitos Funcionais-Jogo de Sinais**

|     | Caso de uso               | Ator      |
|-----|---------------------------|-----------|
| RF1 | Selecionar valores        | Aluno     |
| RF2 | Consultar manual de ajuda | Aluno     |
| RF3 | Pular questões            | Aluno     |
| RF4 | Limpar campos             | Aluno, OA |
| RF5 | Adicionar dados           | Aluno     |
| RF6 | Atualizar campos          | OA        |
| RF7 | Sugerir dicas             | OA        |

Fonte: 2ª Equipe



powered by Astah

Figura 35: Casos de uso-Jogo de Sinais  
Fonte: 2ª Equipe

**Quadro 30: Requisitos Funcionais-Jogo de Sinais**

| Casos de Uso              | Atores | Descrição  |
|---------------------------|--------|--|
| Selecionar valores        | Aluno  | O caso de uso descreve os passos necessários para selecionar valores |
| Consultar manual de ajuda | Aluno  | Descreve o processo de buscar ajuda                                  |
| Pular questões            | Aluno  | Descreve o processo de saltar questões se necessário                 |
| Escolher ponto de partida | Aluno  | Descreve o modo como o aluno seleciona o ponto de partida            |
| Limpar campos             | Aluno  | Descreve o procedimento utilizado para limpar os campos              |
| Adicionar valores         | OA     | Descreve o procedimento utilizado para adicionar valores             |
| Mostrar dicas             | OA     | Descreve o processo de visualizar as dicas pelo OA                   |
| Apresentar resultados     | OA     | Descreve o procedimento utilizado para mostrar resultados            |
| Atualizar campos          | OA     | Descreve o procedimento utilizado para atualizar os campos           |

Fonte: 2ª Equipe

**2ª Fase de MOAUML**

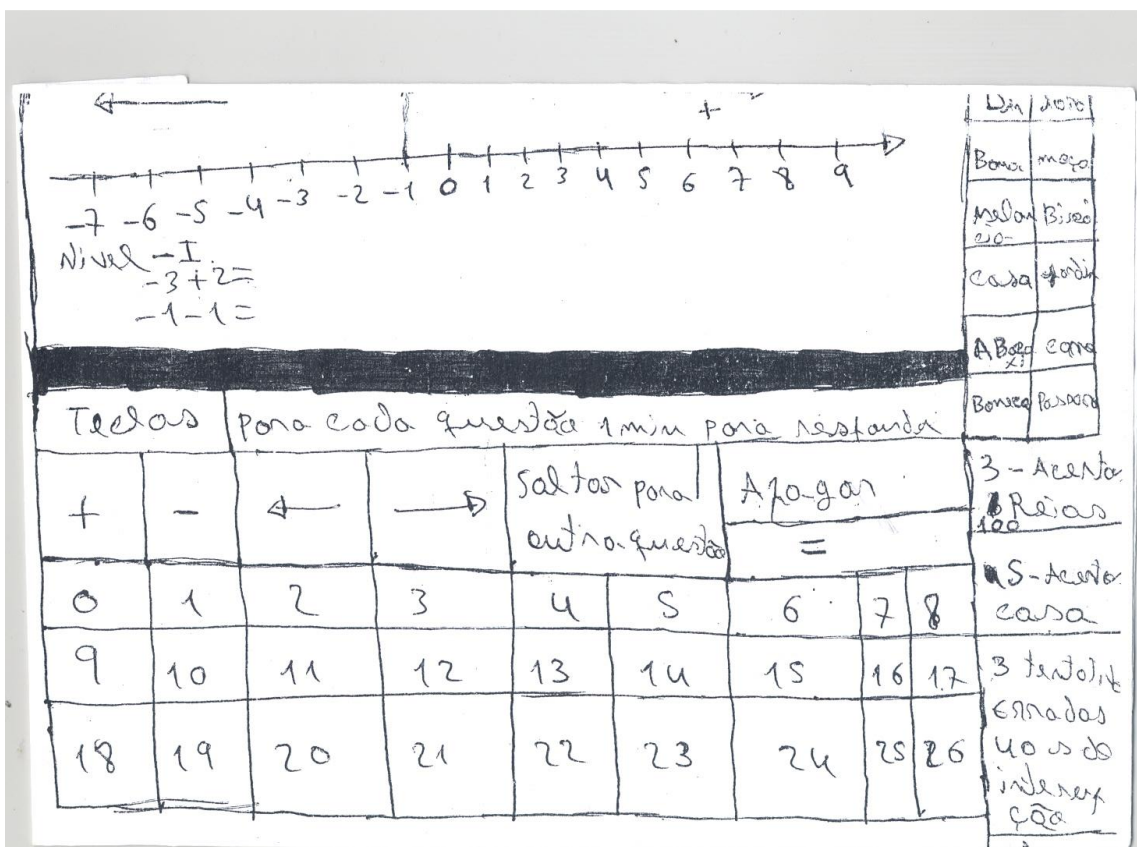


Figura 36: Esboço do OA Jogo de Sinais

Fonte: 2ª Equipe

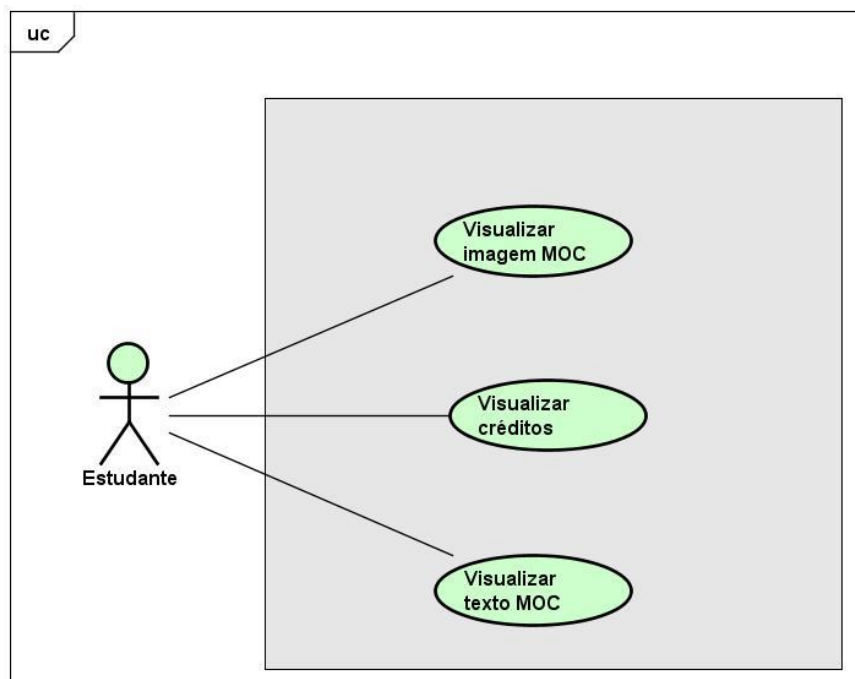
## ANEXO 3: OA “ANIMAÇÃO MOC”

### 1ª Fase de MOA UML

Quadro 31: Requisitos Funcionais-MOC

|      | Caso de uso  | Ator  |
|------|--|-------|
| RF1  | Mostrar texto MOC  | Aluno |
| RF2  | Exibir imagem MOC  | Aluno |
| RF3  | Exibir regras de manipulação do MOC                      | Aluno |
| RF4  | Exibir conceito e imagem de objetiva                     | Aluno |
| RF5  | Exibir conceito e imagem de ocular                       | Aluno |
| RF6  | Exibir conceito e imagem de fonte luminosa               | Aluno |
| RF7  | Exibir conceito e imagem de braço                        | Aluno |
| RF8  | Exibir conceito e imagem de pé                           | Aluno |
| RF9  | Exibir conceito e imagem de canhão                       | Aluno |
| RF10 | Exibir conceito e imagem de revólver                     | Aluno |
| RF11 | Exibir conceito e imagem de parafuso macrométrico        | Aluno |
| RF12 | Exibir conceito e imagem de parafuso micrométrico        | Aluno |
| RF13 | Exibir conceito e imagem de diafragma                    | Aluno |
| RF14 | Exibir conceito e imagem de reósteto                     | Aluno |
| RF15 | Exibir conceito e imagem de pinças                       | Aluno |
| RF17 | Visualizar áudio sobre preparação temporária             | Aluno |
| RF18 | Visualizar vídeo sobre montagem de preparação temporária | Aluno |

Fonte: 3ª Equipe



powered by Astah

Figura 37: Diagrama de casos de uso-MOC

Fonte: 3ª Equipe

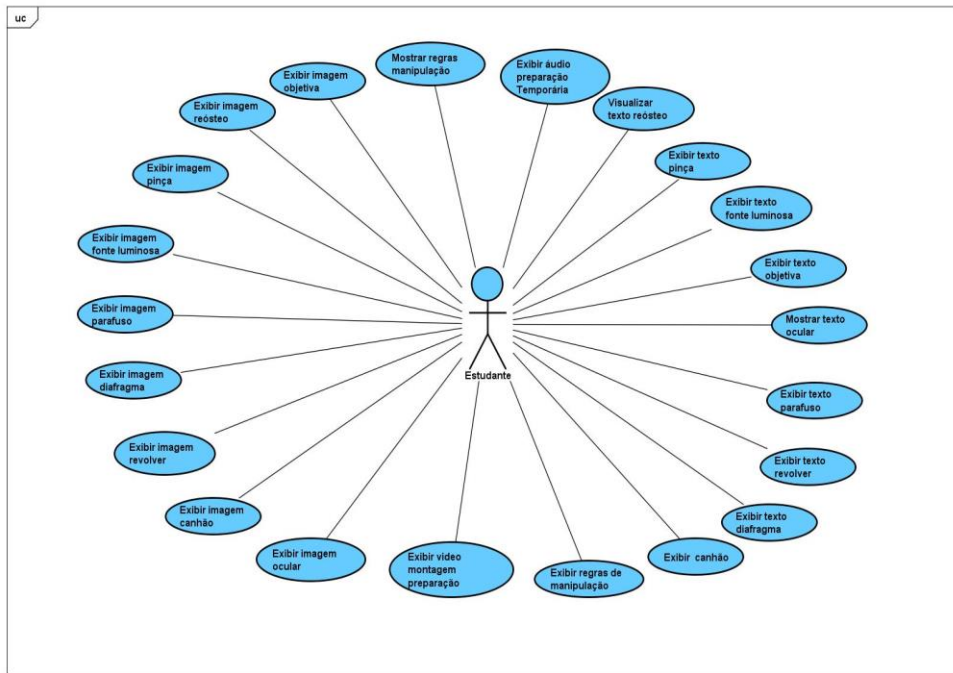


Figura 38: Diagrama de Casos de uso-MOC  
 Fonte: 3ª Equipe

### 2ª Fase de MOA UML

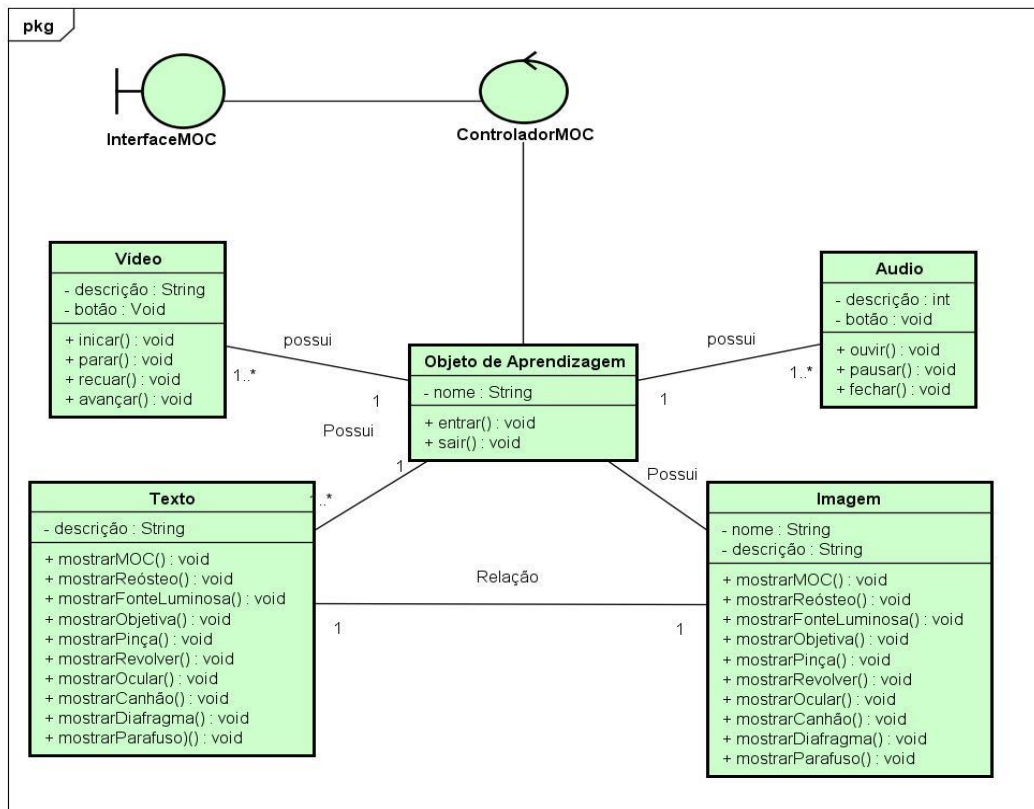
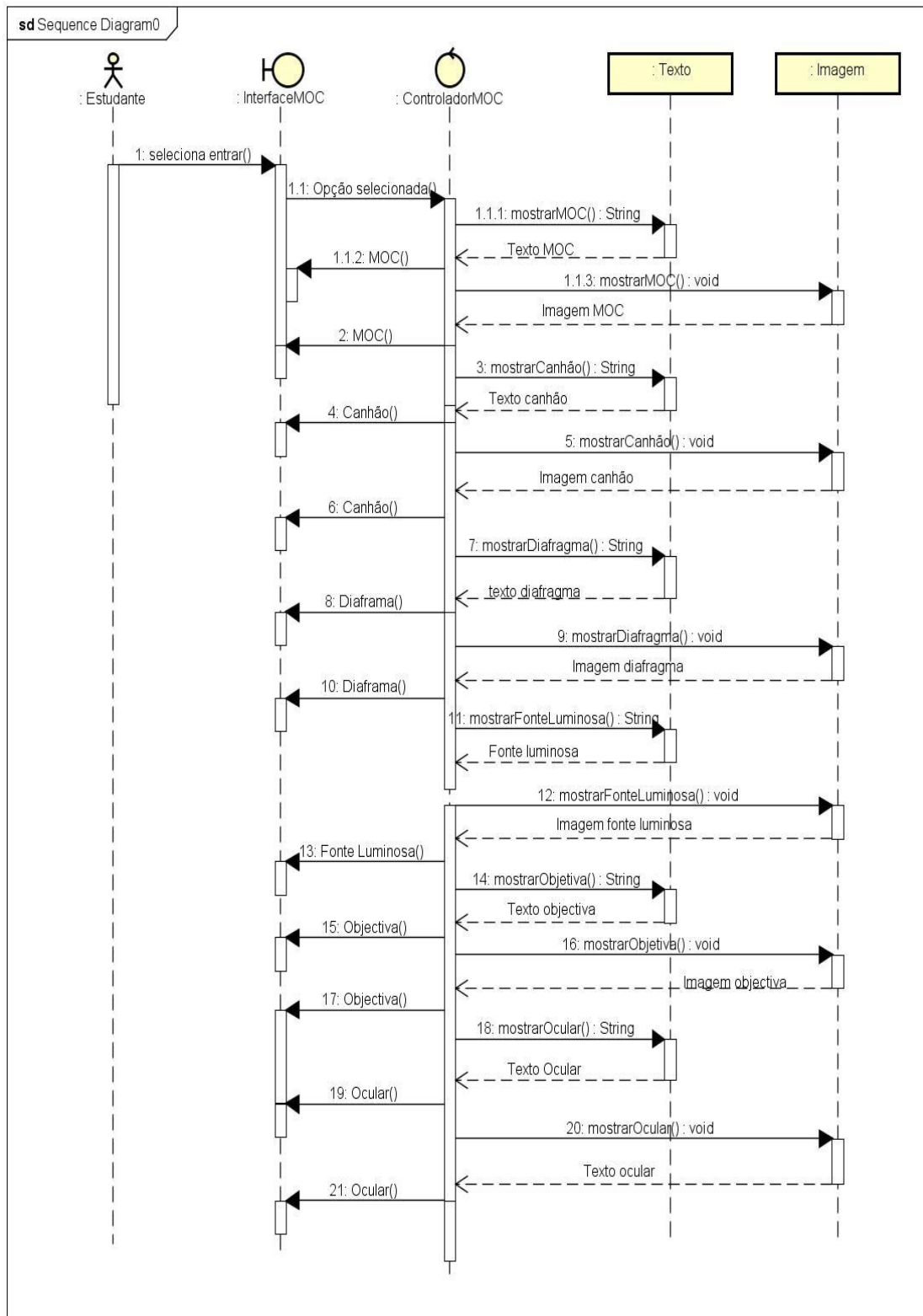


Figura 39: Diagrama de Classes-MOC  
 Fonte: 3ª Equipe

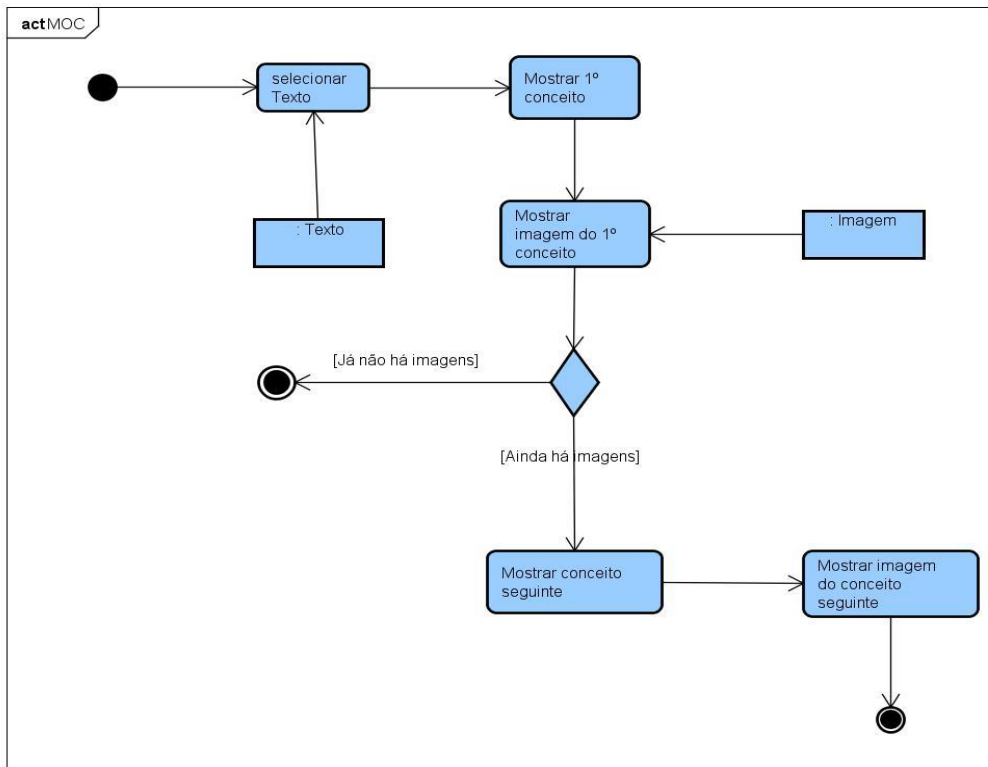




powered by Astah

Figura 40: Diagrama de Sequências-MOC  
Fonte: 3ª Equipe

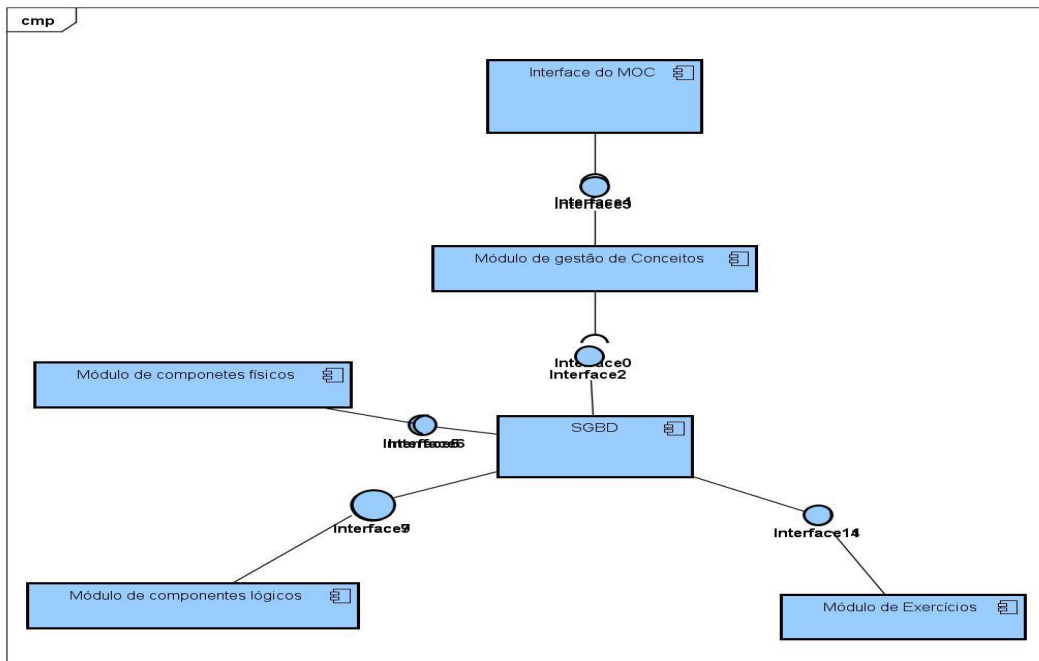
### 3ª Fase de MOA UML



powered by Astah

Figura 41: Diagrama de Atividades-MOC

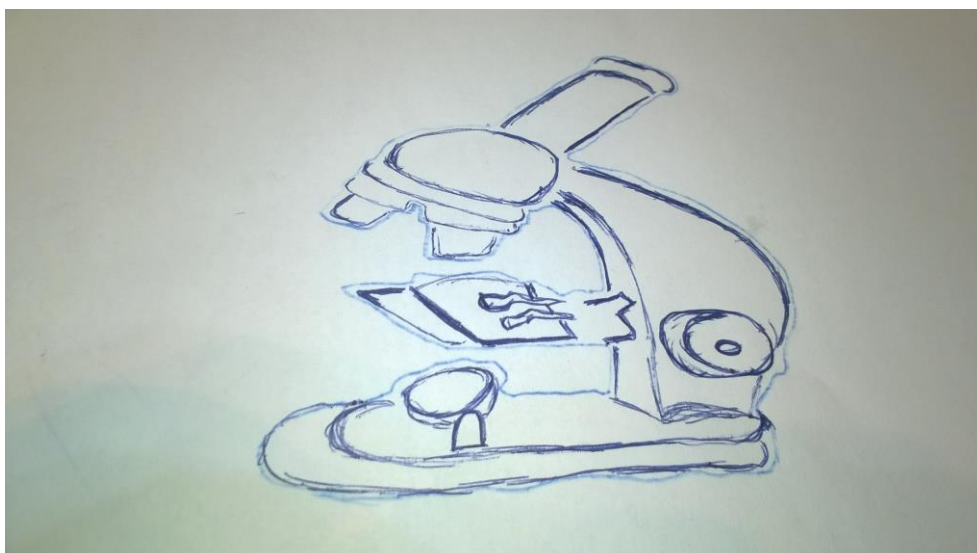
Fonte: 3ª Equipe



powered by Astah

Figura 42: Diagrama de Componentes-MOC

Fonte: 3ª Equipe

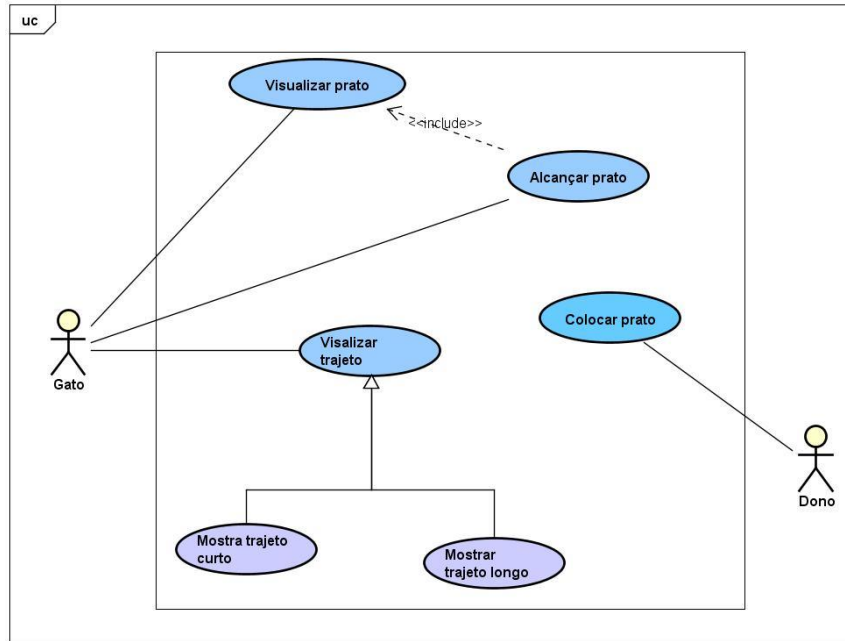


*Figura 43: Esboço do MOC*  
*Fonte: 3ª Equipe*

## ANEXO 4: OA “DESVIO CONDICIONAL”

### 1ª Fase de MOA UML

#### DIAGRAMA DE CASOS DE USO



powered by Astah

Figura 44: Caso de uso do OA Desvio Condicional

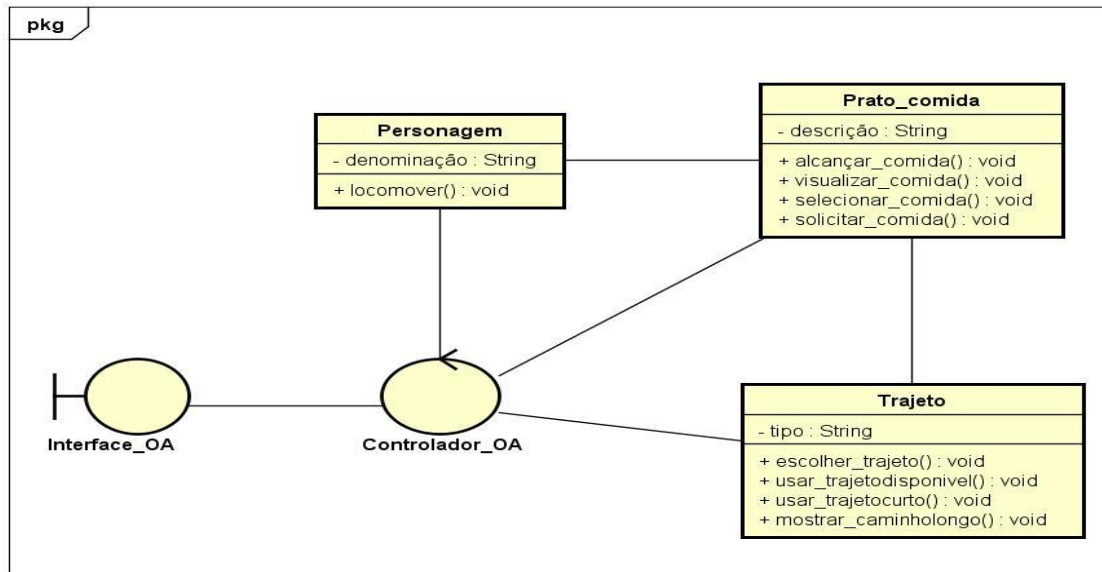
Fonte: 4ª Equipe

#### Quadro 32: Documentação Desvio Condicional

| Casos de Uso                       | Atores       | Descrição   |
|------------------------------------|--------------|---|
| Selecionar Conceito Número Inteiro | Aluno        | Permite ao aluno a consulta de teorias sobre números inteiros |
| Retornar Menu Principal            | Aluno        | Descreve o mecanismo de aceder à tela inicial                 |
| Selecionar Jogar                   | Aluno        | Descreve o processo de posicionar o número na reta numérica   |
| Selecionar Dicas                   | Aluno        | Permite ao aluno consultar as dicas sobre o jogo              |
| Selecionar Sair                    | Aluno        | O caso de uso permite ao aluno sair da tela atual             |
| Mostrar Nrs. aleatoriamente        | Sistema (OA) | O OA aleatoriamente visualiza números inteiros                |
| Mostrar Mensagens                  | Sistema (OA) | Permite ao OA visualizar diferentes mensagens para o aluno    |
| Exibir Reta Numérica               | Sistema (OA) | O OA exibe a reta numérica na tela                            |
| Exibir Menu Principal              | Sistema (OA) | O OA exibe o menu principal                                   |

Fonte: 4ª Equipe

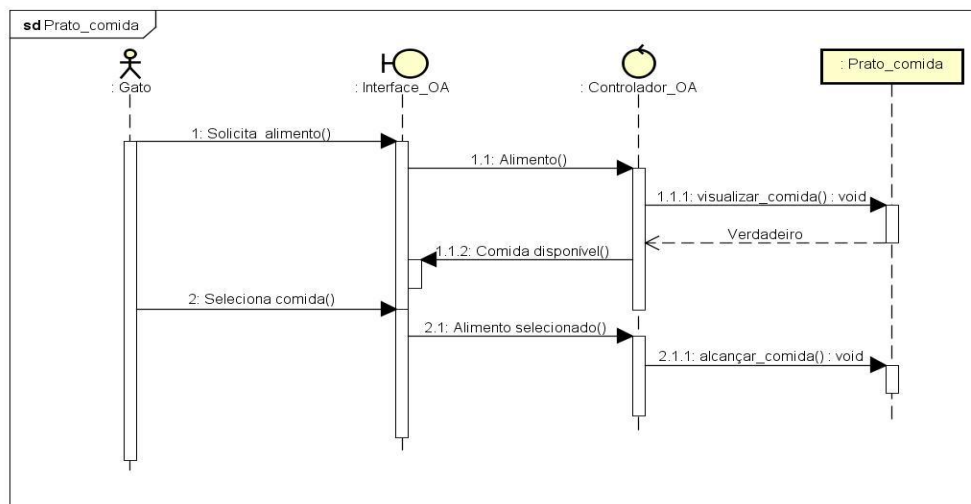
## 2ª Fase de MOA UML



powered by Astah

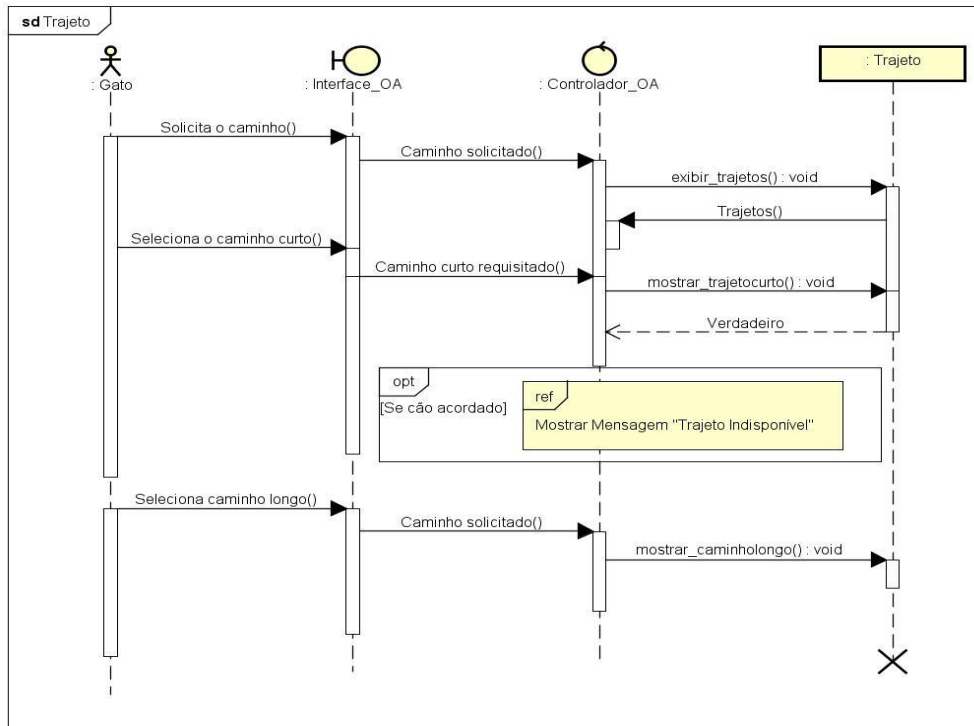
Figura 45: Diagrama de classes do OA desvio condicional  
Fonte: 4ª Equipe

## DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIAS



powered by Astah

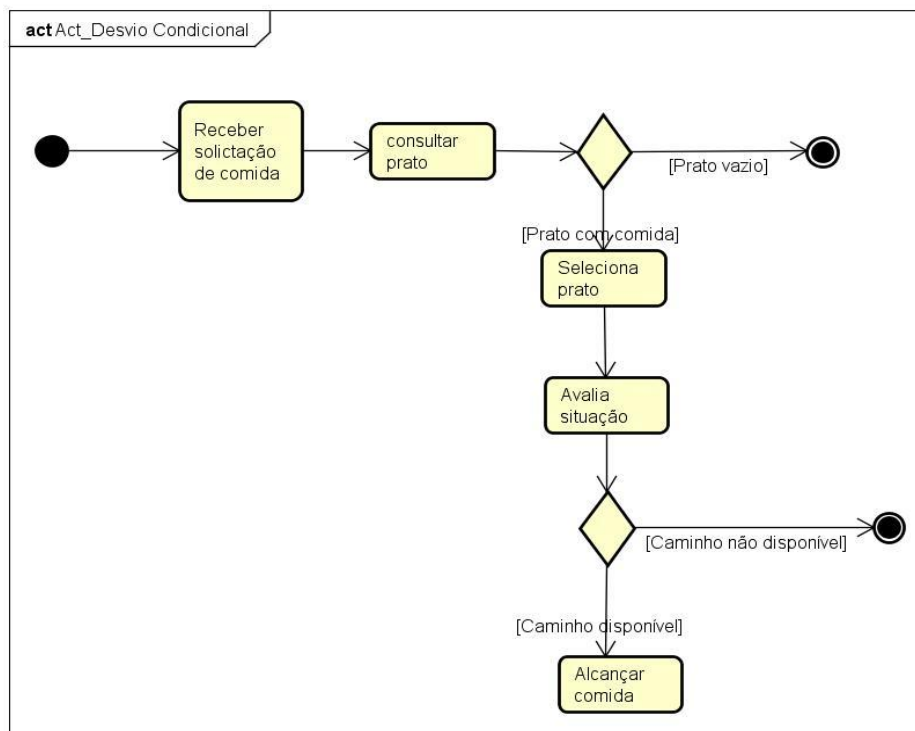
Figura 46: Diagrama de Sequencias  
Fonte: Pesquisadora



powered by Astah

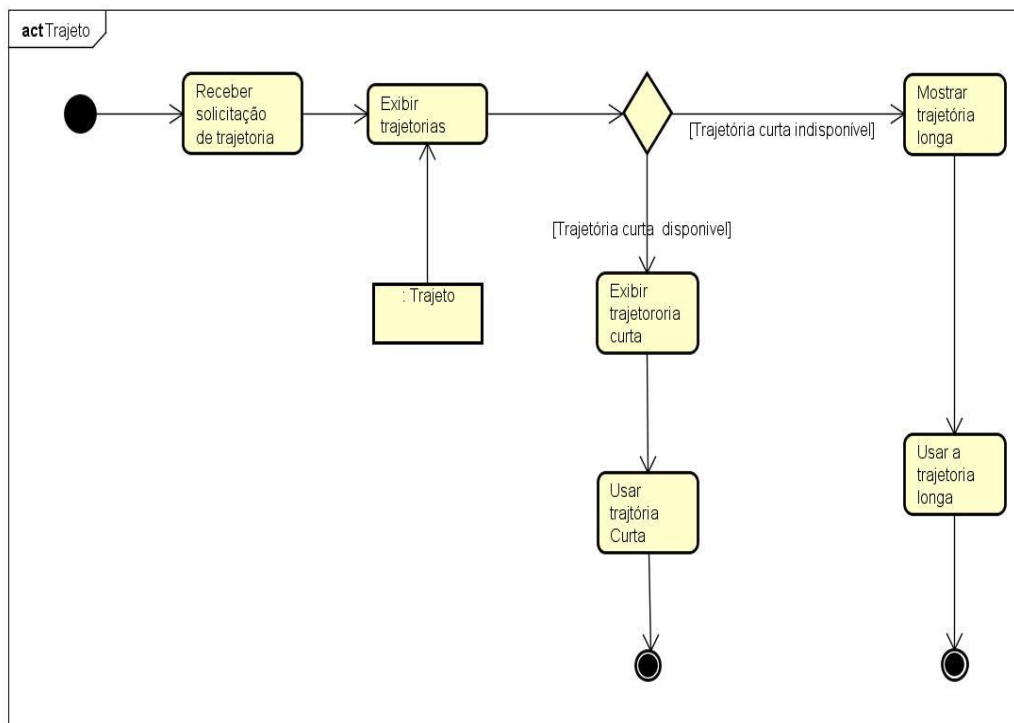
Figura 47: Diagrama de sequencias trajeto  
Fonte: Pesquisadora

### 3ª Fase de MOA UML



powered by Astah

Figura 48: Diagrama de atividade  
Fonte: Pesquisadora



powered by Astah

Figura 49: Processo de buscar trajeto  
 Fonte: Pesquisadora

## ANEXO 5: OA “FUNÇÕES”

### 1ª Fase de MOAUML

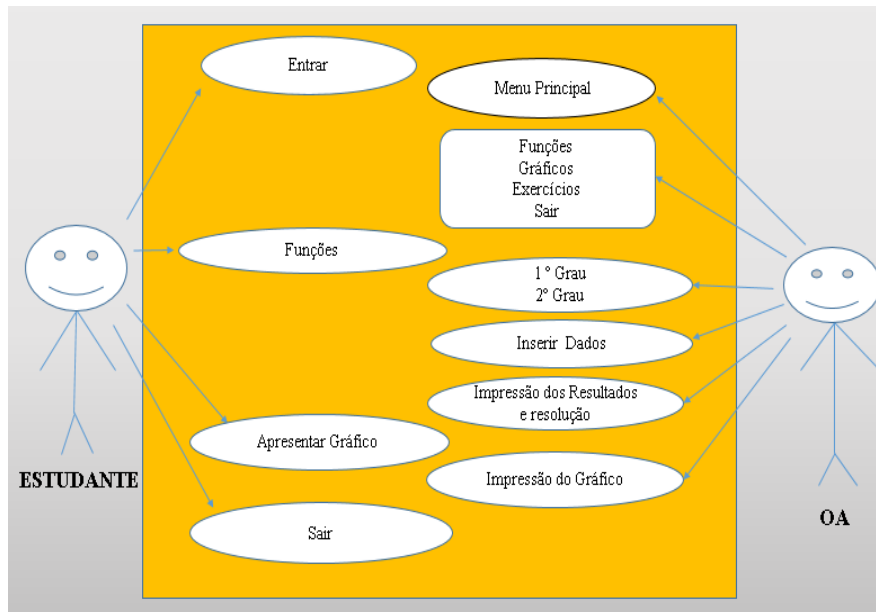


Figura 50: Diagrama de Casos de Uso “Funções”  
Fonte: GPSIM

### Quadro 33: Diagramas de casos de uso “Funções”

| Nome do caso de Uso                 | Selecionar Funções                                    |
|-------------------------------------|---|
| Caso de uso Geral                   |   |
| Ator Principal                      | Discente  |
| Atores Secundários                  |   |
| Resumo                              | Este caso de uso permite ao aluno visualizar a Função |
| Pré-condições                       |   |
| Pós-condições                       |   |
| Fluxo Principal                     |   |
| Ações do Ator                       | Ações do sistema                                      |
| 1. Clicar em “entrar”               |   |
|                                     | 2. Mostrar Menu principal                             |
| 3. Clicar no link “Funções”         |   |
|                                     | 4. Mostrar o texto sobre Funções e exemplos.          |
| 5. Visualiza o texto                |   |
| 6. Clicar “Retornar menu principal” |   |
| Restrições e Validações             | Números pequenos e exponenciação x 10                 |

Fonte: GPSIM



**Quadro 34: Documentação de casos de uso**

| <b>Nome do caso de Uso</b>            | <b>Selecionar funções</b>                                  |
|---------------------------------------|--|
| Caso de uso Geral                     |  |
| Ator Principal                        | Estudante  |
| Atores Secundários                    |  |
| Resumo                                | Este caso de uso descreve como pode-se utilizar as funções |
| Pré-condições                         | Equação da função a deve estar apresentada na tela         |
| Pós-condições                         | O número deve estar na sua posição certa                   |
| Fluxo Principal                       |  |
| <b>Ações do Ator</b>                  | <b>Ações do sistema</b>                                    |
| 1. Clicar em Funções                  |  |
|                                       | 2. Mostrar aleatoriamente o grau de funções                |
|                                       | 3. 1º Grau ou 2º Grau                                      |
| 4. Seleciona um grau de função        |  |
|                                       | 5. Mostrar o grau de função solicitado                     |
| 6. Colocar o número na equação        |  |
|                                       | 7. Resultado juntamente com a resolução                    |
|                                       | 8. Apresentar gráfico                                      |
| 9. Selecionar “nova consulta ou Sair” |  |
| Restrições ou Validações              | Números pequenos e exponenciação x 10                      |

*Fonte: GPSIM*