



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EDSON PACHECO

**GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

---

LONDRINA - PR

2016

**EDSON PACHECO**

**GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação do Departamento de Computação da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros

**LONDRINA - PR**

**2016**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Pacheco, Edson.

GAIA PDOA : processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem / Edson Pacheco. - Londrina, 2016.  
141 f. : il.

Orientador: Rodolfo Miranda de Barros.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Objeto de aprendizagem - Teses. 2. Engenharia de software - Teses. 3. Gerenciamento de Projetos de Software - Teses. 4. Processo de Ensino e Aprendizagem - Teses. I. Barros, Rodolfo Miranda de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

EDSON PACHECO

**GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação do Departamento de Computação da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Alan Salvany Felinto  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Elieser Botelho Manhas Júnior  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof(a). Dr(a). Elisa Emi Tanaka Carloto  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina-PR, 29 de março de 2016.

*Este trabalho é dedicado:  
a Deus,  
aos meus pais, Alcides e Maria  
e ao meu orientador Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela presença constante em minha vida e pelas dádivas de fé, saúde, sabedoria e paz recebidas.

Aos meus pais, Alcides e Maria que sempre me incentivaram a alcançar caminhos cada vez mais distantes.

Ao Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros, meu orientador na Especialização e também no Mestrado, agradeço principalmente pela oportunidade, compreensão e pelo conhecimento transmitido, e também, pela amizade, companheirismo e exemplo profissional e acadêmico, onde uma orientação de Mestrado se tornou uma visão de um grande caminho a trilhar em toda minha vida.

A Prof(a). Dr(a). Vanessa Tavares de Oliveira Barros e a todos os alunos do Departamento de *Design* da Universidade Estadual de Londrina (UEL) que se dispuseram a participar da criação da identidade visual do processo GAIA PDOA e do OA GAIA Odontologia.

A Prof(a). Dr(a). Elisa Emi Tanaka Carloto e a todos os professores e alunos do Departamento de Medicina Oral e Odontologia Infantil (MOOI) da UEL que se dispuseram a participar do processo de desenvolvimento do OA GAIA Odontologia.

A todos os professores de Londrina e região que se dispuseram a participar da avaliação do processo GAIA PDOA.

Por fim, a todos os professores do Departamento de Computação da UEL, em especial aos professores Dr. Alan Salvany Felinto e Dr. Elieser Botelho Manhas Júnior.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas  
criar as possibilidades para a sua própria  
produção ou a sua construção”.*  
*(Paulo Freire)*

PACHECO, E. **GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM**. 141p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2016.

## RESUMO

Grande parte dos recursos pedagógicos existentes no formato digital tem recebido a denominação de Objeto de Aprendizagem (OA), quando de fato são simplesmente conteúdos digitais que possuem pouco ou nenhum reuso e ainda apresentam baixa qualidade. O desenvolvimento de um OA não é uma tarefa fácil. Além disso, o uso de uma metodologia inadequada para o seu desenvolvimento pode resultar em um OA com baixa qualidade, ineficaz no seu reuso e no aprendizado que ele possa vir a fornecer. O desenvolvimento de um OA requer uma equipe multidisciplinar composta de profissionais das áreas pedagógica e técnica, os quais precisam interagir de modo a atingir os objetivos tanto tecnológicos quanto pedagógicos desses OA. Nesse sentido, torna-se necessário o uso de uma metodologia capaz de gerenciar e garantir a consistência e padronização do processo de desenvolvimento do OA. As metodologias hoje utilizadas para esse fim apresentam muitas fraquezas tanto no âmbito pedagógico como nas questões técnicas. Visando preencher essas lacunas, o presente estudo apresenta um processo de desenvolvimento de OA, intitulado GAIA PDOA. Nesse sentido, são descritos os princípios teóricos que fundamentam o desenvolvimento de um OA, utilizados por este processo. Uma análise comparativa com outros processos similares evidenciam as lacunas preenchidas pelo processo GAIA PDOA. Para validar os resultados deste estudo o processo GAIA PDOA foi submetido a uma avaliação de especialistas, através da qual se pôde constatar a concordância positiva de todos os especialistas em relação à sua aceitabilidade. Ainda para subsidiar a avaliação positiva do processo GAIA PDOA, foi desenvolvido um OA através do qual se pôde comprovar a eficácia da aplicação do processo na prática bem sucedida.

**Palavras-chave:** Objeto de aprendizagem. Engenharia de *software*. Gerenciamento de Projetos de *Software*. Processo de Ensino e Aprendizagem. Conteúdo Didático-Pedagógico.

PACHECO, E. **GAIA LODP: LEARNING OBJECT DEVELOPMENT PROCESS.**  
141p. Master's Thesis (Master in Computer Science) - State University of Londrina,  
Londrina-PR, 2016.

## **ABSTRACT**

Much of the existing educational resources in digital format have received the title of the Learning Object (LO), when in fact they are simply digital content that present little or no reuse and sometimes low quality. The development of a LO is not an easy task. In addition, the use of an inappropriate methodology for its development can result in a low quality LO, ineffective in its reuse and in the learning that it might come to provide. The development of a LO requires a multidisciplinary team composed of pedagogical and technical professionals, who need to interact each other to achieve the LO's pedagogical and technological goals. A methodology able to manage and ensure the consistency and standardization of the LO's development process is required. The methodologies used for this purpose today show many weaknesses in the pedagogical and technical fields. In order to fill these gaps, this study presents a LO development process, entitled GAIA LODP. Describes the theoretical principles used by this process that are bases to the LO development. A comparative analysis with other similar processes highlight the gaps filled by GAIA LODP process. To validate the results of this study the GAIA LODP process was submitted to an experts assessment, which revealed the positive agreement of all experts regarding their acceptability. To subsidize the positive assessment of the GAIA LODP process, a LO was developed to prove the process application effectiveness in the successful practice.

**Keywords:** Learning object. Software Engineering. Project Management Software. Teaching and Learning. Didactic and Pedagogical Content.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Repositório de OA. ....	30
Figura 2 - Metodologia de Dick e Carey. ....	32
Figura 3 - Metodologia de Kemp, Morrison e Ross. ....	34
Figura 4 - Metodologia ADDIE. ....	36
Figura 5 - Camadas da engenharia de <i>software</i> . ....	37
Figura 6 - Modelo em cascata. ....	38
Figura 7 - Modelo iterativo e incremental. ....	39
Figura 8 - Modelo em espiral. ....	40
Figura 9 - Modelo de prototipagem. ....	41
Figura 10 - Modelo MIDOA. ....	43
Figura 11 - Resumo do modo de desenvolvimento distribuído. ....	49
Figura 12 - Desenvolvimento iterativo intenso. ....	50
Figura 13 - Relacionamento entre os dois modos de desenvolvimento. ....	51
Figura 14 - Metodologia Spiral-Ed. ....	53
Figura 15 - Modelagem do processo GAIA PDOA. ....	57
Figura 16 - Etapas da fase de análise do processo GAIA PDOA. ....	58
Figura 17 - Etapas da fase de planejamento do processo GAIA PDOA. ....	68
Figura 18 - Etapas da fase de projeto do processo GAIA PDOA. ....	72
Figura 19 - Ciclo de reuso de OA do processo GAIA PDOA. ....	80
Figura 20 - Etapas da fase de implementação do processo GAIA PDOA. ....	86
Figura 21 - Etapas da fase de avaliação do processo GAIA PDOA. ....	88
Figura 22 - Etapas da fase de publicação do processo GAIA PDOA. ....	93
Figura 23 - Resultados da avaliação do processo GAIA PDOA. ....	98
Figura 24 - Movimento realizado pelo filme e cabeçote em torno do paciente. ....	101
Figura 25 - Imagem produzida através do processo conhecido como tomografia. ....	102
Figura 26 - Resultados da aplicação do questionário ILS. ....	104
Figura 27 - Dispositivo <i>Leap Motion</i> . ....	107
Figura 28 - Exemplificação do conceito de retroprojeção invertida. ....	107
Figura 29 - Metadados e publicação do OA GAIA Odontologia. ....	108
Figura 30 - Conteúdo do módulo Anatomia I do OA GAIA Odontologia. ....	110
Figura 31 - Conteúdo do módulo Anatomia II do OA GAIA Odontologia. ....	111

Figura 32 - Conteúdo do módulo Panorâmica do OA GAIA Odontologia.....	112
Figura 33 - Conceito de retroprojeção invertida no OA GAIA Odontologia.....	113
Figura 34 - Resultados da aplicação do instrumento LORI. ....	115
Figura 35 - Representação da estrutura suportada pelo processo GAIA PDOA.....	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Entradas e saídas de cada fase do modelo MIDOA. ....	43
Tabela 2 - Resumo da primeira fase do modelo RLO-CETL.....	47
Tabela 3 - Requisitos funcionais e metafuncionais da ferramenta de discussão.....	53
Tabela 4 - Dimensões de estilos de aprendizagem do modelo Felder-Silverman. ....	103
Tabela 5 - <i>Learning Object Review Instrument</i> (LORI). ....	114

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEL	Universidade Estadual de Londrina
MOOI	Medicina Oral e Odontologia Infantil
PDOA	Processo de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem
OA	Objeto de Aprendizagem
LO	<i>Learning Object</i>
LODP	<i>Learning Object Development Process</i>
EAD	Educação a Distância
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
NISO	<i>National Information Standard Organization</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
XP	<i>Extreme Programming</i>
MIDOA	Modelo Instrucional para desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem
CETL	<i>Centre for Excellence in Teaching and Learning</i>
RLO	<i>Reusable Learning Objects</i>
RAD	Desenvolvimento Rápido de Aplicação
PDS	Processo de Desenvolvimento de Software
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TI	Tecnologia da Informação
ROA	Repositório de Objetos de Aprendizagem
ILS	<i>Index of Learning Styles</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
WEBGL	<i>Web Graphics Library</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
HD	<i>High Definition</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
LORI	<i>Learning Object Review Instrument</i>

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>20</b>
2.1	Conceito de Objeto de Aprendizagem.....	20
2.1.1	Histórico do Objeto de Aprendizagem .....	20
2.1.2	Definição de Objeto de Aprendizagem.....	21
2.1.3	Características do Objeto de Aprendizagem.....	23
2.1.4	Benefícios do uso de Objetos de Aprendizagem .....	26
2.1.5	Atores no Desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem .....	27
2.1.6	Metadados do Objeto de Aprendizagem.....	28
2.1.7	Repositório de Objetos de Aprendizagem .....	29
2.2	Metodologias para Desenvolvimento de <i>Design</i> Instrucional .....	31
2.2.1	Metodologia de Dick e Carey .....	31
2.2.2	Metodologia de Kemp, Morrison e Ross.....	33
2.2.3	Metodologia ADDIE .....	34
2.3	Metodologias para Desenvolvimento de <i>Software</i> .....	36
2.3.1	Modelo em cascata .....	38
2.3.2	Modelo Iterativo e Incremental .....	39
2.3.3	Modelo em Espiral.....	39
2.3.4	Modelo de Prototipagem .....	40
2.3.5	Metodologias Ágeis.....	41
2.4	Trabalhos Relacionados.....	42
2.4.1	Modelo MIDOA .....	42
2.4.2	Modelo RLO-CETL .....	45
2.4.2.1	Necessidades de Aprendizagem e Especificação do Projeto.....	46
2.4.2.2	<i>Design</i> e Desenvolvimento .....	48
2.4.2.3	Entrega e Avaliação .....	51
2.4.3	Modelo Spiral-Ed .....	52
<b>3</b>	<b>GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....</b>	<b>56</b>
3.1	Análise .....	57
3.1.1	Avaliar Necessidades.....	58
3.1.2	Determinar Objetivos .....	59

3.1.3	Analisar Objetivos.....	60
3.1.4	Analisar Público-Alvo.....	63
3.1.5	Analisar Contexto.....	64
3.1.6	Especificar Objetivos .....	65
3.2	Planejamento.....	67
3.2.1	Definir Tecnologias.....	68
3.2.2	Analisar Riscos.....	69
3.2.3	Estimar Prazos e Custos .....	69
3.2.4	Planejar Recursos Operacionais .....	69
3.2.5	Planejar Recursos Humanos .....	69
3.2.6	Analisar Viabilidade.....	71
3.2.7	Planejar Iterações .....	71
3.3	Projeto.....	71
3.3.1	Desenvolver Instrumentos de Avaliação.....	72
3.3.2	Desenvolver Estratégia Instrucional.....	77
3.3.3	Desenvolver Materiais Instrucionais .....	79
3.3.3.1	Pesquisar.....	81
3.3.3.2	Desenvolver.....	81
3.3.3.3	Selecionar .....	82
3.3.3.4	Obter.....	83
3.3.3.5	Modificar.....	83
3.4	Desenvolvimento.....	85
3.5	Teste .....	85
3.6	Implementação .....	86
3.6.1	Integrar .....	87
3.6.2	Usar .....	87
3.6.3	Fornecer <i>Feedback</i> .....	87
3.7	Avaliação .....	87
3.7.1	Avaliação Formativa .....	88
3.7.2	Avaliação Sumativa.....	90
3.8	Publicação.....	92
3.8.1	Descrever Metadados .....	93
3.8.2	Ofertar .....	94
3.8.3	Aprovar.....	94
3.8.4	Publicar .....	94
3.8.5	Eliminar.....	94

<b>4</b>	<b>ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO GAIA PDOA.....</b>	<b>95</b>
<b>5</b>	<b>AVALIAÇÃO DO PROCESSO GAIA PDOA.....</b>	<b>97</b>
5.1	Questionário de Avaliação Qualitativa dos Especialistas.....	97
<b>6</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO GAIA PDOA .....</b>	<b>100</b>
6.1	Motivação do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia .....	100
6.2	Definição e Importância da Radiografia Panorâmica.....	100
6.3	Fundamentos da Radiografia Panorâmica .....	101
6.4	Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem do Público-Alvo .....	103
6.5	Estratégias Pedagógicas do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia .....	105
6.6	Aspectos Técnicos do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia.....	106
6.7	Módulos de Estudo do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia.....	109
6.8	Avaliação do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia .....	113
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>117</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE A - ANÁLISE COMPARATIVA.....</b>	<b>128</b>
	<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS.....</b>	<b>134</b>
	<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO ILS.....</b>	<b>136</b>
	<b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO LORI.....</b>	<b>139</b>
	<b>TRABALHOS PUBLICADOS PELO AUTOR.....</b>	<b>141</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo Almeida [1], nas últimas décadas a preocupação com a disseminação e a democratização do acesso à educação para atender a grande massa de estudantes, evidenciou a importância da Educação a Distância (EAD), realizada a princípio por meio de correspondência, posteriormente através do uso de meios de comunicação como o rádio e a televisão associados a materiais impressos enviados pelo correio.

O EAD revigorou-se nesta última década, em função, principalmente, do surgimento das novas tecnologias de comunicação, mediadas por computador em rede, mais precisamente com a popularização da Internet [2]. O que se verifica é que o advento da educação mediada por computadores abriu a oportunidade para o uso de recursos eficientes à aquisição e à transmissão de conteúdos [3].

No contexto educacional brasileiro, a produção de conteúdos educacionais digitais na forma de OA, tem sido uma boa opção para a apresentação de conceitos e conteúdos de forma mais dinâmica e interativa. A utilização de OA remete a um novo tipo de aprendizagem apoiada pela tecnologia, no qual o professor abandona o papel de transmissor de informação para desempenhar um papel de mediador da aprendizagem [4].

Hoje, alunos do ensino presencial e do ensino a distância têm a possibilidade de contar com um material didático moderno mediado por recurso de multimídia como animações, *links* planejados para pesquisa, *chats* e fóruns de discussão das matérias, vídeos, aplicativos *web* e *mobile*, entre outras formas [3].

No entanto, por se tratar de uma tecnologia recente, com muitos conceitos ainda em formação, existem divergências de nomenclaturas e definições para OA na literatura. Essas divergências variam de acordo com os grupos de pesquisa e o enfoque pedagógico adotado no desenvolvimento desses objetos [5]. Um dos focos deste trabalho é encontrar uma definição adequada que elimine formações teóricas inapropriadas e simplifique a definição de OA.

Para desenvolver um OA, assim como um *software* convencional, é necessário obedecer a uma série de normas e diretrizes e respeitar todo um processo de desenvolvimento, para que se obtenha um produto de qualidade. Porém, na literatura não são muitas as metodologias disponíveis direcionadas especificamente para o desenvolvimento de OA [6].

A produção de um OA é bastante complexa, pois envolve a participação de uma equipe multidisciplinar composta por pedagogos, desenvolvedores, *designers* gráficos e especialistas de várias áreas. Esses profissionais devem interagir de modo a atingir os objetivos tanto tecnológicos quanto pedagógicos desses OA [7]. Nesse sentido, torna-se mandatório o uso de metodologias para organizar o processo de desenvolvimento, a padronização e a comunicação entre os envolvidos [8].

De acordo com Calvo et al. [9], tecnologias voltadas para a educação são normalmente desenvolvidas seguindo as mesmas metodologias usadas para desenvolver *software*. O uso de uma metodologia inadequada ou mesmo a ausência de uma metodologia pode resultar em OA ineficazes em seu reuso e no aprendizado que ele possa vir a fornecer [8].

A ausência de adoção de uma metodologia no desenvolvimento do OA ocorre, em parte, pelo fato de os processos existentes não serem tão disseminados e por envolverem conhecimentos multidisciplinares. Na revisão da literatura podemos encontrar metodologias que são genéricas para desenvolvimento de conteúdo didático-pedagógico, outras que são apenas para o desenvolvimento de *softwares* e outras que foram desenvolvidas especificamente para OA. As metodologias genéricas para desenvolvimento de conteúdo didático, em geral, foram criadas por profissionais da área da educação e possuem uma abordagem mais pedagógica, deixando de lado um tratamento mais técnico e não levando em consideração os atributos de qualidade do OA, inclusive a questão da reusabilidade. Já as metodologias para desenvolvimento de *software* abordam somente aspectos técnicos e não levam em consideração a questão pedagógica. As metodologias desenvolvidas especificamente para o desenvolvimento de OA também apresentam falhas tanto na questão pedagógica como também em alguns aspectos técnicos e de qualidade [8].

Em suma, existe uma carência de metodologias para produção de OA que levem em conta ao mesmo tempo as características dos ciclos de desenvolvimentos de *software*, necessidades de tratamento didático-pedagógicas, o foco no reuso dos OA e que abordem de forma explícita os atributos desejáveis em um OA. Assim, o objetivo principal deste estudo é apresentar um processo de desenvolvimento de OA que supra todas essas exigências e possa ser avaliado por especialistas e que ainda a sua aplicação possa ser posta à prova no desenvolvimento de um OA para comprovação da prática bem sucedida.

Este estudo, a partir deste primeiro capítulo de introdução, está dividido da seguinte forma. O capítulo 2 traz a fundamentação teórica utilizada para sustentar o conceito

de OA, as principais metodologias de desenvolvimento de *design* instrucional e *software* e também alguns trabalhos relacionados. O capítulo 3 apresenta o processo GAIA PDOA, incluindo toda sua estrutura. O capítulo 4 apresenta a análise comparativa do processo GAIA PDOA com alguns processos similares. O capítulo 5 apresenta a avaliação do processo GAIA PDOA. O capítulo 6 apresenta o estudo de caso da aplicação do processo GAIA PDOA no desenvolvimento de um OA. O capítulo 7, por fim, trata das considerações finais deste estudo, resumindo os conceitos abordados nesta introdução e como eles contribuíram com o estudo como um todo, e também, confirmando os resultados positivos obtidos com a avaliação do processo GAIA PDOA e na prática bem sucedida da sua aplicação no desenvolvimento de um OA.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 Conceito de Objeto de Aprendizagem

Não existe uma definição única e nem uma denominação definitiva para OA. Dessa forma, os autores costumam conceituá-los sob vários focos e utilizam vários termos e metáforas para defini-los.

#### 2.1.1 Histórico do Objeto de Aprendizagem

Não é possível afirmar ao certo, quando e por quem o termo objetos de aprendizagem foi introduzido inicialmente. No entanto, por unanimidade, o crédito é dado a Hodgins por diversos autores. Hodgins [10] explica que teria concebido o termo, enquanto analisava problemas ligados a estratégias de aprendizado e observava os filhos que estavam montando blocos de LEGO. Hodgins observou que um novo e diferente elemento era formado, cada vez que os blocos de LEGO eram desmontados e montados novamente de maneira distinta, ou seja, quando reutilizados, poderiam formar novos objetos aplicados em diferentes contextos. Nesse momento Hodgins imaginou construir blocos de aprendizagem interoperáveis, isto é, pequenos pedaços de instruções que podem ser montados em conjunto em estruturas instrucionais maiores e reutilizados em outras estruturas instrucionais, como as peças do LEGO. A partir daí surgiu o primeiro conceito de OA, onde Hodgins inovou ao introduzir a ideia também como um conceito digital.

Segundo Wiley [11], a analogia LEGO procura explicar o conceito de OA sob duas perspectivas: (1) comunicar a ideia básica e (2) colocar um rosto amigável e familiar em uma tecnologia instrucional nova.

No entanto, como explicado por Wiley [11], a analogia LEGO é incompleta ao descrever a estrutura inerente e a natureza de um OA. O problema com a metáfora são as propriedades inatas do LEGO: (1) qualquer bloco de LEGO é combinável com qualquer outro bloco de LEGO, (2) blocos de LEGO podem ser montados de qualquer maneira e (3) são tão simples e divertidos que até mesmo uma criança pode montá-los. A natureza presunçosa dessa metáfora pode levar a crer que os OA também possuam essas propriedades.

Wiley [11] apresenta uma analogia mais holística e completa - um átomo, que é um pequeno componente que pode ser combinado e recombinado com outros átomos, para formar um todo. No entanto, eles diferem-se do LEGO em: (1) qualquer átomo não pode ser combinado com qualquer outro átomo, (2) os átomos só podem ser combinados para formar determinadas estruturas, prescritas por sua estrutura interna e (3) é necessário algum conhecimento prévio para combiná-los. Apesar das diferenças entre as características dessas analogias parecerem triviais, as implicações dessas diferenças são significativas para compreensão de um OA. Por essa razão a analogia apresentada por Wiley se revela melhor fundamentada para fins pedagógicos.

### 2.1.2 Definição de Objeto de Aprendizagem

De acordo com o *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) [12], OA pode ser definido como “qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia”. Essa definição abrange qualquer forma de material instrucional que pode ser utilizado durante o processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia. A definição LTSC é propositalmente ampla para incluir referências como livros não digitais, áudios, periódicos, entre outros. Por exemplo, nesse contexto poderiam estar presentes transparências não digitais projetadas por meio de um retroprojetor, ou até mesmo faixas de áudio explicando algum conceito educacional, uma vez que ambos poderiam ser utilizados durante o processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia.

A definição proposta pelo LTSC é muito ampla e falha ao excluir desse contexto qualquer pessoa, lugar, objeto ou ideia que tenha existido em qualquer momento da história da humanidade, já que qualquer um destes poderia ser “referenciado durante o processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia” [11]. Para restringir o leque de possibilidades, Wiley [11] define OA como “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem”. A gama de possibilidade é agora limitada a incluir somente entidades digitais, tais como imagens digitais, vídeos, animações ou talvez aplicativos *web*, sendo usados para apoiar a aprendizagem. Usando esta definição, é mais fácil rastrear o uso de objetos para incorporar uma estratégia de aprendizagem, uma vez que os próprios OA são digitais por natureza e acessíveis pela *internet*.

A definição proposta por Wiley encontra reforços quando McGreal [13] afirma que os OA permitem e facilitam o uso de conteúdo educacional *online*. McGreal define OA como sendo “*recursos educacionais que podem ser empregados no processo de aprendizagem apoiado pela tecnologia*”. Um OA pode ser baseado em um texto eletrônico, uma simulação, uma página *web*, uma imagem, um filme *QuickTime*, um aplicativo *Java* ou qualquer outro recurso que pode ser usado na aprendizagem.

Apesar de existirem várias definições para OA, de acordo com Cochrane [14], muitos profissionais e pesquisadores concordariam ao dizer que os OA são destinados para melhorar o processo de aprendizagem e também para serem reutilizados dentro de uma série de contextos do processo de aprendizagem. Geralmente são recursos digitais interativos ilustrando um ou vários conceitos inter-relacionados. São pequenos em tamanho, mas possuem contexto e conteúdo suficientes para torná-los pedagogicamente úteis.

Outros pesquisadores procuram definir um OA com base nos elementos que o compõem. Dessa forma L’Allier [15] define OA como “*a menor estrutura instrucional independente que contém um objetivo, uma atividade de aprendizagem e uma avaliação*”. Nesse contexto, um OA pode ser definido por meio de três elementos: (1) o objetivo ou propósito para o qual foi construído, quais conteúdos ou conhecimentos pretende-se construir com o aluno através do uso do OA, (2) a atividade de aprendizagem, ou seja, a interação entre o aluno e o OA, através da qual serão construídos os conhecimentos e (3) a avaliação pela qual se realizará a verificação do que foi compreendido pelo aluno. Percebe-se que nesta definição aparecem, além dos elementos que compõem o OA, outras características, tais como a autonomia do OA e a interatividade.

Segundo Longmire [16], existem várias denominações para OA na literatura, tais como: objetos de conteúdo, objetos de conhecimento, objetos de informação reutilizáveis, objetos educacionais e objetos de aprendizagem reutilizáveis. Para Longmire [16], os OA são “*peças autônomas de informação que são reutilizáveis em múltiplos contextos, dependendo das necessidades individuais de cada usuário*”. Polsani [17] reforça o termo de autonomia do OA, definindo como uma “*unidade autônoma e independente de conteúdos de aprendizagem que está predisposto para reutilização em vários contextos instrucionais*”.

Em geral, algumas definições têm-se focado em parte do termo, no “*objeto*”, enquanto outras têm enfatizado o aspecto da “*aprendizagem*”. Dessa forma, Longmire [16], Haughey et al. [18] e Metros et al. [19] apontam os OA como elementos

dinamizadores das atividades instrucionais os quais são projetados para auxiliar o professor em qualquer situação, como por exemplo:

- Introduzir um novo conceito ou ideia;
- Prover reforço para habilidades existentes;
- Estender o alcance da aprendizagem ao prover novos modos de apresentar o material curricular;
- Ilustrar conceitos que são menos facilmente explicáveis através de métodos de ensino convencionais;
- Apoiar novos tipos de oportunidades de aprendizagem não disponíveis em um ambiente instrucional tradicional;
- Prover atividades de enriquecimento para alunos talentosos e altamente motivados;
- Dar aos alunos oportunidades de praticarem algo que eles estejam aprendendo;
- Colocar problemas para os alunos resolverem;
- Proporcionar aos alunos oportunidades de praticarem com elementos que estejam causando dificuldades;
- Simulação de contextos em atividades práticas;
- Avaliar o conhecimento e/ou compreensão do aluno;
- Complementar o ensino tradicional em diferentes contextos, entre outras situações;

Neste estudo é adotada a definição de OA proposta por Wiley [11]: *"qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem"*.

### **2.1.3 Características do Objeto de Aprendizagem**

Com base nas várias definições apresentadas para OA, é notória a aceitação do conceito introduzido por Wiley [11], como *"qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem"*. Wiley [11] é enfático ao destacar as principais características para a concepção de um OA: (1) a exclusão da conceituação para OA como entidades não digitais, (2) a referência explícita às características de reutilização (excluindo os

não-reutilizáveis), granularidade e composição, (3) podem apresentar diversos tamanhos (pequenos ou grandes), bem como podem ser agrupados entre si para compor diferentes níveis estruturais entre os OA e finalmente, (4) ênfase na utilização dos OA para suporte a aprendizagem. Além dessas, várias outras características são atribuídas no sentido de auxiliar na sua compreensão conceitual, tais como:

- Reusabilidade: de acordo com Polsani [17], um OA deve apresentar flexibilidade que possibilite reutilizá-lo para diversos propósitos e incorporá-lo em diferentes aplicações, produtos e contexto de aprendizagem, utilizando diversos dispositivos para diversos públicos. Se ele é projetado com o propósito de ser utilizado em diversos contextos, pode ser facilmente reutilizado, sem a necessidade de ser reescrito quando aplicado em um novo contexto. A reusabilidade também se conecta com outras características, como exemplo, a granularidade e a modularidade;
- Granularidade: de acordo com Wiley [11], o tamanho de um OA é crucial para alcançar o sucesso na sua reutilização. Com relação a granularidade, Wiley [11] ainda pontua que quanto menor for a granularidade de um OA, ou seja, quanto menor e “bruto” for o estado de seu conteúdo, maior será a sua capacidade de reutilização em um outro contexto de aprendizagem ou mesmo em outro OA;
- Composição: embora o conceito determine o tamanho de um OA, cumprindo o princípio de reutilização, a composição coloca em prática o princípio da aprendizagem. De acordo com Polsani [17], a sua composição formal é a disposição dos elementos. Por exemplo, pode ser um texto, uma imagem, um vídeo, uma animação, um glossário, uma avaliação, entre outros. Preferencialmente um OA deve ser uma combinação de múltiplos elementos. A multiplicidade não só reforça o conceito de comunicação, mas também abre múltiplos caminhos para promover uma melhor compreensão da ideia representada, facilitando o aprendizado com base nas escolhas e características de aprendizagem do aluno. Além disso, o mesmo conteúdo pode servir para alunos com deficiência sem exigir considerações adicionais de desenvolvimento;

- Modularidade: no que diz respeito a modularidade, de acordo com Wiley [11], pode-se afirmar que quanto mais modular o OA, isto é, quanto maior a facilidade de divisão das peças ou componentes (textos, imagens, animações, sons) do todo, maior será a capacidade de reutilização e recombinação dessas peças em outros contextos;
- Agregação: um OA pode ser agrupado com um ou vários OA, formando assim uma estrutura de aprendizagem composta de diversos OA, com diferentes granularidades. Quando combinados, tornam-se mais complexos e contextualizados, porém com um determinado objetivo de aprendizagem [11];
- Interoperabilidade: um princípio fundamental da teoria de OA é a capacidade de usar o conteúdo desenvolvido por uma organização em uma determinada plataforma com um conjunto de ferramentas em outra organização com plataforma diferenciada com outro conjunto de ferramentas. A noção de interoperabilidade é fundamental para o OA ser útil, acessível e reutilizável por outras organizações [20];
- Durabilidade: a durabilidade de um OA diz respeito à capacidade de suportar mudanças e evoluções tecnológicas sem uma reengenharia, reconfiguração ou recodificação custosa. Dessa forma, criar um OA que permite atualizações fáceis e republicação prolongaria sua durabilidade [20];
- Acessibilidade: já que os OA podem ser compreendidos como entidades digitais, isso significa que eles podem ser compartilhados e distribuídos através da internet. No entanto, a definição digital não é suficiente para fazer o OA predominante e acessível. A capacidade de pesquisar, identificar, acessar e recuperar OA é também necessária [20];
- Adaptabilidade: um OA deve ser capaz de ser sequenciado de modo que possa se adaptar às necessidades do aluno (aprendizagem prescritiva), ou seja, deve ser adaptável para atender às necessidades de alunos com diferentes necessidades educacionais [20];

## 2.1.4 Benefícios do uso de Objetos de Aprendizagem

Longmire [16] sugere que os OA podem satisfazer ambas as necessidades de aprendizagem imediata - tais como um curso baseado em conhecimento ou habilidades - e atuais e futuras necessidades de aprendizagem que não são baseadas em cursos. Longmire [16] ainda propõe outros benefícios possíveis ao utilizar os OA:

- Aumento do valor de um conhecimento: do ponto de vista comercial, o valor do conteúdo é aumentado toda vez que ele é reutilizado. Há um aumento de eficiência e produtividade pela redução do tempo e custos envolvidos no repasse da instrução. Isso é refletido não somente nos custos relacionados a tempo e esforço poupados ao se evitar novo desenho e desenvolvimento, mas também na possibilidade de vender o OA para parceiros em mais de um contexto;
- Facilidade de aprendizagem com base nas competências: abordagens baseadas em competências focam na interseção entre habilidades, conhecimentos e atitudes em vez de serem baseadas nos modelos de cursos. Embora essa abordagem tenha conseguido ganhar o interesse de empresários e educadores, um desafio constante na implementação da aprendizagem com base em competências é a falta de conteúdos apropriados, modulares o suficiente para serem verdadeiramente adaptáveis. Os descritores de atributos de granularidade dos OA permitem uma abordagem adaptativa com base em competências ao combinar os metadados com os *tags* de competências individuais;
- Facilidade de atualização, pesquisa e gerenciamento de conteúdo: *tags* de metadados facilitam a atualização rápida, pesquisa e gestão de conteúdo, filtrando e selecionando apenas o conteúdo relevante para um determinado propósito. As *tags* de metadados são descritores que são anexados a um OA. Estes descritores, ou valores, podem indicar qualquer número de atributos para o OA;
- Flexibilidade do conteúdo: se o material é concebido para ser usado em vários contextos, ele pode ser reutilizado com muito mais

facilidade do que o material que tem que ser reescrito para cada novo contexto. A flexibilidade de um OA permite sua reutilização sem nenhum tipo de manutenção;

- Customização do conteúdo: quando as necessidades individuais ou organizacionais exigem customização de conteúdos, os OA facilitam uma abordagem “*just-in-time*” para tal procedimento. A sua modelagem maximiza o potencial do software que personaliza o conteúdo ao permitir o repasse e recombinação de material com o nível de granularidade desejado;

### 2.1.5 Atores no Desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem

De acordo com Ritzhaupt [23], o processo de concepção de um OA envolve basicamente quatro atores principais:

- Alunos: são os principais utilizadores. Geralmente, os OA são projetados para atender as necessidades de diferentes estilos de aprendizagem, podendo oferecer ideias, conceitos e informações de diversas formas que provavelmente beneficiarão mais os alunos do que depender de uma única forma de apresentação;
- Autores: são aqueles que criam com objetivos de aprendizagem específicos. Em sistemas de ensino, os autores são geralmente professores de diferentes domínios de ensino com conhecimentos necessários para desenvolver o OA para objetivos de aprendizagem específicos;
- *Designers* instrucionais: em alguns casos, também são autores. Combinam a sequência do OA tanto para criar OA maiores como para criar componentes de alto nível de instrução, tais como cursos, lições, *web sites* ou livros [16]. O designer instrucional também seria um professor, utilizando o OA em sala de aula;
- Desenvolvedores: são aqueles que satisfazem os requisitos técnicos do OA através da concepção, desenvolvimento e manutenção de aplicativos de *software* úteis para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem [17]. Os desenvolvedores também são responsáveis

por reunir os requisitos técnicos do OA em conformidade com as especificações fornecidas por organizações como o IEEE;

Cada um desses atores desempenha um papel específico. É importante notar que, dependendo do contexto, pode haver mais partes interessadas envolvidas nesse processo.

### 2.1.6 Metadados do Objeto de Aprendizagem

A melhor forma de descrever um OA é através de metadados. Nos repositórios, são descritos por meio de metadados. Para que um OA possa ser recuperado e reutilizado, é preciso que o mesmo seja devidamente indexado e armazenado em um repositório. O termo metadados frequentemente designa “*dados sobre dados, ou informação sobre informação*”. Segundo a *National Information Standard Organization* (NISO) [21], os metadados representam a informação estruturada que descreve, explica e torna possível a localização e a recuperação dos OA nos repositórios. Os metadados facilitam o compartilhamento dos OA, pois definem um conjunto de elementos que permitem identificar as principais características dos recursos disponíveis visando a sua recuperação e reutilização.

De acordo com o LTSC [22], o LOM (*Learning Object Metadata*) foi o primeiro padrão formalmente adotado. Esse padrão define a sintaxe e semântica de metadados para OA. As propriedades relevantes a serem descritas para os OA incluem o tipo do objeto, autor, propriedade, termos de distribuição e formato. Quando aplicado, o padrão LOM também pode incluir propriedades pedagógicas, tais como tipo de interação, classificação do nível e pré-requisitos. O objetivo desse padrão é facilitar a pesquisa, avaliação, aquisição e o uso desses OA, por exemplo, por estudantes, instrutores ou processos automatizados de software. Esse padrão também facilita o compartilhamento e troca de OA, permitindo o desenvolvimento de catálogos e inventários, tendo em conta a diversidade de contextos culturais e linguísticos que seus metadados são reutilizados.

O padrão LOM [22] compreende um conjunto de características que podem ser agrupadas em:

- Gerais: reúnem as características gerais sobre o OA, tais como: identificador, título, idioma, descrição, palavra-chave, cobertura, estrutura e nível de agregação;
- Ciclo de Vida: descrevem a evolução, o estado atual, e as diversas contribuições, tais como: versão, status e contribuintes;

- Meta-Metadado: descrevem os metadados que estão sendo utilizados, tais como: identificador, contribuinte, esquema de metadados e linguagem;
- Técnicas: reúnem aspectos técnicos necessários para utilizar o OA, bem como suas características próprias: formato, tamanho, localização, requisitos, comentários sobre instalação, requisitos para outras plataformas e duração;
- Educacionais: descrevem aspectos educacionais e pedagógicos associados, tais como: tipo de interatividade, tipo de recurso de aprendizagem, nível de interatividade, densidade semântica, papel do usuário final, contexto, faixa etária, dificuldade, tempo previsto para aprendizagem, descrição e linguagem;
- Direitos: relatam condições de uso e aspectos de propriedade intelectual, tais como: custo, direito de cópia e outras restrições;
- Relação: descrevem como o OA está relacionado com outros OA, tais como: tipo e recurso;
- Anotação: reúnem comentários sobre o uso educacional do OA e dados sobre a autoria dos comentários, tais como: entidade, data e descrição;
- Classificação: descrevem como um OA se enquadra em um sistema de classificação;

### **2.1.7 Repositório de Objetos de Aprendizagem**

O núcleo de um sistema de OA é um repositório central (banco de dados) que pode conter centenas de milhares de OA individuais. As informações armazenadas nesses repositórios podem ser acessadas por um conjunto de aplicações e usuários finais, incluindo os alunos e os designers instrucionais. Anexados a cada OA no banco de dados encontram-se os metadados, que incluem informações específicas do assunto em conformidade com os padrões abertos, tais como o LOM [23].

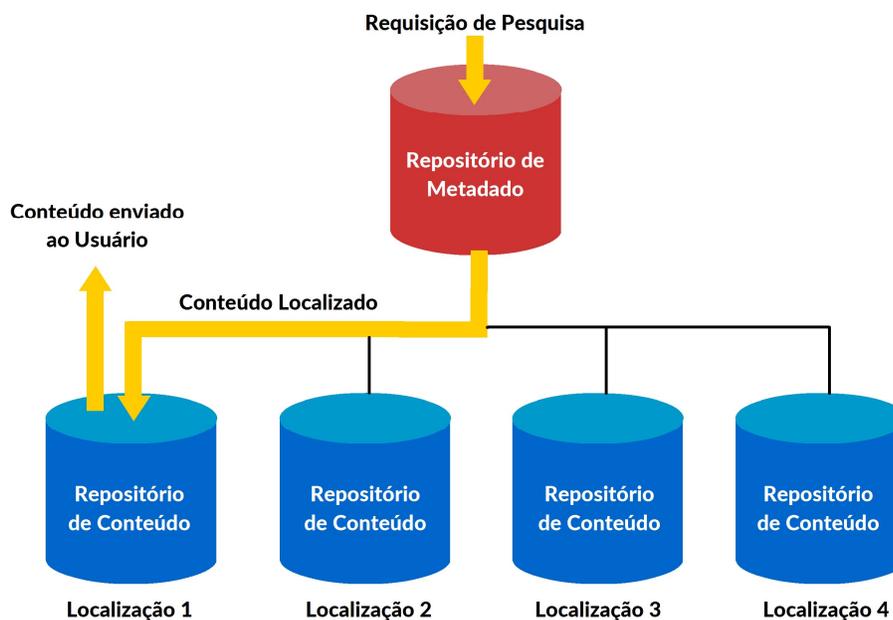


Figura 1 - Repositório de OA.

Fonte: Adaptado de [23].

Na Figura 1 é apresentada uma visão simplificada do processo de recuperação de um OA de um repositório. É evidente que os conteúdos do repositório podem estar dispersos geograficamente. Uma solicitação de pesquisa é enviada para o repositório de metadados que contém informações sobre cada um dos OA e posteriormente são solicitadas as informações do repositório de conteúdo específico [19].

Segundo Downes [24], existem dois modelos principais de repositórios para OA. A forma mais comum é a centralizada, na qual os metadados estão localizados em um único servidor. Este tipo de arquitetura é evidente na Figura 1, onde os metadados são armazenados em um único servidor, enquanto o conteúdo é armazenado em vários outros. Um modelo alternativo é o modelo de OA distribuídos, no qual o metadado do OA está contido em vários servidores conectados. Repositórios de OA distribuídos tipicamente empregam uma arquitetura *peer-to-peer* para permitir que vários servidores se comuniquem uns com os outros.

## 2.2 Metodologias para Desenvolvimento de *Design* Instrucional

O *Design* Instrucional é uma área da pesquisa educacional que estuda técnicas, métodos e recursos que dão apoio ao processo de ensino-aprendizagem. O *Design* Instrucional é definido como um processo (conjunto de atividades) para identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para este problema [35].

### 2.2.1 Metodologia de Dick e Carey

A metodologia desenvolvida por Dick e Carey [25] inclui nove etapas de um processo contínuo de desenvolvimento, melhorias e análise dos objetivos de aprendizagem, materiais e atividades. Esta metodologia aplica avaliação e revisão em todas as etapas do processo.

Cada fase da metodologia é apresentada de forma resumida a seguir [25]:

- Identificar objetivos instrucionais: implica o levantamento das necessidades entendidas como a diferença entre o estado presente e os objetivos apontados;
- Conduzir análise instrucional: determinação das competências necessárias para atingir as metas de aprendizagem. Este processo implica a análise das tarefas a realizar e a análise do processamento de informação onde se definem as operações mentais necessárias em cada passo;
- Identificar comportamentos de entrada: determinação das competências que os alunos devem possuir a entrada para o curso;
- Escrever objetivos de desempenho: identificação das necessidades e metas, baseadas nos objetivos detalhados e específicos de forma a relacionar o processo instrutivo com as metas. Permite focar o planeamento dos conteúdos e atividades de acordo com as condições de aprendizagem, guiar o desenvolvimento de medidas de desempenho do aluno e assistir o aluno no seu processo de aprendizagem;

- Desenvolver instrumentos de avaliação: permite detectar o domínio dos pré-requisitos, verificar os resultados da aprendizagem durante uma lição, proporcionar evidência do progresso do formando e dados para a avaliação do próprio processo de instrução;
- Desenvolver estratégia instrucional: envolve o planeamento das atividades de aprendizagem no sentido do cumprimento dos objetivos de aprendizagem. Inclui também a seleção do sistema de distribuição da instrução, nomeadamente em termos de metodologia de aprendizagem;
- Desenvolver e selecionar matérias instrucionais: onde se procede à seleção dos meios de apoio às atividades de aprendizagem e à adaptação e/ou desenvolvimento de conteúdo;
- Projetar e conduzir avaliação formativa: obtêm-se dados para rever e melhorar os materiais e o processo formativo, momento em que se utilizam ferramentas como questionários, entrevistas, grupos de debate e outros;
- Projetar e conduzir avaliação sumativa: onde se pretende avaliar a eficiência do sistema formativo no seu todo. É executada após o sistema passar pela etapa formativa.

Os princípios associados a esta metodologia estão representados na Figura 2 seguinte, onde é possível compreender melhor a relação entre as várias etapas.

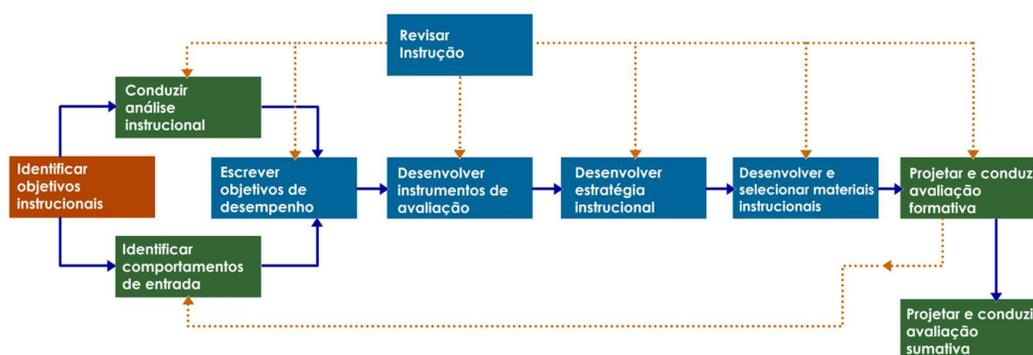


Figura 2 - Metodologia de Dick e Carey.

Fonte: Adaptado de [25].

### 2.2.2 Metodologia de Kemp, Morrison e Ross

A metodologia de Kemp, Morrison e Ross [26] é composta por nove elementos essenciais à produção da instrução:

1. Identificar as necessidades de instrução e especificar objetivos;
2. Examinar as características dos alunos;
3. Identificar os conteúdos e analisar as tarefas (atividades) de aprendizagem necessárias ao alcance dos objetivos;
4. Definir os objetivos de aprendizagem para os alunos;
5. Planejar a sequência do conteúdo dentro de cada unidade lógica de aprendizagem;
6. Planejar as estratégias de instrução para que cada aluno possa dominar os objetivos;
7. Desenvolver a “*mensagem instrucional*” (conteúdos) e a distribuição da mesma;
8. Desenvolver instrumentos de avaliação;
9. Selecionar recursos que apoiem a instrução e as atividades de aprendizagem;

Todos estes elementos ocorrem num contexto de avaliação formativa e sumativa: a primeira visa identificar melhorias durante o processo de planejamento e desenvolvimento da instrução (conteúdos, métodos, atividades de aprendizagem, ferramentas de comunicação, e todos os fatores que possam melhorar o desempenho do aluno na aprendizagem); a segunda tem por objetivo avaliar a eficiência com que os objetivos de aprendizagem são alcançados pelos alunos, ocorrendo, por isso, depois do curso ser produzido [26].

Os nove elementos desta metodologia estão ilustrados na Figura 3.

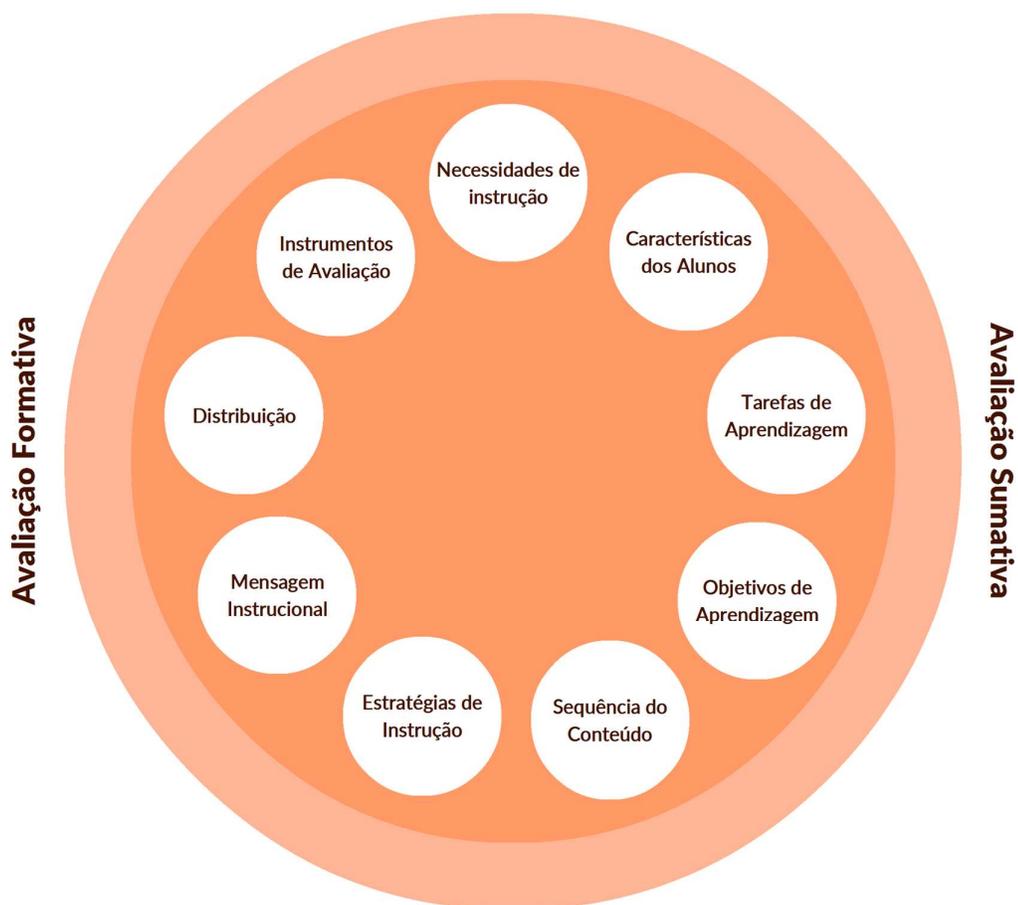


Figura 3 - Metodologia de Kemp, Morrison e Ross.

Fonte: Adaptado de[26].

Nesta representação circular não há necessidade de indicar um ponto de partida. Existe uma interdependência entre os nove elementos, mas decisões com um elemento podem afetar os restantes.

### 2.2.3 Metodologia ADDIE

A metodologia ADDIE é amplamente aplicada no arquétipo instrucional clássico. ADDIE é o acrônimo dessas fases genéricas: Análise, *Design*, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação.

Cada fase da metodologia é apresentada de forma resumida a seguir [27]:

- **Análise:** nesta fase, a partir da identificação do problema educacional, o *designer* instrucional percebe o contexto da aprendizagem, o público-alvo, as metas e os objetivos, dentre outras características relevantes. Nessa fase, também, devemos conhecer a instituição, implicações sobre o ambiente, recursos disponíveis (financeiro, infraestrutura, recursos humanos) e prazos;
- **Projeto:** constroem-se de maneira sistemática os objetivos da aprendizagem, detalhando a forma de disponibilização dos conteúdos, atividades e formas de avaliação. E é nessa fase, também, que definimos as mídias que serão utilizadas, necessitando muitas vezes da criação de *storyboards* (detalhamento tela a tela de um vídeo e/ou animação), projetos de interface e/ou de navegação;
- **Desenvolvimento:** nesta fase é que efetivamente ocorre a produção dos materiais planejados na fase anterior e dependendo da instituição existe uma equipe só para essa demanda;
- **Implementação:** esta fase é responsável pelos testes de validação do material e a implantação do material produzido;
- **Avaliação:** tem-se a avaliação formativa que está presente em cada fase do Modelo ADDIE e a avaliação sumativa que consiste em testes aplicados aos usuários, do material produzido. Revisões podem ser necessárias durante essa fase.

A representação da metodologia ADDIE pode ser visualizada na Figura 4.



Figura 4 - Metodologia ADDIE.

Fonte: Adaptado de [27].

## 2.3 Metodologias para Desenvolvimento de *Software*

Segundo Pressman [28], a engenharia de *software* foi definida inicialmente em 1969 em uma conferência dedicada ao assunto, por Friedrich Ludwig Bauer como “a criação e a utilização de sólidos princípios de engenharia a fim de obter *software* de maneira econômica, que seja confiável e que trabalhe eficientemente em máquinas reais”. Em uma definição mais abrangente o IEEE define a engenharia de *software* sobre dois aspectos: (1) “a aplicação de uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável para o desenvolvimento, operação e manutenção do *software*, isto é, a aplicação da engenharia ao *software*” e (2) “os estudos de abordagens como em (1)”.

Pressman [28] sugere uma visão da engenharia de *software* como uma tecnologia em camadas, como mostra a Figura 5. Qualquer abordagem de engenharia (inclusive a engenharia de *software*) deve se apoiar em um compromisso organizacional com a qualidade. A base de todas essas camadas é o foco na qualidade do *software* desenvolvido.



Figura 5 - Camadas da engenharia de *software*.

Fonte: Adaptado de [28].

O alicerce da engenharia de *software* é a camada de processo. O processo de engenharia de *software* é o adesivo que mantém unidas as camadas de tecnologia e permite o desenvolvimento racional e oportuno do *software* [28].

Segundo Larman [29], um processo de desenvolvimento de *software* “descreve uma abordagem para a construção, implantação e, possivelmente, a manutenção do *software*”. Para Paula [30], um processo de desenvolvimento de *software* “é um conjunto de passos parcialmente ordenados, constituídos por atividades, métodos, práticas e transformações usados para atingir uma meta”.

De acordo com Pressman [28], os processos de engenharia de *software* formam a base para o controle gerencial de projetos de *software*, e estabelecem o contexto no qual:

- os métodos técnicos são aplicados;
- os produtos de trabalho são produzidos;
- os marcos são estabelecidos;
- a qualidade é assegurada;
- as modificações são adequadamente geridas;

Existem diversos modelos de processo de desenvolvimento de *software*. Cada modelo apresenta prós e contras, e cabe à equipe de desenvolvimento adotar o modelo mais adequado para o projeto. Às vezes uma combinação de modelos pode ser mais adequada.

### 2.3.1 Modelo em cascata

O modelo de desenvolvimento em cascata sugere uma abordagem sistemática e sequencial para o desenvolvimento de *software*. As atividades devem ser executadas de maneira sequencial e começam apenas quando outra termina [28].

A Figura 6 apresenta o modelo em cascata:

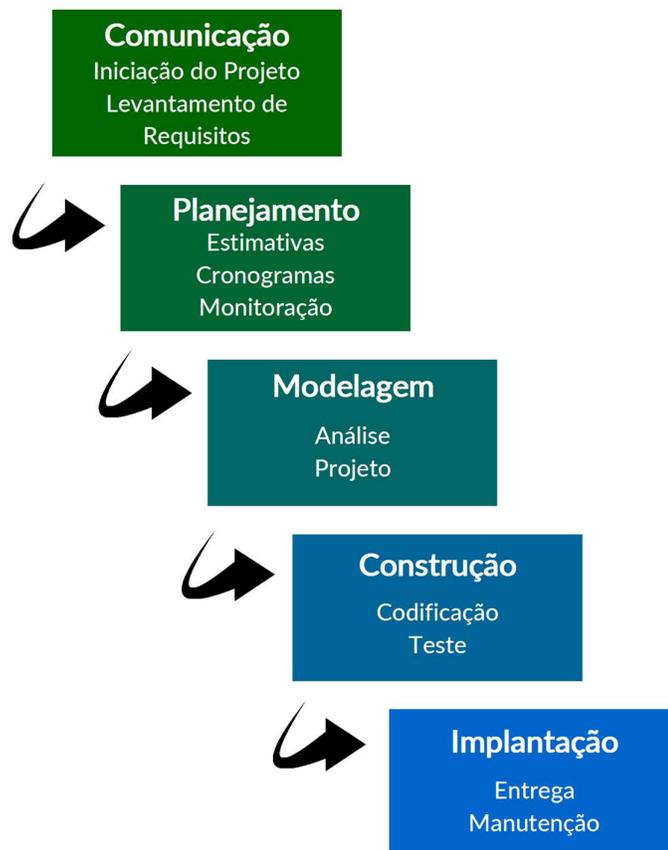


Figura 6 - Modelo em cascata.

Fonte: Adaptado de [28].

### 2.3.2 Modelo Iterativo e Incremental

Nesse modelo o sistema cresce de maneira incremental ao longo do tempo, iteração por iteração. Os primeiros incrementos são versões simplificadas do produto final. Este modelo tem o objetivo de apresentar um produto operacional a cada incremento até se obter o produto final [28].

A Figura 7 apresenta o modelo iterativo e incremental:

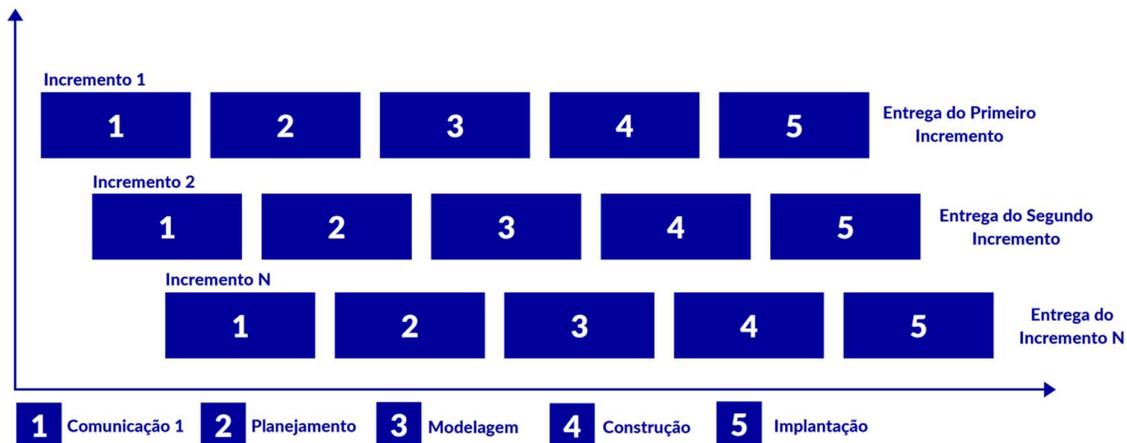


Figura 7 - Modelo iterativo e incremental.

Fonte: Adaptado de [28].

### 2.3.3 Modelo em Espiral

O modelo de desenvolvimento em espiral combina a natureza iterativa da prototipagem com aspectos controlados e sistemáticos do modelo cascata. O produto é desenvolvido em uma série de iterações, onde cada iteração corresponde a uma volta no espiral. As primeiras iterações podem ser um modelo de papel ou protótipo, durante as últimas iterações são construídas versões cada vez mais completas do software [28].

A Figura 8 apresenta o modelo em espiral:

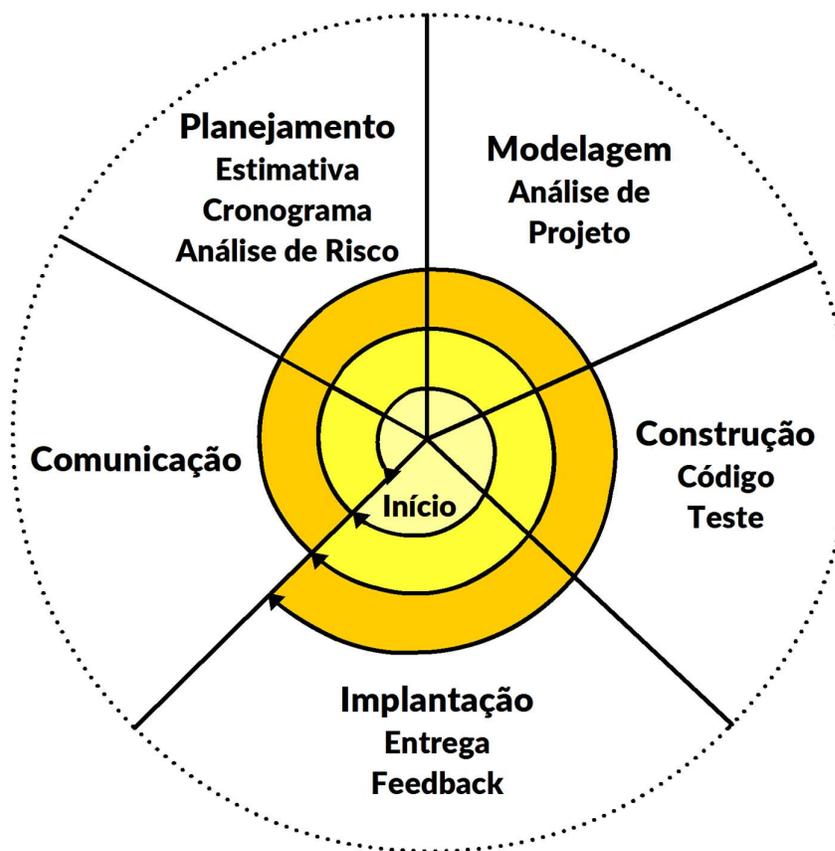


Figura 8 - Modelo em espiral.

Fonte: Adaptado de [28].

### 2.3.4 Modelo de Prototipagem

A característica principal desse modelo é gerar protótipos do sistema com definições de requisitos dadas pelo cliente. Essas definições geram documentos que, por sua vez resultam no protótipo. Esse protótipo é então testado pelo cliente para validar suas funcionalidades [28].

A Figura 9 exibe o ciclo de desenvolvimento do modelo de prototipagem.



Figura 9 - Modelo de prototipagem.

Fonte: Adaptado de [28].

### 2.3.5 Metodologias Ágeis

Processos de desenvolvimento ágeis de *software* são construídos sobre o alicerce do desenvolvimento iterativo e incremental, mas defendem um ponto de vista mais centrado nas pessoas do que nas abordagens tradicionais. Processos ágeis utilizam *feedback*, ao invés de planejamento, como seus mecanismos de controle primário, o que permite adaptar rapidamente a eventuais mudanças nos requisitos. O *feedback* é guiado por testes regulares de versões do *software* em constante evolução [31].

O termo desenvolvimento ágil identifica metodologias de desenvolvimento que adotam os princípios do manifesto ágil. Estes princípios são os seguintes [31]:

- Indivíduos e interação entre eles mais que processos e ferramentas;
- Software em funcionamento mais que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos;

- Responder a mudanças mais que seguir um plano;

O manifesto reconhece o valor dos itens à direita, mas diz que devemos valorizar bem mais os itens à esquerda.

No desenvolvimento ágil, os projetos adotam o modelo iterativo e em espiral. Neste processo todas as fases descritas no modelo em cascata são executadas diversas vezes ao longo do projeto, produzindo ciclos curtos que se repetem ao longo de todo o desenvolvimento, sendo que, ao final de cada ciclo, sempre se tem um *software* funcional, testado e aprovado. Os ciclos são chamados de iterações e crescem em número de funcionalidades a cada repetição, sendo que, no último ciclo, todas as funcionalidades desejadas estarão implementadas, testadas e aprovadas [32].

## 2.4 Trabalhos Relacionados

Esta subseção tem como objetivo apresentar os trabalhos relacionados ao tema deste estudo. Foram reunidos três modelos de processos de desenvolvimento de OA: MIDOA, RLO-CETL e Spiral-Ed.

### 2.4.1 Modelo MIDOA

O modelo MIDOA (Modelo Instrucional para Desenvolvimento de OA) trata-se de uma adaptação da metodologia XP (*Extreme Programming*) e compreende 5 (cinco) fases do processo de desenvolvimento de OA: análise, design, desenvolvimento, utilização e avaliação. Para cada uma dessas fases, são estabelecidas entradas e saídas conforme Tabela 1, para explicar o processo mostrado na Figura 10 [33].

Tabela 1 - Entradas e saídas de cada fase do modelo MIDOA.

Fonte: Adaptado de [33].

Fase	Entrada	Saída
Análise	Modelo Institucional Teorias Pedagógicas Taxonomias Avaliações	Análise de Competências
Design	Análise de Competências Modelos Estratégias	Regras de Produção Design Instrucional
Desenvolvimento	Regras de Produção Design Instrucional	OA
Utilização	OA	Diagnóstico de Uso
Avaliação	OA Diagnóstico de Uso	Avaliação do Conteúdo

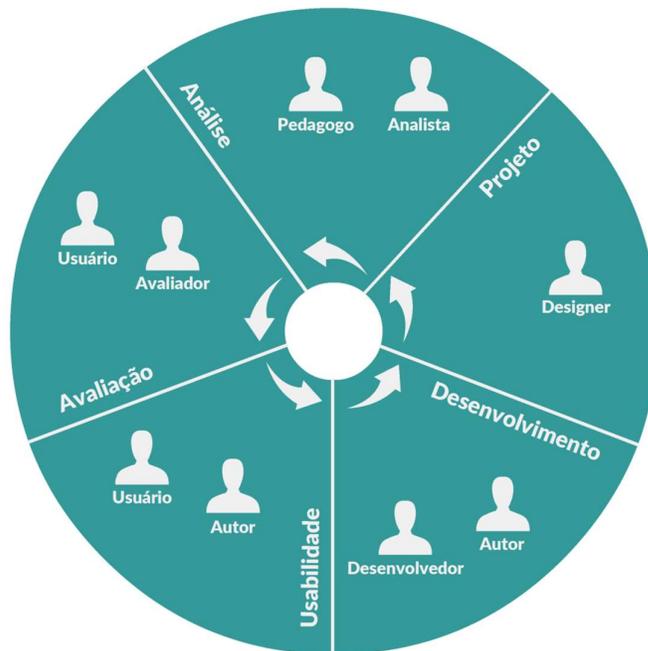


Figura 10 - Modelo MIDOA.

Fonte: Adaptado de [34].

As fases são definidas da seguinte maneira [33]:

- **Análise:** a fase de análise consiste em analisar o modelo institucional para adaptar as teorias pedagógicas e taxonomias para produzir, assim, as habilidades exigidas pela instituição para alcançar o modelo desejado. Nessa fase o pedagogo e o analista são os especialistas na análise das estratégias pedagógicas que devem ser empregadas no desenvolvimento dos OA. Para cada problema abordado, tem que ser desenvolvida ou identificada pelo menos uma competência que atenda ou solucione esse problema. Uma competência pode atender um ou mais problemas, bem como um problema pode ser resolvido por várias competências [34].
- **Projeto:** é nessa fase que os padrões e regras de produção dos objetos com base na análise de competências estabelecidos na fase anterior são definidos, a fim de assegurar a ergonomia e usabilidade do objeto e da aprendizagem e mecanismos de avaliação. O *designer* é o especialista em *design* instrucional, ou seja, é aquele que define como os OA devem ser estruturados para garantir o aprendizado do usuário. O termo *design* instrucional é usado para se referir à engenharia pedagógica que se trata de um conjunto de métodos, técnicas e recursos utilizados em processos de ensino-aprendizagem [35].
- **Desenvolvimento:** a fase de desenvolvimento consiste na produção do OA, com base no design instrucional e nas regras de produção, a partir dos conteúdos proporcionados pelo autor ou autores. O autor e o desenvolvedor têm duas funções distintas, mas complementares na fase de desenvolvimento. O autor é quem cria o conteúdo, é o especialista na área ou especialista no conteúdo e o desenvolvedor é o especialista nas ferramentas ou elementos tecnológicos para transportar esses conteúdos para um OA.
- **Usabilidade:** na fase de usabilidade, os OA desenvolvidos serão utilizados pelo autor e usuário, os quais emitirão uma avaliação em termos de usabilidade, nível de aprendizagem, qualidade dos

conteúdos, entre outros indicadores dos OA. De outro ponto de vista, esses dois atores podem ser vistos como o professor e o aluno.

- Avaliação: na fase de avaliação são envolvidos o avaliador e o usuário do OA, onde o avaliador é o especialista na avaliação dos OA a partir de dois pontos de vista: (1) A relevância do conteúdo, ou seja, o quão bom são os conteúdos dentro do contexto do tema ou problema abordado, e (2) Quantidade do conteúdo, o que indica o quão extenso são os conteúdos e se realmente são suficientes para amparar os temas abordados. O usuário envolvido nessa fase é quem determina se o objeto é realmente útil para ele ou ela, visto que é o usuário final e desconhece o tema abordado, além disso, o autor é um especialista e seu julgamento na avaliação, por seu amplo conhecimento no tema, não seria totalmente imparcial. Deve-se notar que, nesse momento, um avaliador pode ser inclusive outro especialista no conteúdo ou outro professor, uma vez que para realizar uma avaliação satisfatória, é preciso conhecer o assunto em profundidade. Essa prática é comumente utilizada em engenharia de software e é conhecida como revisão por pares.

O modelo proposto destina-se a abraçar as melhores práticas de desenvolvimento de *software*. Outro aspecto importante é o ciclo de vida em espiral. Isso significa que o OA é desenvolvido em uma série de iterações. A vantagem do modelo espiral comparado com outros modelos é a gestão de risco explícita, que permite avaliar a viabilidade da produção e utilização do OA. Dessa forma, a cada nova iteração podem ser realizadas melhorias nos objetos produzidos. Isso assegura a qualidade do produto [33].

### **2.4.2 Modelo RLO-CETL**

A metodologia desenvolvida pelo *Centre for Excellence in Teaching and Learning (CETL) in Reusable Learning Objects (RLO)* da *London Metropolitan University* [36] tem como objetivo prover um modelo que ofereça uma abordagem flexível que se adapte às circunstâncias específicas de cada contexto aplicado, assegurando o controle de qualidade dos processos. A metodologia deve auxiliar as equipes de desenvolvimento a encontrar o melhor caminho para alcançar este objetivo.

O desenvolvimento é realizado por grupos colaborativos de tutores acadêmicos e desenvolvedores multimídia, em que: (1) os tutores acadêmicos são responsáveis pelo projeto (pedagógico) conceitual do OA, enquanto os desenvolvedores multimídia fornecem conhecimento especializado no projeto de apresentação (multimídia) e desenvolvimento, (2) há envolvimento de docentes em todo o ciclo de entrega, desenvolvimento e avaliação dos OA e (3) há uma forte ênfase na garantia da qualidade e avaliação dos alunos [36].

O modelo enfatiza a necessidade de entender o problema antes de projetar a solução. Os projetos devem ser iniciados, portanto, com uma análise das necessidades do aluno. O resultado dessa análise informa o processo de *design* e desenvolvimento. As fases de *design* e desenvolvimento são executadas através de um processo iterativo envolvendo um grupo colaborativo, incluindo centralmente o(s) tutor(es) acadêmico(s) e um desenvolvedor multimídia. Uma característica importante do método é que os OA são usados com grupos significativos de estudantes. Há uso antes de sua reutilização. O uso com os alunos fornece uma base para a avaliação da extensão à qual os OA reuniram-se os objetivos iniciais. Finalmente, e apenas nesta fase, os OA são “*empacotados*”, com a descrição completa de metadados e armazenados em um repositório para reutilização [36].

O modelo RLO-CETL é composto de três fases:

- Necessidades de Aprendizagem e Especificação do Projeto;
- *Design* e Desenvolvimento;
- Entrega e Avaliação;

#### **2.4.2.1 Necessidades de Aprendizagem e Especificação do Projeto**

A fraqueza de muitos artefatos educacionais é decorrente da falta de uma análise adequada das necessidades do aluno. O modelo RLO-CETL enfatiza o entendimento dos problemas antes de produzir uma solução.

Inicialmente ocorre uma discussão informal entre o(s) tutor(es) e o coordenador acadêmico. Também podem ser realizados *workshops* com a participação de alunos. Essa discussão concentra-se na identificação dos problemas dos alunos e como resolvê-los através do desenvolvimento de um OA.

Vários projetos podem ser executados ao mesmo tempo, contanto que esses OA sejam desenvolvidos em uma série de “*miniprojetos*” que podem ser realizados em paralelo ou em sequência, tal como determinado pela equipe de desenvolvimento.

Os projetos devem ser executados dentro das restrições de tempo e do contexto da instituição. O requisito básico dessa primeira fase é ter um entendimento claro do problema e uma especificação para o desenvolvimento do(s) OA. Esta especificação define claramente os desafios esperados na fase de *design*. Também deve proporcionar uma base para a avaliação do(s) OA produzido.

Na Tabela 2 pode ser observado um resumo das atividades realizadas pelos envolvidos nessa fase e o resultado esperado de cada uma delas.

Tabela 2 - Resumo da primeira fase do modelo RLO-CETL.

Fonte: Adaptado de [36].

Recurso	Atividades	Saída
Tutor(es)	Propor e refinar as ideias para o(s) OA(s)	-
Coordenador Acadêmico	Discutir as ideias com o(s) tutor(es)	Especificação do projeto
	Ajudar o(s) tutor(es) no refinamento das ideias	Aprovação do financiamento
	Auxiliar o(s) tutor(es) na especificação do projeto	Alocação dos recursos

O núcleo da equipe de desenvolvimento consiste no(s) tutor(es) e no desenvolvedor multimídia, apoiado por um avaliador e o gerenciamento do projeto é realizado pelo coordenador acadêmico da instituição.

O(s) tutor(es) são financiados para trabalhar no processo de desenvolvimento do OA. Nessa fase eles também devem concordar com a licença que regulará a distribuição e reutilização dos OA.

### 2.4.2.2 *Design e Desenvolvimento*

A metodologia de desenvolvimento do projeto apresenta dois modos de trabalho: a) o modo distribuído, com a separação explícita da especificação e desenvolvimento e b) o modo iterativo intensivo onde o tutor e o desenvolvedor multimídia trabalham em conjunto ao qual, variações entre esses dois modos podem ser utilizados para atender às circunstâncias locais.

O modo de desenvolvimento distribuído é baseado no modelo de desenvolvimento distribuído onde o(s) tutor(es) e o desenvolvedor multimídia geralmente encontram-se em instituições diferentes. O processo consiste basicamente de duas etapas: (1) *design*/especificação de conteúdo e (2) desenvolvimento multimídia.

Na fase de criação de conteúdo, uma especificação é gerada por um especialista que utiliza um *template* especial que o auxilia a organizar seus materiais em um formato adequado para o desenvolvimento de um OA. Então a especificação é enviada para a primeira fase de revisão por pares. Nessa fase, o revisor que é a contraparte especialista no assunto na outra instituição, é encorajado a ser construtivamente crítico e oferecer sugestões de melhoria. Ainda nessa fase, o autor pode ser obrigado a fazer algumas modificações antes que o OA passe para a próxima fase.

Depois de revisada, a especificação e o conteúdo fornecido pelo(s) tutor(es) são enviados eletronicamente para o desenvolvedor multimídia. Baseado na especificação o desenvolvedor multimídia, constrói o OA. Quando finalizado, o OA é verificado para garantir que esteja funcionando corretamente. Em seguida, vai para a segunda fase de revisão por pares (geralmente volta para o revisor da primeira fase). Isso garante que ele atenda a especificação e que nada tenha sido perdido no processo de desenvolvimento. Se necessário, pode ser devolvido para outras modificações e desenvolvimento. Finalmente, o OA é entregue para uso e avaliação dos alunos.

Na Figura 11 é apresentado um resumo de todas as etapas do modo de desenvolvimento distribuído.

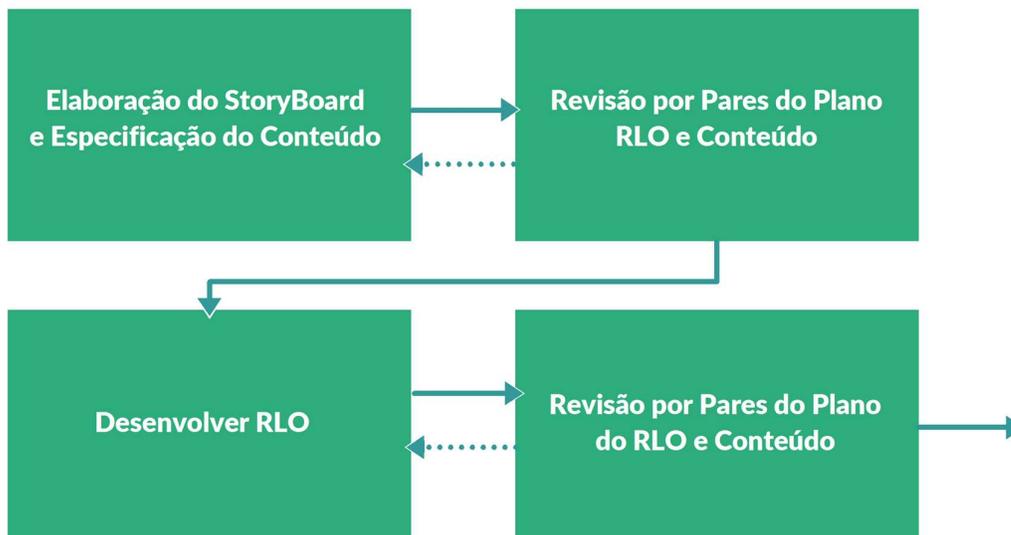


Figura 11 - Resumo do modo de desenvolvimento distribuído.

Fonte: Adaptado de [36].

No modo de desenvolvimento iterativo intenso o tutor e o desenvolvedor multimídia trabalham em conjunto. O desenvolvimento dos OA multimídia envolve uma interação dinâmica entre o(s) tutor(es) e o desenvolvedor multimídia. Essa interação dinâmica oferece suporte ao desenvolvimento de um estilo de prototipagem rápida. O tutor normalmente irá expressar suas ideias iniciais no papel para o desenvolvedor multimídia e após análise, podem levar ao desenvolvimento de um protótipo inicial, o que permite a visualização conjunta da ideia. Ao realizar uma inspeção nesse protótipo podem surgir conceitos para aperfeiçoamento e/ou desenvolvimento. O protótipo evolui através de vários desses ciclos intensos. Os ciclos de: (1) ideias de *design*, (2) ideias de implementação de protótipo e (3) avaliação crítica, conduzem o desenvolvimento dos OA. Esse modo é baseado nas abordagens para o desenvolvimento de *software* conhecidos como “*ágil*” ou métodos de desenvolvimento rápido de aplicações (RAD).

Essas abordagens enfatizam:

- Rápida prototipagem iterativa;
- Utilização de pequenas equipes ágeis;
- Usuário final na equipe de *design*;

- Ênfase em produtos (protótipos), ao invés de seguir os processos definidos;
- Prazos apertados;

Este modelo de desenvolvimento em espiral é ilustrado na Figura 12, deixa claro que o refinamento da especificação é uma parte natural dessa dinâmica do processo iterativo.

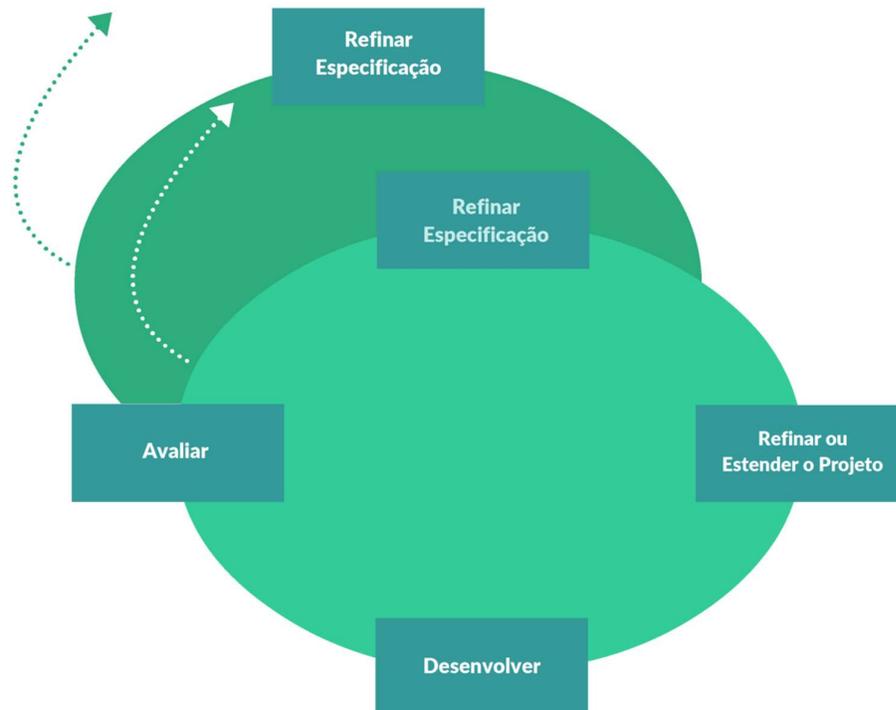


Figura 12 - Desenvolvimento iterativo intenso.

Fonte: Adaptado de [36].

A Figura 13 apresenta o relacionamento entre os dois modos de desenvolvimento:

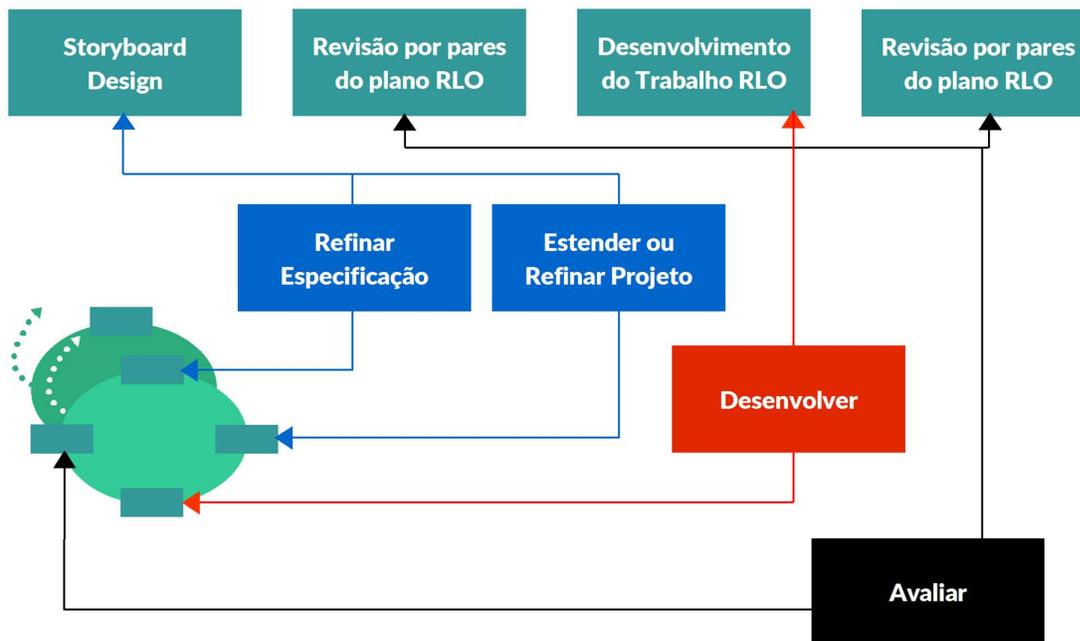


Figura 13 - Relacionamento entre os dois modos de desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de [36].

### 2.4.2.3 Entrega e Avaliação

Os OA são avaliados com base nos requisitos definidos na fase de análise. Os meios de avaliações utilizados devem ser apropriados, rigorosos e ainda viáveis para implementação. A informação deve ser formalmente registrada e incluída nos metadados do OA.

A avaliação está preocupada com a extensão e o padrão de uso do OA pelo aluno, sua avaliação do OA, e as evidências para comprovar a eficácia pedagógica do OA. Os alunos normalmente utilizaram os OA ao longo de um período estabelecido pela instituição.

A avaliação poderá ser realizada por uma ou mais das seguintes técnicas:

- Acompanhamento online dos alunos no uso dos OA;
- Observação direta da utilização dos OA, por exemplo, em sessões de laboratório;
- *Feedback* qualitativo detalhado dos alunos através de entrevistas e/ou focando grupos;

- Medidas de melhoria de desempenho do aluno, por exemplo, teste de classe;
- Os questionários podem fornecer um amplo levantamento de pontos de vista dos alunos;

E finalmente os OA são “*empacotados*” e os metadados adicionados, seguindo a especificações e normas estabelecidas pela IMS e IEEE. Então os são armazenados em um repositório, onde ficam disponíveis para busca externa, *download* e reutilização.

### 2.4.3 Modelo Spiral-Ed

A metodologia Spiral-Ed foi projetada para permitir a inclusão sistemática da experiência de aprendizagem do aluno no processo de desenvolvimento de um software educacional. As aplicações desenvolvidas com o auxílio dessa metodologia, são moldadas baseando-se no *feedback* dos alunos. O principal objetivo dessa metodologia é permitir que todos os recursos envolvidos no desenvolvimento do *software* educacional (engenheiros de *software*, *designers* instrucionais, *designers* de interface e os professores), sejam informados das reais necessidades dos alunos e das metas das tecnologias de aprendizagem [37].

No processo de desenvolvimento de um *software* tradicional, inicialmente é realizado o levantamento e análise dos requisitos funcionais e não funcionais. Por exemplo, no desenvolvimento de uma ferramenta de discussões, esses requisitos descreveriam o que os alunos fazem com a ferramenta (postar ou ler um documento de texto) e como a ferramenta se comporta (quanto tempo o sistema leva para responder). Para *softwares* comerciais, muitas vezes é evidente a razão pela qual as pessoas utilizam aquele *software*, porque seu uso é muitas vezes motivado por um objetivo específico, como acessar alguma informação particular ou automatizar uma tarefa. Em contraste, para tecnologias de aprendizagem, a razão pela qual os alunos fazem as coisas e como eles fazem, muitas vezes pode ser mais importante do que a realização da tarefa utilizando o *software* [37].

A Tabela 3 apresenta exemplos de requisitos funcionais e metafuncionais da ferramenta de discussão exemplificada anteriormente.

Tabela 3 - Requisitos funcionais e metafuncionais da ferramenta de discussão.

Fonte: Adaptado de [37].

Funcional/Requisitos de Usabilidade	Metafuncional/Características de Aprendizagem
Tempo para postagem	O que você aprendeu através das discussões?
Tempo para avaliar as postagens	Como você aborda o uso da ferramenta?
Número de postagens	Por que você usa a ferramenta de discussões da maneira que você usa?
Organização de fóruns	Quais aspectos da sua experiência de uso da ferramenta de discussão o impedem de aprender?
Função de busca em fóruns	

Abordagens tradicionais de desenvolvimento de software consideram normalmente apenas os requisitos listados na primeira coluna da Tabela 3. Na abordagem proposta pela metodologia Spiral-Ed, as perguntas da segunda coluna são consideradas de igual importância.

A Figura 14 apresenta uma visão geral da metodologia Spiral-Ed.

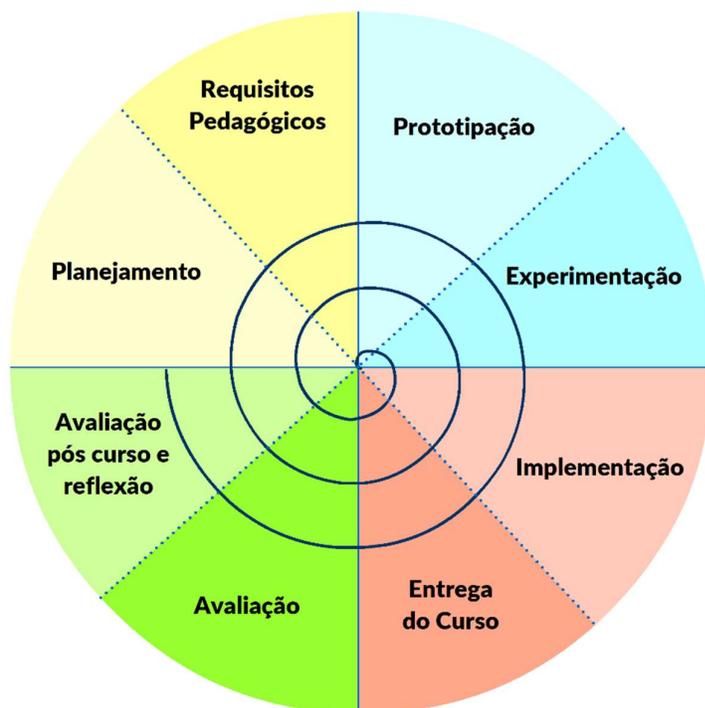


Figura 14 - Metodologia Spiral-Ed.

Fonte: Adaptado de [37].

A metodologia Spiral-Ed, como mostra a Figura 14, é composta por quatro fases, cada uma delas divididas em dois estágios, sendo o primeiro padrão dos modelos em espiral e o segundo específico do Spiral-Ed [37]:

- (a) Planejamento: Nessa fase é realizado todo planejamento para execução do projeto. Os requisitos funcionais e não funcionais do *software* são reunidos e um projeto de *design* para o sistema é elaborado; e (b) Requisitos Pedagógicos: Os requisitos pedagógicos também devem ser reunidos. Esses requisitos são obtidos a partir do professor e incluem a natureza da atividade de aprendizagem, como a atividade será avaliada e qualquer *feedback* anterior dos alunos sobre a atividade de aprendizagem que possa auxiliar os desenvolvedores. O professor deve esclarecer para toda a equipe do projeto, o que se espera que o aluno aprenda, e como. Nessa fase, a avaliação pós-curso da experiência do aluno também deve ser planejada;
- (a) Prototipação: Normalmente um protótipo é construído e utilizado para testes, que são acompanhados por uma análise de risco do projeto que reúne seus resultados; e (b) Experimentação: O objetivo dessa fase é testar o protótipo focando um grupo de alunos. A experimentação pode incluir o corpo docente e alunos. A percepção do *software* pelos alunos e suas abordagens para a atividade de aprendizagem devem ser avaliadas. O protótipo deve fornecer a funcionalidade principal que é necessária para facilitar uma atividade de aprendizagem;
- (a) Implementação: Nessa fase, o *software* deve ser desenvolvido de acordo com os requisitos e protótipo resultado das fases anteriores. O *design* é totalmente projetado para produzir um sistema funcional. Ainda nessa fase, o *software* também é testado para garantir a qualidade; e (b) Entrega do curso: Ao final da fase de desenvolvimento e testes, o *software* é utilizado em um curso, onde os alunos deverão usá-lo para atingir os resultados de aprendizagem esperados em que serão avaliados. Essas informações sobre como os

alunos encaram o uso do *software* devem ser obtidas, sempre que possível;

- (a) Avaliação: Essa fase avalia os resultados obtidos com a aplicação do *software* até que a próxima iteração do projeto seja iniciada; e (b) Avaliação Pós-Curso e Reflexão: Os dados coletados da experiência dos alunos são analisados, e recomendações à partir dos resultados são relatados;

Cada iteração do modelo proposto pela metodologia Spiral-Ed pode levar um ano ou mais, uma vez que alguns de seus marcos (*milestones*) envolve longos ciclos de usuários, especialmente em ambientes de ensino formal (universidades, por exemplo), onde cursos são ministrados apenas uma vez por ano. A metodologia Spiral-Ed oferece diretrizes para que a equipe do projeto possa acompanhar todo o ciclo de desenvolvimento do OA. A metodologia Spiral-Ed também pode ser integrada a outras metodologias de desenvolvimento de *software*, cujo foco são grandes projetos, especialmente onde há maior quantidade de recursos disponíveis, ou simplesmente pode ser utilizada isoladamente para projetos menores. O fato de ser baseada de extensões de metodologias em espiral padrões do mercado significa que pode ser incorporada mais facilmente e sem muitas complicações no processo de desenvolvimento [37].

No capítulo 4 é apresentada uma análise comparativa dos três modelos de processos, MIDOA, RLO-CETL e Spiral-Ed, que acabaram de ser apresentados neste capítulo com o processo GAIA PDOA que é apresentado no próximo capítulo.

### 3 GAIA PDOA: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O objetivo principal deste estudo é apresentar um processo de desenvolvimento de OA que leve em conta ao mesmo tempo as características dos ciclos de desenvolvimentos de *software*, necessidades de tratamento didático-pedagógicos, o foco no reuso dos OA e que aborde de forma explícita os atributos desejáveis em um OA.

Para suprir essas exigências, o processo GAIA PDOA foi criado para disponibilizar um fluxo de trabalho completo para o ciclo de vida de desenvolvimento de OA focado na sua reutilização. O fluxo de trabalho contempla as etapas técnicas essenciais para o desenvolvimento de um OA em conjunto com os aspectos didático-pedagógicos exigidos por esse tipo de tecnologia. No que diz respeito aos atributos desejáveis em um OA, está fundamentado na teoria proposta por Wiley [11]. A prática do reuso tem como base o *workflow* proposto por [40]. Seus alicerces no âmbito pedagógico estão fundamentados nas metodologias de Dick e Carey [25][38], Kemp, Morrison e Ross [26] e ADDIE [27], em conformidade com os princípios básicos e diretrizes da engenharia de *software* [28]. Também incorpora os principais conceitos das metodologias prescritivas de desenvolvimento de *software* [28] em conjunto com as melhores práticas das metodologias ágeis [31][32] e gerenciamento de projetos [39] para garantir a consistência e padronização do processo de desenvolvimento e assim aumentar a qualidade dos OA produzidos.

A estrutura do processo GAIA PDOA também foi inspirada no GAIA PDS - Processo de Desenvolvimento de *Software*, desenvolvido no Laboratório GAIA, do Departamento de Computação da UEL. O Laboratório GAIA tem como objetivo propor soluções inovadoras para apoio e realização de projetos de TIC. As soluções envolvem diversos modelos e técnicas nas áreas de Engenharia de *Software*, Gerenciamento de Serviços de TI e Governança de TI.

A Figura 15 apresenta a modelagem do processo GAIA PDOA.

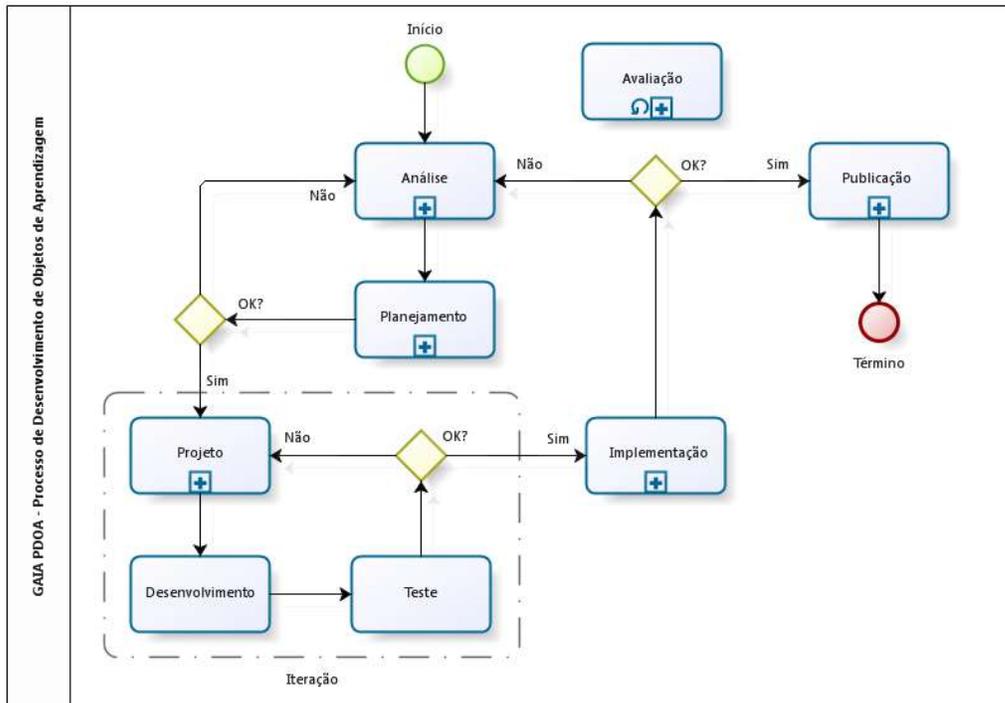


Figura 15 - Modelagem do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1 Análise

Durante a fase de análise, o *designer* instrucional e o professor identificam e esclarecem os problemas de aprendizagem, os objetivos, as necessidades do público-alvo, o conhecimento preexistente, e quaisquer outras características relevantes. A análise também considera o contexto de aprendizagem, quaisquer restrições e as opções de entrega.

A fase de análise é composta por seis etapas: avaliar necessidades, determinar objetivos, analisar objetivos, público-alvo, contexto e finalmente especificar objetivos. A Figura 16 apresenta as etapas que compõem a fase de análise do processo GAIA PDOA.

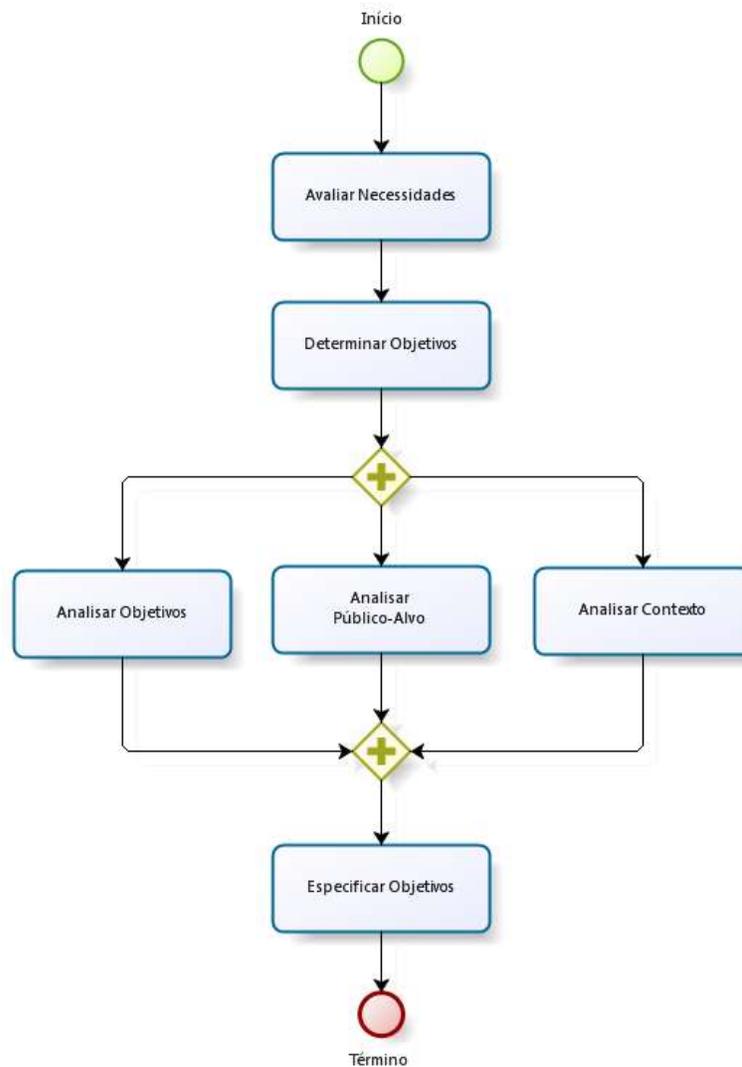


Figura 16 - Etapas da fase de análise do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.1.1 Avaliar Necessidades

Durante a avaliação das necessidades, o *designer* instrucional e o professor identificam os problemas e as causas dos problemas, e então estabelecem um conjunto de soluções que poderiam ser implementadas para resolver os problemas.

O resultado dessa etapa é uma descrição clara de cada um dos problemas, a evidência das causas de cada um deles, bem como a natureza de todas as soluções sugeridas. Estas soluções podem ou não envolver o desenvolvimento de nova instrução.

### 3.1.2 Determinar Objetivos

Determinar os objetivos é um passo importante, pois determinará o que será ensinado e o que os alunos deverão aprender.

As declarações de objetivos são geralmente instruções gerais que podem ser divididas em instruções mais específicas. Os objetivos direcionarão todas as decisões subsequentes do projeto. Podemos pensar nisso como o topo de uma grande pirâmide. Após determinar os objetivos, o restante deve caber embaixo dela e suportá-la.

Ao determinar um objetivo, a descrição do que os alunos serão capazes de realizar não será completa sem uma descrição de quem eles são, do contexto no qual usarão as suas habilidades e das ferramentas que estarão disponíveis para eles.

No final, uma declaração de objetivo completa deve descrever o seguinte [38]:

- Os alunos: são o público-alvo que queremos que aprendam o que estamos tentando ensinar;
- O que os alunos serão capazes de fazer: são simplesmente as habilidades, conhecimentos e atitudes que queremos que os alunos adquiram após completar a instrução;
- O contexto em que as habilidades serão aplicadas: é o contexto do mundo real esperado em que os alunos aplicarão as habilidades desejadas;
- As ferramentas que estarão disponíveis para os alunos no contexto: referem-se às ferramentas que estarão disponíveis para os alunos quando eles tentarem realizar o objetivo em um ambiente do mundo real;

Após determinar os objetivos, o próximo passo é esclarecê-los. De acordo com Dick et. al. [38], o procedimento para esclarecer um objetivo resume-se a:

- Escreva o objetivo;
- Gere uma lista com todos os comportamentos que os alunos devem executar para demonstrar que os objetivos foram alcançados;
- Analise a lista expandida de comportamentos e selecione aqueles que melhor refletem a realização do objetivo;

- Incorpore os comportamentos selecionados em uma ou mais declarações que descrevam o que os alunos deverão demonstrar;
- Examine a declaração de objetivo revisada e julgue se os alunos, os quais demonstraram os comportamentos, cumprirão o objetivo inicial.

O resultado desta etapa é a obtenção de um ou mais objetivos bem definidos. Objetivos são geralmente expressos em termos de novas habilidades, conhecimentos e atitudes que desejamos que os alunos adquiram. Isso inclui o que os alunos serão capazes de realizar quando terminarem a instrução, e o contexto do mundo real em que eles terão de usar estas novas habilidades.

### 3.1.3 Analisar Objetivos

Os dois passos fundamentais na análise de objetivos incluem a classificação sob o domínio próprio e a identificação dos principais passos para cumprir o objetivo.

As classificações de domínio incluem:

- Habilidade intelectual: é aquela em que o aluno realiza uma tarefa cognitiva, quando dado um novo problema para resolver ou atividade para executar. *E-Learning Glossary* [41], define como "*uma habilidade que requer alguma atividade cognitiva única; envolve a manipulação de símbolos cognitivos, ao invés de simplesmente recuperar informações aprendidas previamente*". Estas tarefas podem incluir formação de conceitos, aplicação de regras e resolução de problemas [38].
- Informação verbal: pede ao usuário para indicar, listar ou descrever fatos específicos em resposta a uma pergunta [38]. Este tipo de objetivo é transferido entre os sujeitos utilizando comunicação verbal e exige que seja mais específico quando objetivos mais específicos são dados [38]. O domínio dessas regras e conceitos é a base necessária para a realização de tarefas mentais de nível superior. Por exemplo, resolver um problema de matemática pode envolver a aplicação de fato matemático memorizado, regras e procedimentos [42].

- Habilidades psicomotoras: exige de o aluno completar uma tarefa que emprega movimento motor [38]. O desenvolvimento motor é ou está relacionado com o movimento ou atividade muscular associado com processos mentais [43]. Tem o objetivo de desenvolver a coordenação da mente e do corpo para construir habilidades físicas. São muitas vezes relevantes para o teatro, educação física, músicas e artes, mas também inclui a escrita e outras habilidades abordadas nas áreas curriculares tradicionais [42]. Pesquisas mostram que a inclusão do movimento durante a realização de uma instrução torna as informações mais significativas e, portanto tornando mais fácil para o aluno recordar a informação [44].
- Atitudes: refere-se ao aluno fazer uma escolha sobre uma tarefa ao longo do tempo. Também pode ser definida como “*uma posição mental, com relação a um fato ou estado ou um sentimento ou emoção em direção a um fato ou estado*” [45]. A atitude de uma pessoa lida com um objeto ou como se sentem em resposta a algo que aconteceu. Atitudes diferem entre pessoas e cada um normalmente responde diferentemente a um estímulo. Objetivos atitudinais são geralmente objetivos em longo prazo que podem ser difíceis de avaliar em curto prazo [38].

Em seguida é necessário identificar as principais etapas para atingir a meta definindo as habilidades subordinadas necessárias e comportamentos de entrada.

A análise de habilidades subordinadas é o processo de identificação das principais etapas para atingir o objetivo e designar uma sequência para as etapas. É também “*uma habilidade que deve ser alcançada para aprender uma habilidade de nível superior*”. Também conhecida como uma sub-habilidade ou pré-requisito [46]. Uma vez que cada objetivo instrucional é único, não existe um número prescrito de passos ou quantidade de instrução necessária para alcançar o objetivo, mas, em geral, os objetivos devem ser alcançados entre cinco a quinze passos, ou entre uma a duas horas de instrução. As principais etapas podem ser exibidas em formato gráfico, um nó para cada etapa ou conceito, que transmite o sequenciamento das etapas [38]. A análise de habilidades subordinadas é feita para garantir uma instrução eficaz, identificando as habilidades que devem ser aprendidas antes de ensinar novas habilidades [47].

Várias técnicas podem ser aplicadas para determinar as habilidades subordinadas:

- Técnica de análise hierárquica: é usada para classificar a habilidade intelectual ou psicomotora. Às vezes sequências de etapas do procedimento serão incluídas em uma análise hierárquica. O diagrama para a abordagem hierárquica é uma estrutura de árvore [38]. Estas etapas incluem fazer perguntas para encontrar as habilidades subordinadas que são necessárias para completar a tarefa [46];
- Técnica de análise de *clusters*: é utilizado para um objetivo informativo, onde não há nenhum elemento processual. “*O designer instrucional e/ou professor podem avançar diretamente para a identificação das informações necessárias para atingir o objetivo*” [38]. Desta forma, o *designer* e/ou professor não precisam concentrar-se tanto na ordem dos acontecimentos e podem focar diretamente no objetivo e lidar de maneiras diferentes para atingi-lo. Isso também pode ser representado graficamente em uma estrutura de árvore [38];
- Técnica de combinação: às vezes, é necessário identificar habilidades subordinadas usando a técnica de análise hierárquica em combinação com a técnica de análise de *cluster*. Identificar habilidades subordinadas para um objetivo atitudinal, o primeiro passo é fazer uma análise de qualquer habilidade, intelectual ou psicomotor, em seguida, uma análise de um objetivo de informação verbal. A análise mais significativa de um objetivo de informação verbal é identificar as principais categorias de informações que estão implícitas pelo objetivo [46]. Este é um grande momento, porque quando os alunos podem visualizar que algo está acontecendo, é mais interessante e significativo para eles. Eles também podem fazer conexões com aprendizagens anteriores e imprimi-las em suas mentes [38];

A análise das habilidades subordinadas é importante porque identifica o que o “*aluno já deve saber ou ser capaz de fazer antes que ele possa aprender a realizar*” o

próximo passo no objetivo [38]. A nova habilidade pode ser um grande passo ou sub-passo no aprendizado da nova habilidade [47]. A relação de habilidades subordinadas é geralmente sequencial [38]. Comportamentos de entrada são habilidades pré-requisitos e habilidades subordinadas que o aluno deve dominar antes de receber a instrução em uma nova habilidade [47]. Esta etapa é importante na eficácia da lição por causa de poucas ou muitas habilidades que podem afetar a aprendizagem [38]. Por exemplo, uma habilidade subordinada seria driblar, pegar a bola, arremessar e correr. Essas são habilidades necessárias para jogar basquete. Sem elas os atletas não seriam bem sucedidos. No mesmo aspecto, existem habilidades que os alunos precisam para que possam ser bem sucedidos em sala de aula [38].

### 3.1.4 Analisar Público-Alvo

Há muitas coisas a se considerar ao observar o público-alvo. Algumas delas incluem "*comportamentos de entrada, conhecimento prévio do tópico, atitudes em relação ao conteúdo e ao sistema de entrega do conteúdo, motivação acadêmica, educacional e níveis de habilidades, preferências, atitudes em relação às organizações de treinamento e características gerais do grupo*" [38]. Estas informações podem vir de várias fontes diferentes, incluindo entrevistas e pesquisas com instrutores, alunos e testes preliminares administrados ao público em potencial para identificar comportamentos de entrada e conhecimentos prévios [38].

Para esta etapa, é necessário escrever uma descrição do público-alvo que aborda os seguintes pontos:

- Quais são as características gerais do público-alvo? Por exemplo: idade, nível escolar, área de tópico entre outros;
- Existe algum comportamento de entrada que não é específico para o objetivo, mas é necessário que o público-alvo possua? (Comportamentos de entrada);
- O público-alvo já possui algum conhecimento prévio sobre o assunto? (Conhecimento prévio do tópico);
- O público-alvo tem uma atitude positiva em relação ao conteúdo e ao sistema de entrega? (Atitudes em relação ao conteúdo e ao sistema de entrega do conteúdo);

- É razoável esperar que o público-alvo queira saber o que precisa ser aprendido? É provável que o tópico abordado lhes interesse? (Motivação acadêmica);
- É razoável esperar que o público-alvo possa aprender o que precisa ser aprendido? (Educativo e níveis de habilidades);
- O público-alvo possui alguma preferência geral de aprendizagem? (Preferências gerais de aprendizagem);
- O público-alvo tem uma atitude positiva em relação à organização fornecendo a instrução? (Atitudes com relação à organização de treinamento);
- Existe alguma característica importante do grupo? Quão semelhantes ou diferentes eles são? (Características do grupo);
- Como foram obtidas as informações sobre as características do público-alvo?

### **3.1.5 Analisar Contexto**

A próxima etapa consiste em descrever o contexto em que a aprendizagem ocorrerá e o contexto no qual os alunos irão eventualmente usar suas novas habilidades.

Primeiramente, escreva um parágrafo que descreve o contexto o qual eventualmente os alunos deverão usar as suas novas habilidades. Tenha em mente que isso é diferente do contexto em que eles realmente vão aprender as habilidades. Devemos abordar os seguintes pontos [38]:

- Que tipo de apoio organizacional os alunos podem esperar receber durante o uso de suas novas habilidades? (Apoio gerencial);
- O uso de suas novas habilidades dependerá de certos equipamentos, instalações, ferramentas ou outros recursos? (Aspectos físicos do local);
- Ao usar estas novas habilidades, os alunos trabalharão sozinhos ou em grupo? Trabalharão de forma independente ou serão supervisionados? (Aspectos sociais do local);
- Quão relevantes são as novas habilidades para o atual local de trabalho? As novas habilidades serão utilizadas em outras áreas da

vida dos alunos? Existem quaisquer limitações físicas, sociais ou de motivação para o uso das novas competências? (Relevância das Competências para local de trabalho ou da vida);

- Como foram obtidas estas informações sobre o contexto?

Finalmente, escreva um parágrafo que descreve o contexto em que a aprendizagem ocorrerá. Tenha em mente que este pode diferir do contexto em que as habilidades serão realmente utilizadas. Devemos abordar os seguintes pontos [38]:

- Quantos locais existem, e quais são as características deles? Os alunos receberão a instrução em um ambiente de sala de aula? Quais equipamentos e recursos estão disponíveis? (Número e natureza dos locais);
- O local inclui todas as ferramentas ou outros itens que são necessários para a aprendizagem do objetivo? Existem quaisquer restrições pessoais ou de tempo que você possa identificar? (Compatibilidade do local com os requisitos da instrução);
- Os locais são convenientes para os alunos, existem conveniências necessárias disponíveis, e há espaço adequado e equipamento para o número esperado de alunos? (Compatibilidade do local com as necessidades do aluno);
- Será que o ambiente de aprendizagem estimula adequadamente o ambiente do eventual trabalho? Existe algo que possa ser realizado para torná-lo mais parecido com o ambiente de trabalho? (Viabilidade para simulação do local de trabalho);
- Como foram obtidas estas informações sobre o contexto?

### 3.1.6 Especificar Objetivos

A última etapa da fase de análise consiste em especificar os objetivos, ou seja, delimitar um escopo de trabalho. Não existe uma fórmula exata para especificar um objetivo. Na literatura, podemos encontrar diversas formas, embora muitas delas apresentem componentes em comum.

O *Educational Technology Training Center* [48], afirma que um objetivo deve ser especificado seguindo as seguintes componentes:

- Desempenho do aluno: que é o comportamento observável expresso em um verbo de ação e demonstra domínio do conteúdo;
- A condição: que inclui domínio prévio de conteúdo antes de tentar uma resposta;
- Critério: que especificará o nível aceitável de domínio do conteúdo;

*Arizona Department of Administration* [49] afirma que os componentes da especificação de um objetivo são: qualidade, quantidade, pontualidade e eficiência. Esses quatro componentes são importantes porque se encaixam e avaliam a eficácia da lição. Para cada um desses componentes, "*medidas gerais*" precisam ser adotadas para que a lição flua corretamente.

Dick et. al. [38], afirmam que a definição de Robert Mager [50] é o padrão geralmente aceito. Suas três componentes são identificadas como:

- Uma descrição da habilidade ou comportamento determinado através de análise instrucional;
- Descrição das condições sob as quais o aluno estará realizando;
- Descrição dos critérios para avaliar o desempenho do aluno;

Os três componentes constroem uma base do que é importante e o que é preciso concentrar-se ao desenvolver uma lição e ao avaliar objetivos por parte do *designer* instrucional e/ou professor.

Dick et. al. [38] também listam os componentes de Gagne [51]:

- A condição (o que desencadeia o desempenho?);
- Um verbo de ação;
- Um objeto do verbo;
- Os critérios para determinar a exatidão;

Quine [52], fornece o acrônimo SMART para especificar um objetivo corretamente:

- Específico: o objetivo não deverá deixar margem para ambiguidade ou má interpretação;
- Mensurável: utilize sempre um verbo verificável que descreve uma ação mensurável e observável. O verbo deve ser um verbo "*verificável*", que é um verbo, cuja ação pode se provar ter sido realizada;

- Realizável: o objetivo deve ser realizável;
- Relevante: o objetivo deve ser relevante para o executor;
- Limite de tempo: o objetivo é melhor se atingido dentro de um prazo determinado;

A condição é muitas vezes especificada no objetivo através de uma cláusula começando com a palavra “*dado*” [52].

Vogler [53] identifica três elementos para a especificação de um objetivo:

- A definição de um comportamento observável ou desempenho por parte do aluno, pode ser definida mediante o preenchimento da declaração, “*O aluno vai ...*”;
- A definição de como o desempenho será mensurada. Medição implica em uma base numérica, e deve ser a medida de (1) a quantidade, (2) a qualidade, (3) a eficiência, ou (4) a durabilidade;
- A definição das condições sob as quais o desempenho deve ocorrer. A condição deve definir a configuração e recursos disponíveis para o aluno;

Clark [54] também identifica três componentes:

- Tarefa: o que o aluno deve executar. Deve haver um comportamento e um verbo;
- Condição: como a tarefa será executada;
- Padrão: critérios que indicam o quão bem a tarefa deve ser executada;

Para este estudo foi adotada a definição proposta por Robert Mager [50], uma vez que Dick et. al. [38] afirmam ser o padrão geralmente aceito.

## 3.2 Planejamento

A fase de planejamento é composta por sete etapas: definir tecnologias, analisar riscos, estimar prazos e custos, planejar recursos operacionais, planejar recursos humanos, analisar viabilidade e finalmente planejar iterações. A Figura 17 apresenta as etapas que compõem a fase de planejamento do processo GAIA PDOA.

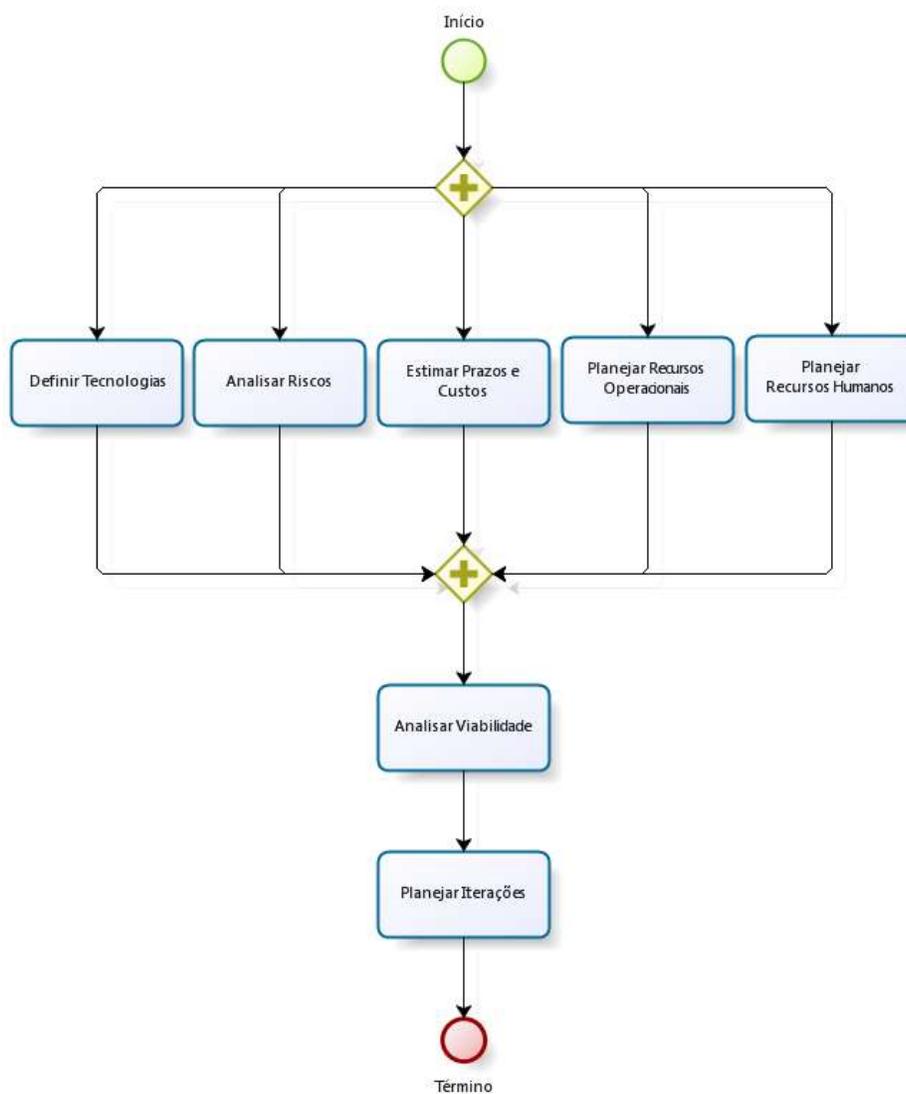


Figura 17 - Etapas da fase de planejamento do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.2.1 Definir Tecnologias

Esta etapa tem como objetivo definir qual tecnologia será utilizada para implementação do OA. Ao definir a tecnologia é necessário levar em consideração os recursos disponíveis, ou quando necessário adquirir um novo *software* ou *hardware*, as restrições orçamentárias do projeto, além do tempo para implementação avaliando a necessidade de treinamento do público-alvo que utilizará o OA desenvolvido e o programador que realizará a codificação do OA.

### **3.2.2 Analisar Riscos**

Obviamente, a implementação do OA pode apresentar riscos, ou seja, riscos referentes à dificuldade de implementação, riscos tecnológicos, riscos de aceitação por parte dos alunos (risco didático), entre outros. Esses riscos devem ser elencados e analisados, visando-se decidir pela continuidade ou não do desenvolvimento do OA, ou seja, esta etapa tem como objetivo identificar riscos potenciais do projeto, qualificando-os segundo a probabilidade de ocorrência ou segundo impacto para o projeto. Também é de responsabilidade da análise de riscos a elaboração de ações preventivas e corretivas para os riscos identificados [39].

### **3.2.3 Estimar Prazos e Custos**

Apesar do foco do processo ser voltado para o desenvolvimento de OA para instituições de ensino, assim como no desenvolvimento de um *software* convencional é necessário estabelecer um prazo e/ou cronograma para entrega do OA a ser desenvolvido, bem como determinar o custo estimado para o desenvolvimento do mesmo, em vista as restrições orçamentárias de cada projeto [39].

### **3.2.4 Planejar Recursos Operacionais**

Esta etapa tem como objetivo planejar todos os recursos operacionais necessários para o desenvolvimento do OA. Os recursos compreendem *software* e/ou licenças, *hardware*, qualquer tipo de dispositivo tecnológico, matérias instrucionais, entre outros [39].

### **3.2.5 Planejar Recursos Humanos**

Esta etapa tem como objetivo planejar todos os recursos humanos necessários para o desenvolvimento do OA e estabelecer o papel de cada um deles no projeto [39].

Neste estudo a equipe multidisciplinar de desenvolvimento é composta de:

- Especialista no assunto: é responsável pelo desenvolvimento do conteúdo de aprendizagem em um assunto específico (ou seja, astronomia, matemática, biologia e etc.);
- *Designer* gráfico: é o responsável pelo desenvolvimento de elementos gráficos de um OA, bem como, a sua aparência;
- Programador: faz o uso de ferramentas de software específicas, a fim de implementar o nível desejado de interação entre o OA e o usuário;
- Autor de metadados: São responsáveis pela caracterização dos OA com os metadados;
- *Designer* instrucional: define os objetivos de aprendizagem e projetam atividades de aprendizagem adequadas que conduzam à realização destes objetivos. Eles são responsáveis pela concepção e/ou seleção de OA apropriados que darão suporte a atividade de aprendizagem que pretendem implementar. Além disso, eles facilitam os autores na criação e/ou adaptação dos OA, fornecendo conselhos sobre a concepção pedagógica do OA. Eles também podem apoiar os autores de metadados para descrever os OA com metadados educacionais e disponibilizá-los ao gerenciados do ROA;
- Moderador do ROA: é responsável pela política do ROA, tais como direitos, termos de uso e mecanismos de qualidade. Aprovam e publicam os OA no ROA disponibilizados pelo professor e/ou designer instrucional. Também são responsáveis pela possível retração dos OA do ROA;
- Aluno: é o usuário final dos OA e também é o principal participante nas atividades de aprendizagem. Também fornecem *feedbacks* (comentários) relacionados ao uso e a qualidade dos OA;
- Professor: Profissional apto a executar vários papéis, como o de especialista no assunto, autor de metadados e *designer* instrucional, além de estar presente em praticamente todas as fases de concepção do OA;

### 3.2.6 Analisar Viabilidade

Nesta etapa, após definir as tecnologias, analisar os riscos, estimar os prazos e custos, planejar os recursos operacionais e humanos e estabelecer a equipe multidisciplinar de desenvolvimento do OA, teremos informações suficientes para decidir pela continuidade ou não do projeto. Algumas perguntas precisam ser respondidas [39]:

- Existe alguma inviabilidade técnica?
- Existe alguma inviabilidade estratégica?
- Existe alguma inviabilidade financeira (restrições orçamentárias)?

### 3.2.7 Planejar Iterações

A partir do planejamento geral do projeto, a equipe deve indicar o número de iterações necessárias para o desenvolvimento do OA. Neste momento o planejamento de cada iteração também deverá ser detalhado definindo o que será desenvolvido (resultados), quem desenvolverá (membros da equipe), bem como indicar as tecnologias a serem utilizadas e os riscos que deverão ser tratados em cada uma delas.

## 3.3 Projeto

A fase de projeto lida com objetivos de aprendizagem, instrumentos de avaliação, exercícios, conteúdo, análise de assunto, planejamento de aulas, e seleção de mídia. A fase de projeto deve ser sistemática e específica. Sistemático significa lógico, um método ordenado de identificação, desenvolvimento e avaliação de um conjunto de estratégias planejadas direcionados para atingir os objetivos do projeto [27].

A fase de projeto é composta por três etapas: desenvolver instrumentos de avaliação, desenvolver estratégia instrucional e finalmente desenvolver materiais instrucionais. A Figura 18 apresenta as etapas que compõem a fase de projeto do processo GAIA PDOA.



Figura 18 - Etapas da fase de projeto do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.1 Desenvolver Instrumentos de Avaliação

Esta etapa consiste no desenvolvimento de instrumentos de avaliações os quais deverão [38]:

- Assegurar aos alunos conhecer os pré-requisitos necessários para a realização de novas habilidades;
- Identificar o progresso do aluno no cumprimento dos objetivos durante o processo de aprendizagem;
- Avaliar o processo de aprendizagem para garantir que é estruturalmente sólido;

O que é um instrumento de avaliação? Uma "avaliação" não é apenas um teste, mas uma série de itens usados para avaliar as habilidades e progresso de um aluno, bem como a qualidade do ensino, além de avaliar os meios instrucionais utilizados [38].

O que é uma avaliação critério-referenciada? Critério (ou a versão plural de critérios) é definido como [38]:

- Um padrão sobre a qual uma sentença ou decisão deve ser baseada;
- Uma marca ou traço de caracterização;

Exemplo de critério: os alunos irão responder 85% do questionário corretamente para demonstrar o domínio da lição.

O objetivo da avaliação critério-referenciada é "*determinar a adequação do desempenho de um aluno em atingir o objetivo*" [38]. Esta avaliação "*se destina a medir o quanto uma pessoa aprendeu de corpo específico de conhecimentos e habilidades*" [55]. Geralmente esta avaliação é utilizada no mundo educacional, para decidir se um aluno aprendeu as informações em um determinado grau, antes de avançar para o próximo nível. Uma avaliação critério-referenciada mede o desempenho dos alunos no cumprimento de um objetivo comportamental. É um tipo de *feedback* que avalia o sucesso da unidade instrucional [38]. Através de uma avaliação critério-referenciada, o aluno demonstra habilidades e conhecimentos específicos. Informações obtidas através desta avaliação serão úteis para o planejamento de ambas as instruções de grupo e individual [56].

Geralmente quatro tipos de testes critério-referenciados podem ser aplicados:

- Teste de comportamentos de entrada: são usados para avaliar se o aluno tem completo domínio das habilidades necessárias que são pré-requisitos para compreender a lição [38]. É usado para testar uma pequena amostra do público-alvo, para verificar se o nível de conhecimento é o mesmo que você como professor acredita ser o nível de comportamento de entrada do público-alvo. É útil para descobrir se o nível de conhecimento do público-alvo irá corresponder ao nível requerido pela instrução [57]. O teste de comportamentos de entrada mede as habilidades pré-requisitos dos alunos, as habilidades que os alunos devem ter dominado antes de introduzir novas habilidades. Sem as habilidades pré-requisitos, a instrução não pode iniciar [38];

- Pré-testes são usados para determinar o nível de compreensão do material de cada aluno assumindo que alguns "*deles terão conhecimento parcial do conteúdo*" [38]. Em outras palavras, são usados para avaliar a compreensão dos alunos das principais etapas da análise de objetivos. Ainda são usados como um "*teste para avaliar o grau de preparação dos alunos para estudos posteriores*" [58]. É uma grande ferramenta para os professores usarem antes de iniciar uma lição para descobrir o que os alunos já sabem sobre um tópico, e por onde começar uma lição. O pré-teste é administrado apenas quando os alunos podem ter algum conhecimento parcial do novo conteúdo instrucional. Ele é utilizado para desenvolver a instrução para um grupo específico de alunos, ao seu nível [38]. Enquanto o pré-teste é muitas vezes combinado com a avaliação de comportamentos de entrada, o testador deve se lembrar que eles têm duas finalidades diferentes. Além disso, se o instrutor sabe que o aluno não tem conhecimento do novo objeto de estudo, o pré-teste pode ser desnecessário [59];
- Testes práticos ou testes de ensaio: fornecem a participação ativa do aluno durante a instrução. Testes práticos permitem aos alunos ensaiar novos conhecimentos e habilidades para julgar por si mesmos o seu nível de compreensão e habilidade. Instrutores usam as respostas dos alunos dos testes práticos para fornecer *feedback* corretivo e para acompanhar o ritmo da instrução;
- Pós-testes servem a dois propósitos: para avaliar o domínio do aluno em relação aos objetivos (etapas principais e habilidades subordinadas) apresentados durante a instrução e identificar a eficácia do projeto da instrução [38]. É usado após a parte instrucional da lição. Normalmente pós-testes são usados em conjunto com pré-testes para que os alunos possam visualizar o quanto eles aprenderam durante a lição. Pré-testes e pós-testes nem sempre precisam ser usados em conjunto, mas eles realmente podem dar uma imagem fiel de como os alunos estão fazendo após receber uma instrução [58]. O pós-teste mede o domínio de todos os

objetivos do aluno com ênfase no objetivo terminal. Serve a dois propósitos: fornecer *feedback* para o *designer* instrucional e/ou professor que identificam os pontos fracos na instrução e avaliar o sucesso do aluno no domínio do conteúdo do estudo [38]. Cada item dos testes deve corresponder a um objetivo, por isso a identificação de pontos fracos na instrução deve ser bastante simples [59];

Encontrando o melhor formato para medir diferentes áreas/tipos de aprendizagem:

- Domínio da informação verbal: (a) COMO - os alunos demonstram compreensão, lembrando ou não se lembrando de informações, (b) O QUE - Teste estilo objetivo direto, itens como resposta curta, resposta alternativa, correspondência e itens de múltipla escolha;
- Domínio de habilidades intelectuais: (a) COMO - mais difícil e complexo para criar - avaliar o conhecimento dos conceitos multifacetados, (b) O QUE - itens estilo objetivo, criação de projeto/produto ou desempenho/apresentação;
- Domínio Atitudinal: (a) COMO - também mais difícil e complexo para criar - com foco nas preferências e atitudes do aluno, (b) O QUE - declaração direta do aluno, observação ou inferência semelhante;
- Domínio Psicomotor: (a) COMO - normalmente exigem o aluno demonstrar passos para mostrar compreensão do conceito universal, (b) O QUE - rubrica, inventário, escala de avaliação, ou manifestações diretas;

Dick et. al. [38] afirmam que é preciso observar:

- O item de avaliação requer o mesmo desempenho do aluno conforme especificado no objetivo instrucional?
- O item de avaliação fornece as mesmas condições (ou "*dados*") como os especificados no objetivo instrucional?

Geralmente quatro tipos de critérios de itens de teste podem ser aplicados:

- Critério centrado no objetivo se concentra no comportamento especificado no objetivo. Este comportamento é descrito pela

escolha de verbos no objetivo [38]. O formato do teste e do item deste teste baseia-se fortemente na formulação dos objetivos [59];

- Critério centrado no aluno requer que o *designer* instrucional e/ou professor considerem diversos alunos: aqueles atrasados em leitura, baseado no gênero ou aqueles que simplesmente não estão familiarizados com um método específico de fazer as coisas. Ao planejar critérios centrados nos alunos, deve-se pensar sobre os muitos aspectos dos alunos específicos da lição. Estes aspectos incluem os níveis de vocabulário e de linguagem, níveis de motivação e nível de interesse, experiências e necessidades especiais [38]. Nos critérios centrados no aluno, os itens de teste e tarefas devem ser concebidos com as necessidades do aluno em mente. Engloba conscientização de necessidades especiais, as considerações de gênero e diversidade, níveis de interesse e habilidade, e do contexto [59];
- Critério centrado no contexto requer que o *designer* instrucional e/ou professor considere fazer a avaliação mais realista possível, garantindo que o cenário/ambiente e os recursos estejam disponíveis. Ao preparar a instrução para uma lição, os professores precisam pensar sobre a forma como ela será testada, no mundo real e em avaliações em sala de aula. De acordo com Dick et. al. [38], "*o quanto mais realista é o ambiente de teste, mais válidas as respostas dos alunos serão*". Ao projetar um teste, o designer instrucional e/ou professor deve estar ciente do contexto de eventual desempenho do item de teste ou tarefa. O quanto mais autêntico o ambiente de teste é, mais válidas as respostas dos alunos serão [59];
- Critério centrado na avaliação requer que o *designer* instrucional e/ou professor certifiquem-se de que toda a informação necessária está disponível na pergunta para respondê-la, perguntas claras e concisas, formatação adequada e direções claras. Na criação de avaliações, o mais importante é ter a certeza de que o aluno será capaz de entender o que você está procurando em uma resposta. Se as direções não são claras, como é que o aluno vai produzir o que

você está exigindo para uma resposta correta? Certifique-se de que você fornece detalhes suficientes nas instruções e que os alunos saibam o que fazer. Também não se esqueça de verificar a avaliação de erros de ortografia e gramática [38];

### 3.3.2 Desenvolver Estratégia Instrucional

Ao considerar um sistema de entrega é necessário considerar o que será ensinado. Para Dick et. al. [38] seis questões devem ser consideradas:

- (1) Considere as metas, características do aluno, os contextos de aprendizagem e desempenho, objetivos e requisitos de avaliação;
- (2) Revise a análise de objetivos e identifique agrupamentos lógicos de objetivos que serão ministrados em sequências apropriadas;
- (3) Planeje os componentes de aprendizagem que serão utilizados na instrução;
- (4) Escolha os grupos de alunos mais eficazes para a aprendizagem;
- (5) Especifique os meios e materiais eficazes que estão dentro da range de custo, conveniência e praticidade para o contexto de aprendizagem;
- (6) Selecione ou desenvolva um sistema de entrega que melhor acomode as considerações no passo (1) e as decisões tomadas nos passos (2) e (5);

De acordo com Dick et. al. [38], estes passos provavelmente acontecerão somente em uma situação perfeita. No mundo real, não há uma grande chance de que você seja capaz de executar todas estas etapas ao tentar decidir sobre o sistema de entrega da instrução. *"A seleção de um sistema de entrega indica uma preferência geral para enfatizar certos instrumentos para realizar eventos de instrução"* [60]. Outras questões a se considerar incluem:

- O cenário da instrução: o cenário necessita de modificação? Será que os instrutores precisam trazer materiais adicionais? Eles devem viajar? Em caso afirmativo, em que momento e despesa?
- Características de mídia: qual é o melhor tipo de mídia para esta instrução? Será que ela precisa ser obtida, ou deve ser produzida?

Dentro da seleção de mídia, considere uma: (a) Isso é apenas uma ajuda para o desempenho no trabalho? Que tipo de treinamento pode ser necessário para usá-la? Será que vai rodar em equipamento existente? (b) São manuais, livros ou aplicações on-line disponíveis ou precisam ser produzidas? Se estiverem disponíveis, estarão no nível do aluno? Quais são as restrições orçamentais? (c) Será que os alunos progredem através da instrução no mesmo ritmo, ou será que as instruções devem ser individualizadas? e (d) Será que os instrutores ou treinadores estão disponíveis para fornecer qualquer instrução direta ou responder a perguntas?

- Tempo - Quantos alunos devem ser treinados dentro de um determinado período de tempo? [61]

Mais de um sistema de entrega pode ser apropriado. Por exemplo, a instrução pode ser entregue primariamente on-line, mas alguma instrução presencial pode ser necessária para realizar alguma atividade [62]. Alguns sistemas de entrega de exemplo são vídeos, vídeos-conferências, baseada em computador e baseado na *web*.

Os cinco componentes de aprendizagem de uma estratégia instrucional e suas principais considerações:

- As atividades pré-instrucionais: é da responsabilidade dos professores motivar os alunos a aprender e querer aprender o material. É também o trabalho do professor mostrar-lhes as informações e ajudá-los a aprender. Os alunos também precisam ser assegurados de que possuem a capacidade de aprender a informação. Se os alunos sentem que é muito difícil e que o professor não é competente na informação, eles não sentem que podem aprender o conteúdo;
- Apresentação de conteúdo: questões que precisam ser consideradas são como os professores apresentam as informações. Os alunos podem ficar sobrecarregados se o professor oferecer muita informação rapidamente. Os professores precisam encontrar o equilíbrio do que é bom para os alunos e o que eles estão a seguir;
- Participação do aluno: os professores precisam estar atentos às atitudes dos alunos durante a lição. Os professores devem buscar

*feedbacks* para avaliar como os alunos estão avançando na lição. A expressão facial de um aluno pode dizer muito a um professor.

- Avaliação: as perguntas que os professores precisam perguntar a si próprios ao fazer uma avaliação são: (1) Eu irei testar comportamentos de entrada: quando a avaliação deverá ser administrada? (2) Eu terei um pré-teste sobre as habilidades a serem ensinadas? Quando será administrado? Exatamente quais habilidades serão avaliadas? (3) Quando e como vou administrar o pós-teste?
- Execução de atividades: quando os alunos são avaliados, as habilidades de memorização e a transferência de aprendizagem são as partes importantes. O aluno pode recordar a informação da memória e aplicá-la a outras situações. Não é suficiente que o aluno possa realizar o ato corretamente somente durante a avaliação. Os alunos precisam ser capazes de levar a informação que eles aprenderam e aplicá-la no mundo real [38].

### 3.3.3 Desenvolver Materiais Instrucionais

Material instrucional é o material escrito, mediado ou facilitado usado por alunos para atender os objetivos principais ou terminais. Eles também podem ser usados para melhorar a recordação e transferência de conhecimento [38]. Os materiais de instrução incluem todos os materiais pré-existentes que serão utilizados, qualquer que serão desenvolvidos para esta instrução, e todos os materiais de orientação que os alunos usarão conforme eles progredirem através da instrução [62].

Ao final dessa etapa também deverá ser gerado o guia do instrutor o qual deve conter todas as informações de gestão do curso. Este é o material que o professor precisa para utilizar eficazmente o recurso com o melhor de suas habilidades. As instruções estão normalmente inclusas e permite ao professor ter orientações de como usar o material [38].

Esta é a principal etapa do processo GAIA PDOA, pois é nela que será exercitada a prática de reuso de OA, característica de maior importância de um OA.

A Figura 19 apresenta o ciclo estabelecido para prática de reuso de OA pelo processo GAIA PDOA.

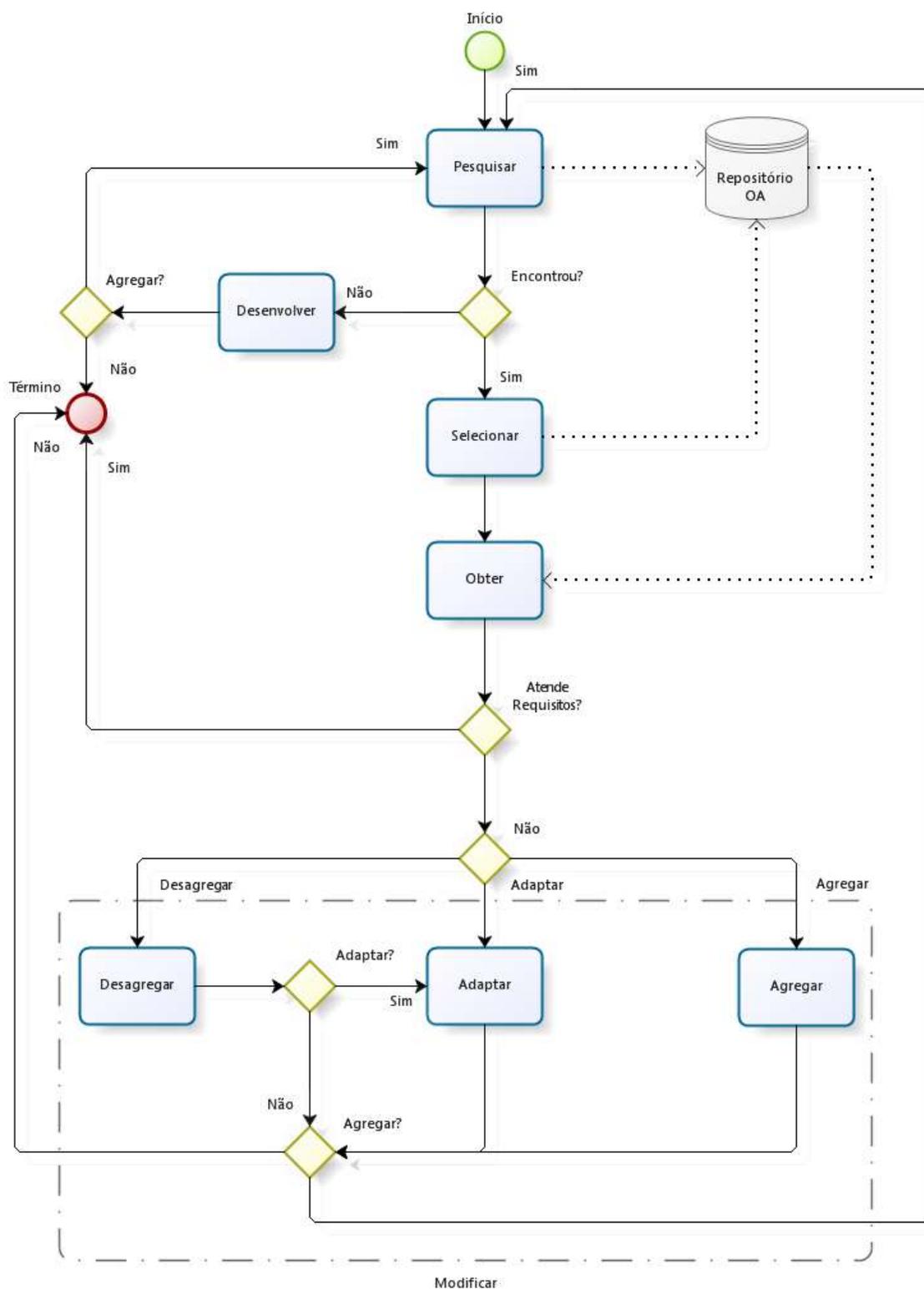


Figura 19 - Ciclo de reuso de OA do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.3.1 Pesquisar

Antes de um OA ser desenvolvido a partir do zero, o *designer* instrucional e o professor realizam buscas em repositórios para verificar a existência de OA que totalmente ou parcialmente preenchem os requisitos da nova atividade de aprendizagem e, portanto, eles podem ser reutilizados em certa medida [40].

Pesquisar em um repositório de OA inclui a procura com base em critérios (preencher campos de texto ou selecionar um valor de um vocabulário), que correspondem a determinados elementos de metadados e o retorno de um ou mais resultados que satisfazem os critérios de pesquisa. O resultado desta função não é um OA, mas um ou mais registros de metadados que correspondem aos critérios de pesquisa [40].

Se os resultados da pesquisa não retornar um OA que preenche estes requisitos, então o material instrucional para o desenvolvimento do OA deverá ser desenvolvido. Caso contrário, o OA deverá ser selecionado [40].

### 3.3.3.2 Desenvolver

O primeiro passo na criação de materiais de instrução é criar o rascunho que tem uma série de utilidades:

- Fornece um guia para a produção final;
- Exemplos baratos e rápidos para obter *feedback* dos especialistas no assunto e amostra de alunos;
- Experimentar ideias para testar a viabilidade [38];

Em geral os rascunhos de materiais não são feitos para durar, eles são modelos temporárias do produto final. Por exemplo, um rascunho de um texto ilustrado pode consistir de um caderno de folhas soltas com esboços ou *clip-art*. Rascunhos de vídeos pode ser um *storyboard* e multimídia ou instrução baseado na *web* pode ser representado em um rascunho por esboços de *layouts* de tela, com fluxogramas e texto descritivos ou até mesmo protótipos [38].

Dick et. al. [38] especificam os seguintes passos para desenvolver materiais instrucionais:

- Rever a estratégia instrucional para cada objetivo em cada lição;
- Determinar quais os materiais já estão disponíveis através do levantamento da literatura e pedindo especialistas no assunto;

- Se os materiais estão disponíveis, determinar como eles podem ser adotados ou adaptados;
- Se os materiais não estão disponíveis, listar novos materiais necessários;
- Determinar se a instrução será individual (feito ou concebido para ser realizado a uma velocidade própria do aluno) ou se os alunos irão progredir como um grupo e grau do instrutor de facilitador. Este se baseia na análise dos alunos;
- Com base na análise do contexto de aprendizagem e as suposições sobre os recursos disponíveis para o desenvolvimento de materiais, rever o sistema de entrega e os meios de comunicação escolhidos para apresentar os materiais, monitor de prática e *feedback*, avaliar e aumentar a memória do aluno e transferência;
- Com base na estratégia instrucional, planejar e criar os materiais instrucionais em forma de rascunho;
- Analisar e avaliar cada lição concluída para a clareza e fluxo de ideias;
- Usando uma unidade de instrução completa, escrever todas as instruções necessárias para orientar os alunos através das atividades;
- Começar a avaliação dos materiais instrucionais usando os materiais de rascunho;
- O guia do instrutor pode ser escrito conforme o desenvolvimento progride, ou quando o desenvolvimento estiver concluído;

Outra fonte sugere que antes de desenvolver os materiais de instrução, o desenvolvedor deve planejar o modo de entrega (no próprio ritmo do aluno, *online*, apresentado pelo instrutor, ou uma combinação?). O desenvolvedor também deve planejar todas as necessidades de instrução, juntamente com os recursos e orçamento disponível [63].

### 3.3.3.3 Selecionar

O *designer* instrucional e o professor nesta etapa devem avaliar os OA retornados como resultado da etapa “*Pesquisar*”, a fim de selecionar o que satisfaz em certa medida os requisitos de sua atividade de aprendizagem. O critério fundamental que deve

afetar a decisão de seleção do OA devem ser os requisitos definidos nas etapas anteriores. Se um OA preenche esses requisitos, então ele pode ser reutilizado como ele é sem necessidade de qualquer modificação. Caso contrário, deve ser modificado a fim de satisfazer os requisitos específicos da atividade de aprendizagem em questão. Outros critérios que influenciam a decisão de seleção do OA são comentários feitos por alunos e/ou professores, avaliações ou número de *downloads* do OA. A seleção pode ser baseada nas restrições de direitos autorais ou de custo [40].

#### 3.3.3.4 Obter

Uma vez que o OA apropriado tenha sido selecionado, o *designer* instrucional e o professor podem obtê-los. Isso às vezes requer a permissão de uso pelo proprietário do OA ou pagamento. Desde que o OA preencha os requisitos da nova atividade de aprendizado na etapa “*Selecionar*”, então o *designer* instrucional e/ou professor podem reutilizar o OA diretamente depois de integrá-lo em sua atividade de aprendizagem. Caso contrário, devem avançar para a etapa “*Modificar*” [40].

#### 3.3.3.5 Modificar

Muitas vezes, reutilização direta de um OA não é viável porque ele não coincide com os requisitos da atividade de aprendizagem que será utilizada, como resultado as seguintes sub-funções podem ocorrer [40]:

- Desagregar: o *designer* instrucional e o professor decompõe um OA em suas partes constituintes e as partes que correspondem aos requisitos da nova atividade de aprendizagem são identificados. O OA desagregado constitui um novo OA. No entanto, o OA pode não ser adequado como ele é para satisfazer completamente os requisitos da nova atividade de aprendizagem. Portanto, nesse caso será necessário “*adaptar*” o OA existente.
- Adaptar: o especialista do assunto, *designer* gráfico e o professor modificam o OA, de modo a satisfazer os requisitos da nova atividade de aprendizagem. As adaptações podem ocorrer em três diferentes dimensões, ou seja, adaptações na aparência/*layout* do

OA, adaptações ao conteúdo do OA e adaptações ao formato técnico do OA.

- Agregar: o *designer* instrucional e o professor agregam o OA com outros OA, e assim, um novo é criado. Os OA utilizados para agregação podem ser resultados da seleção através do ROA ou pode ser um novo desenvolvido a partir do zero. Quando OA existentes são utilizados, em seguida, pode ser necessária sua desagregação ou adaptação.

Dick et. al. [38] enumeram quatro categorias para julgar a adequação de materiais instrucionais existentes:

- Critérios centrados no objetivo: congruência entre conteúdo e os objetivos do material; adequação da cobertura de conteúdo e integridade, autoridade, exatidão, objetividade;
- Critérios centrados no aluno: níveis de vocabulário e linguagem, desenvolvimento, motivação e interesse, origens e experiências, línguas e necessidades específicas e diversidade de material;
- Critérios centrados no contexto: qualidade técnica do material - design, tipografia, a durabilidade, a legibilidade, qualidade do áudio e vídeo, navegabilidade, funcionalidade, adequação ao público-alvo;
- Critérios centrados na aprendizagem: sequenciamento de conteúdo correto, preocupações motivacionais são abordadas, existe participação do aluno e exercícios práticos, *feedback* adequado é incluído, avaliações adequadas estão disponíveis, direções de acompanhamento adequados são incluídas para melhorar a memória e a transferência, sistema de entrega e o formato da mídia são apropriados para os objetivos e o contexto de aprendizagem e orientação adequada do aluno é fornecida para mover os alunos de um componente ou atividade para a próxima.

Estas categorias asseguram que tantos os alunos quanto os professores irão tirar o máximo proveito da estratégia instrucional e permitem que os alunos sejam bem sucedidos [63].

### 3.4 Desenvolvimento

Esta atividade é também chamada de codificação. A codificação enfatiza que o *software* deve ser construído utilizando uma linguagem de programação. Além da codificação propriamente, a programação deve envolver ainda a sua tradução num código de máquina executável.

A programação deve resultar num programa que implemente tudo o que foi especificado durante a fase de projeto, ou seja, nesta fase o programador com base nos materiais instrucionais desenvolvidos ou modificados na fase anterior implementa o nível desejado de interação entre o OA e o usuário.

### 3.5 Teste

Teste é o processo de execução de um produto para determinar se ele atingiu suas especificações e funcionou corretamente no ambiente para o qual foi projetado. O seu objetivo é revelar falhas em um produto, para que as causas dessas falhas sejam identificadas e possam ser corrigidas pela equipe de desenvolvimento antes da entrega final [64].

Os principais níveis de teste de software são [64]:

- Teste de Unidade: também conhecido como testes unitários. Tem por objetivo explorar a menor unidade do projeto, procurando provocar falhas ocasionadas por defeitos de lógica e de implementação em cada módulo, separadamente. O universo alvo desse tipo de teste são os métodos dos objetos ou mesmo pequenos trechos de código.
- Teste de Integração: visa provocar falhas associadas às interfaces entre os módulos quando esses são integrados para construir a estrutura do software que foi estabelecida na fase de projeto.
- Teste de Sistema: avalia o software em busca de falhas por meio da utilização do mesmo, como se fosse um usuário final. Dessa maneira, os testes são executados nos mesmos ambientes, com as mesmas condições e com os mesmos dados de entrada que um

usuário utilizaria no seu dia-a-dia de manipulação do software. Verifica se o produto satisfaz seus requisitos.

- Teste de Aceitação: são realizados geralmente por um restrito grupo de usuários finais do sistema. Esses simulam operações de rotina do sistema de modo a verificar se seu comportamento está de acordo com o solicitado.

Teste de Regressão: Teste de regressão não corresponde a um nível de teste, mas é uma estratégia importante para redução de “*efeitos colaterais*”. Consiste em se aplicar, a cada nova versão do software ou a cada ciclo, todos os testes que já foram aplicados nas versões ou ciclos de teste anteriores do sistema. Pode ser aplicado em qualquer nível de teste.

### 3.6 Implementação

A fase de implementação é composta por três etapas: integrar, usar e finalmente fornecer *feedback*. A Figura 20 apresenta as etapas que compõem a fase de implementação do processo GAIA PDOA.

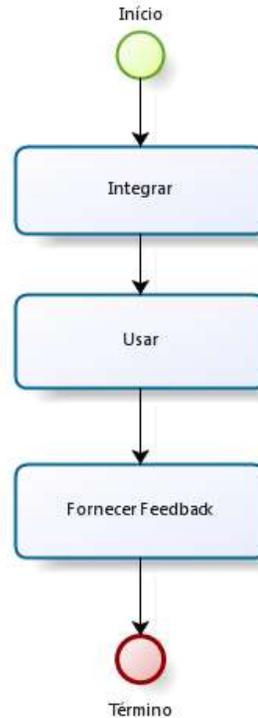


Figura 20 - Etapas da fase de implementação do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.6.1 Integrar

Nesta etapa o *designer* instrucional e o professor integram o OA no ambiente para o qual a atividade de aprendizagem em questão foi desenvolvida.

### 3.6.2 Usar

Nesta etapa o OA é usado em uma atividade de aprendizagem específica pelos alunos e professores para a realização de objetivos de aprendizagem específicos.

### 3.6.3 Fornecer *Feedback*

Para que o OA seja recuperado e utilizado de forma eficaz em diferentes atividades de aprendizagem mais informações são necessárias sobre como os OA foram utilizadas na prática, além das informações derivadas por seus registros de metadados fornecidos pelo autor de metadados ou professor. Uma série de técnicas são utilizadas com a finalidade dos alunos e/ou os professores fornecerem *feedback* nos OA do ROA. A técnica mais comum utilizada são comentários (referindo-se ao contexto de uso do OA e sua utilidade) e avaliações (o uso de classificações de estrelas e contadores de visitas que ilustram o número de *downloads* de um determinado OA dão uma boa indicação da impressão do usuário sobre o OA) [65].

## 3.7 Avaliação

Na fase de avaliação são praticados dois tipos de avaliações: a formativa e a sumativa. A avaliação formativa está presente em cada etapa do processo GAIA PDOA. Já a avaliação sumativa ocorre ao final de uma instrução e fornece oportunidades para *feedback* dos usuários.

A Figura 21 apresenta as etapas que compõem a fase de avaliação do processo GAIA PDOA.

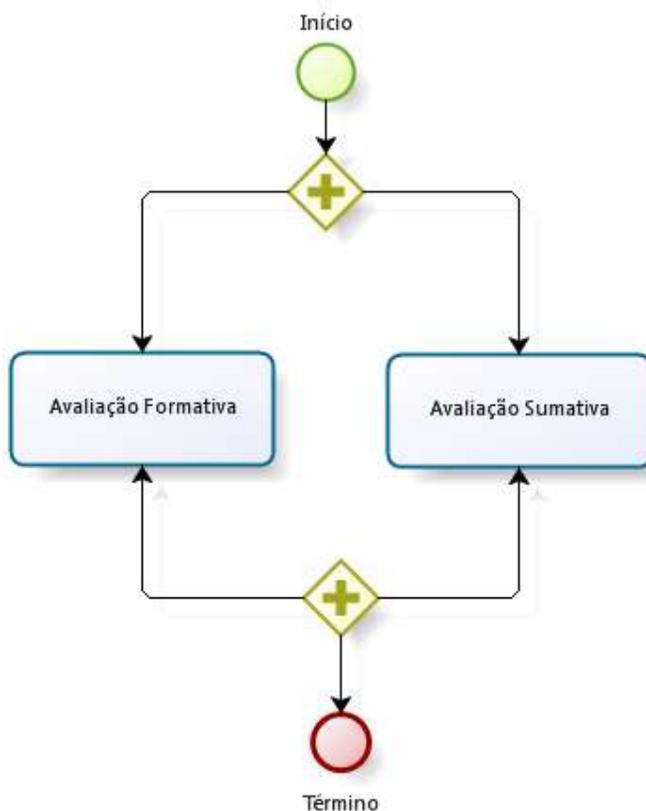


Figura 21 - Etapas da fase de avaliação do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.7.1 Avaliação Formativa

A avaliação formativa é o processo de coleta de informações necessárias para fazer ajustes no ensino e aprendizagem à medida que ocorrem. A avaliação formativa orienta o instrutor na tomada de decisões sobre as lições futuras, e permite ao aluno praticar e verificar o entendimento do novo material. Avaliações formativas podem incluir observação, perguntas ou pesquisas, discussão, logs de resposta, auto avaliações, e outros dados [66].

As três etapas das avaliações formativas são:

- Realização de avaliações um-a-um com os alunos em potencial: esta primeira etapa irá fornecer *feedback* de pelo menos três alunos em potencial: um acima da média, um na média, e um abaixo da média. O objetivo deste primeiro passo é avaliar a clareza, impacto e viabilidade dos materiais instrucionais e a própria instrução [38].

- Realização de avaliações com pequenos grupos: esta segunda etapa irá fornecer *feedback* adicional sobre os materiais e instruções, bem como *feedback* sobre as modificações feitas como resultado da avaliação um-a-um. Além disso, nesta etapa, o material e a instrução são avaliados para ver como autossuficiente os alunos podem ser sem a intervenção do instrutor. Os oito a vinte alunos potenciais escolhidos para este estudo, idealmente devem ser selecionados aleatoriamente para ajudar a garantir que o estudo reflète o típico público. A avaliação incidirá sobre o tempo necessário para concluir a lição, os custos e viabilidade da lição, e as atitudes de ambos os apresentadores da lição e os alunos [38];
- Realização de avaliações no campo: nesta etapa, os materiais, testes e guia do instrutor estão em sua forma final e são avaliados para ver se eles podem ser usados com sucesso no contexto para que eles foram [38].

Os instrumentos utilizados na avaliação formativa são:

- Entrevistas: é quando perguntas são feitas para pessoas que estiveram envolvidas no processo de avaliação e conhecem as informações de como os resultados foram alcançados, o processo através do qual a instrução foi entregue;
- Questionários: "*é uma maneira barata para coletar dados de um número potencialmente grande de entrevistados*". Questionários permitem examinar uma quantidade muito grande de pessoas, para que seus resultados sejam grandes o suficiente para ser "*estatisticamente significativo*". Questionários devem ser pensados como "*um processo de vários estágios que começa com definição dos aspectos a ser examinado e terminando com a interpretação dos resultados*" [67].
- Observações: são simplesmente "*juízos sobre ou inferência do que se tem observado*" [68]. As observações são colhidas durante a instrução e avaliação em aulas e o instrutor faz notas das coisas que vão bem e das coisas que não vão bem. Os professores precisam

anotar essas observações para que a lição ou instrução possa fluir ainda melhor da próxima vez que forem aplicadas.

- Análise de registros: consiste em *"executar cálculos sobre dados brutos, a fim de obter os resultados a partir do qual será gerado uma conclusão"* [69]. Ao analisar seus registros, permite que você faça uma revisão da instrução dada: (a) Ela foi entregue com sucesso para os alunos? (b) A quais aspectos que os alunos mais responderam? Qual seção não estava em sintonia com o aprendizado dos alunos? Muitas vezes os gráficos são a melhor maneira de analisar seus resultados. Para ser um instrutor bem-sucedido, é preciso analisar os resultados da lição. Isso permite melhorias e sucesso contínuo do aluno e professor.

### 3.7.2 Avaliação Sumativa

Uma avaliação sumativa verifica a eficácia dos materiais instrucionais com o público-alvo através de coleta de dados [38]. É usada para determinar se devemos ou não adotar um processo usando a eficácia a curto prazo ou impacto a longo prazo [70].

A avaliação sumativa ocorre depois que o projeto instrucional foi concluído. Os avaliadores determinam se os alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem após a conclusão da unidade de instrução [71].

As avaliações podem ser realizadas imediatamente após a adoção de um novo processo ou vários meses, ou até anos de dados podem ser coletados através de entrevistas qualitativas, observações e pesquisas [59]. Perguntas a serem feitas durante estas avaliações incluem:

- Objetivos cumpridos pelos alunos;
- Custo-efetividade;
- Tempo eficiente para implementar;
- Resultados inesperados;

Uma avaliação sumativa ajuda o criador avaliar o que é necessário mudar que não funcionou da maneira esperada. *"A avaliação sumativa é tipicamente quantitativa, usando pontuação numérica ou notas para avaliar a realização do aluno"* [71]. Isto é uma

grande ferramenta, porque permite que o criador verifique se o produto que projetaram condiz com a finalidade pelo qual foi criado.

Há dois componentes principais: a opinião de especialistas e o teste de campo.

A opinião de especialistas irá determinar se esta instrução tem o potencial para satisfazer as necessidades da instrução. O especialista também vai levar em conta qualquer instrução atualmente usada ou outra instrução disponível para uso [38]. O parecer dos especialistas *"centra-se na relação entre a instrução de interesse e as necessidades da organização; concluída através da utilização de documentação disponível"* [38]. Olhando para a aplicação real da instrução permitirá ao criador observar a eficácia da instrução no aprendizado dos alunos e possíveis falhas. Também é usada para certificar-se de que o material é atualizado.

O componente de avaliação do especialista é concluído antes do teste de campo, e baseia-se nas seguintes questões:

- Os materiais e quaisquer avaliações de acompanhamento são precisos e completos?
- A estratégia instrucional é adequada para os tipos antecipados dos resultados da aprendizagem?
- Os materiais podem ser usados eficazmente?
- Os atuais usuários dos materiais estão satisfeitos? [38]

Colaric [72] indica que o julgamento dos especialistas *"centra-se na relação entre a instrução de interesse e as necessidades da organização, concluída através da utilização de documentação disponível"*. Inclui:

- Análise de congruência: são as necessidades e objetivos da organização congruentes com os da instrução?
- Análise de conteúdo: são os materiais completos, precisos e atuais?
- Análise de projeto: são os princípios da aprendizagem, instrução e motivação claramente evidente nos materiais?
- Análise de viabilidade: são os materiais convenientes, duráveis, com custo-benefício satisfatório para os usuários atuais?

A avaliação do especialista resulta em um documento que inclui uma análise de objetivos e uma análise de habilidades subordinadas. Ele ou ela irá determinar a

congruência entre as necessidades de início, o perfil do público-alvo, e como os materiais de instrução satisfazem estas necessidades e perfil [38].

O teste de campo é utilizado para verificar a eficácia da instrução com os alunos pretendidos dentro de uma determinada configuração [38]. É usado "*para determinar se ele produz os resultados desejados*" [38]. Isso também permite ao criador decidir se os materiais e o tempo necessário para criá-lo valem a instrução que os participantes receberam do programa. Se não for, o criador precisa decidir se deseja continuar a trabalhar nele.

O teste de campo consiste do planejamento da avaliação, preparação para a implementação, implementação da instrução e coleta de dados, resumindo e analisando dados e relatando resultados [38].

O teste de campo inclui:

- Impacto sobre os alunos: são os níveis de realização e motivação dos alunos satisfatórios seguindo as instruções?
- Impacto sobre o trabalho: são os alunos capazes de transferir as informações, habilidades e atitudes da configuração instrucional para o ambiente de trabalho ou unidades subsequentes de instrução relacionada?
- Impacto na organização: as mudanças de comportamento dos alunos estão fazendo diferenças positivas na realização da missão e objetivos da organização?
- Análise de gestão: são satisfatórias as atitudes do instrutor e/ou professor? Os procedimentos recomendados de implementação são viáveis? Os custos relacionados ao tempo, pessoal, equipamentos e recursos razoáveis? [72]

### **3.8 Publicação**

A fase de publicação é composta por cinco etapas: descrever metadados, ofertar, aprovar, publicar e finalmente eliminar. A Figura 22 apresenta as etapas que compõem a fase de publicação do modelo GAIA PDOA.

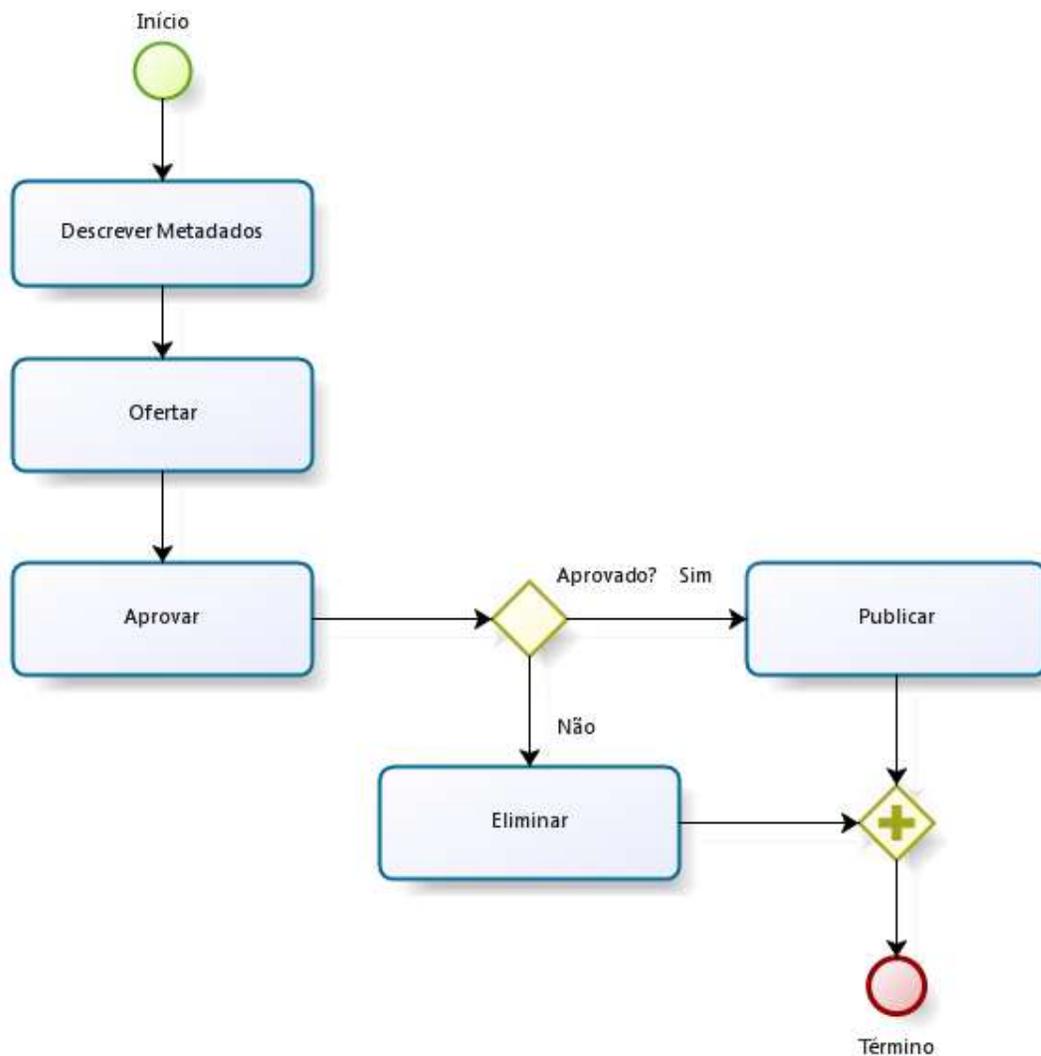


Figura 22 - Etapas da fase de publicação do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.8.1 Descrever Metadados

Nesta função, o OA desenvolvido é descrito com metadados seguindo o padrão IEEE LOM ou um perfil de aplicativo criado para atender às necessidades específicas, ou seja, o autor de metadados caracteriza com metadados o OA desenvolvido [40].

### **3.8.2 Ofertar**

O OA que já foi descrito com metadados é oferecido no ROA pelo *designer* instrucional ou professor, para que outros usuários possam usá-los [40].

### **3.8.3 Aprovar**

Antes de um OA ser publicado no ROA e disponibilizado aos seus usuários, pode ser revisto (de acordo com a política do ROA) pelo moderador do ROA, a fim de garantir sua qualidade [40].

### **3.8.4 Publicar**

Uma vez que o OA tenha sido descrito com os metadados e considerado adequado para ser utilizado, ele pode ser disponibilizado (com ou sem restrições de custo) pelo moderador do ROA para outros utilizadores do ROA [40].

### **3.8.5 Eliminar**

O moderador do ROA são responsáveis pela publicação de um OA, podem decidir se um OA deve ser retraído e, por conseguinte, removido do ROA em determinadas circunstâncias [40].

No próximo capítulo é apresentada uma análise comparativa dos três modelos de processos, MIDOA, RLO-CETL e Spiral-Ed, apresentados no capítulo 2 com o processo GAIA PDOA apresentado neste capítulo.

## 4 ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO GAIA PDOA

Para a concepção do processo GAIA PDOA, buscou-se na literatura processos similares a fim de proporcionar uma análise comparativa entre eles. O objetivo principal foi evidenciar as características apresentadas por cada um desses processos e identificar suas particularidades.

Essas evidências permitiram a elaboração da tabela comparativa que pode ser conferida na íntegra no Apêndice A, onde foram reunidos todos os tópicos essenciais para desenvolvimento de um OA, tanto no âmbito pedagógico quanto no âmbito técnico, com base na literatura proposta por [11], [25], [26], [27], [28], [31], [32], [38], [39] e [40].

Em uma análise geral, os processos comparados apresentam uma abordagem pedagógica eficiente, mas não totalmente satisfatória quando comparada ao processo GAIA PDOA. No que diz respeito aos atributos e características de um OA, observa-se a não adoção de determinadas práticas que são fundamentais no processo de desenvolvimento de um OA. No âmbito técnico é visível a aplicação dos princípios básicos e diretrizes da engenharia de *software*, porém, muitas vezes com um planejamento ineficiente e com práticas de gerenciamento de projetos inexistentes ou até mesmo inadequadas.

Em resumo, no âmbito pedagógico notam-se a fraca ou inexistente análise do público-alvo e do contexto do OA, práticas fundamentais no processo de desenvolvimento de um OA. Para se compreender profundamente as necessidades do público-alvo na utilização de um determinado OA, é necessário realizar uma investigação minuciosa no contexto em que será utilizado. A definição do público-alvo precisa ser encarada como um fator primordial nesse processo. É necessário conhecer em profundidade quem é o público-alvo. Essa investigação minuciosa no contexto do OA é fundamental para elaborar uma solução de OA condizente com as necessidades do público-alvo e com os objetivos pedagógicos que se deseja atingir através desse OA. Além disso, essas informações contextuais são importantes para apoiar o processo de concepção do conteúdo didático-pedagógico e na definição da estratégia pedagógica a ser adotada [73].

Outra fraqueza observada ainda no âmbito pedagógico encontra-se na prática de reutilização total ou parcial de OA e de conteúdos didático-pedagógicos. A reusabilidade é a principal característica de um OA. A reusabilidade também se conecta com outras características, como granularidade, composição, modularidade, agregação,

interoperabilidade, durabilidade e adaptabilidade. Quando um OA é projetado com essas características, pode ser facilmente reutilizado sem a necessidade de grandes modificações. Porém, a reutilização de um OA está condicionada a sua acessibilidade, isso significa que precisam ser compartilhados e distribuídos através da *internet*. Para tanto, a capacidade de pesquisar, identificar e recuperar o OA também é necessária. Para torná-la possível, o OA precisa ser descrito com metadados e publicado em um repositório com esse devido fim [17]. E é nesse ponto que nos deparamos com mais uma prática não adotada pela totalidade dos processos comparados. Ainda no âmbito pedagógico, nenhum dos processos comparados estabelece uma política para avaliação continuada do OA após a sua conclusão e entrega com a finalidade de garantir sua durabilidade com qualidade.

Já no âmbito técnico, é visível a grande precariedade e fragilidade das questões básicas tratadas no planejamento. Práticas de grande importância para gerenciamento do projeto, que visam assegurar o desenvolvimento de um OA com qualidade, como tempo, custo, recursos e riscos, quando adotadas são muito superficiais. É fundamental que o planejamento determine [39]:

- Quanto tempo vai levar para fazermos? (Prazo/Tempo)
- Quanto vai custar para fazermos? (Custo)
- Quais, quando e quantos recursos humanos e operacionais serão necessários para fazermos? (Recursos)
- É viável fazermos? (Viabilidade)
- Quais são os riscos ao fazermos? (Riscos)

A análise dessas variáveis é essencial para viabilizar o desenvolvimento de um OA com o controle dos seus respectivos riscos e assegurar que seja feito por profissionais qualificados, com os recursos necessários, dentro das restrições orçamentárias e concluído no prazo/tempo estimado. Ainda no âmbito técnico, nenhum dos processos comparados estabelecem uma política para melhoria contínua para garantir a qualidade do processo de desenvolvimento do OA.

Em suma, todas as fraquezas identificadas nos processos comparados tanto no âmbito pedagógico quanto no âmbito técnico são abordadas e devidamente tratadas pelo processo GAIA PDOA visando o desenvolvimento de um OA com qualidade.

No próximo capítulo é apresentada a metodologia adotada para avaliação do processo GAIA PDOA e os resultados obtidos através da sua aplicação.

## 5 AVALIAÇÃO DO PROCESSO GAIA PDOA

Neste capítulo é apresentada a metodologia adotada para avaliação do processo GAIA PDOA e os resultados obtidos através da sua aplicação.

### 5.1 Questionário de Avaliação Qualitativa dos Especialistas

Para mensurar os resultados, foi adotada a metodologia de avaliação qualitativa por especialistas, proposta por [74]. Para este estudo, os especialistas referem-se aos profissionais com formação acadêmica na área da computação e experiência pedagógica no âmbito acadêmico.

Com base na literatura proposta por [11], [25], [26], [27], [28], [31], [32], [38], [39] e [40] foi criada a tabela que pode ser conferida na íntegra no Apêndice B, com vinte afirmações acerca do processo GAIA PDOA, evidenciando as várias assertivas encontradas na revisão da literatura, como também a opinião dos especialistas das áreas técnica e pedagógica, os quais tiveram participação ativa e contribuíram significativamente na elaboração do processo GAIA PDOA.

Para que esta tabela fosse produzida de forma construtiva, foram elaborados vinte questionamentos para os especialistas, sendo que cada questão consta de uma afirmativa sobre a aplicação do processo GAIA PDOA. Essas afirmativas são advindas do processo de revisão de literatura [11], [25], [26], [27], [28], [31], [32], [38], [39] e [40] em que cada autor estudado destaca um ponto a ser ressaltado na concepção de um OA, com relação aos aspectos pedagógicos em conformidade com os princípios básicos e diretrizes da engenharia de *software*, onde de acordo com a literatura foram selecionadas tais afirmativas.

Para avaliação do processo GAIA PDOA, selecionou-se uma amostra intencional de nove especialistas de diversas instituições de ensino superior localizadas na cidade de Londrina e região, sendo três especialistas do gênero feminino e seis do masculino, com idades entre 29 e 47 anos e experiência acadêmica entre 2 e 21 anos.

A apresentação do processo GAIA PDOA foi disponibilizada por meio de *link*<sup>1</sup> na *web* e o suporte aos especialistas foi realizado por meio de contato pessoal, telefone,

---

<sup>1</sup> <http://bit.ly/1QDqY8y>

*e-mail* ou *chat*. O questionário de avaliação qualitativa também foi submetido por meio de ferramenta na *web* utilizando a plataforma *Google Forms*<sup>2</sup> e coletado em planilha eletrônica.

Logo após a apresentação do processo GAIA PDOA aos especialistas, o questionário de avaliação qualitativa foi submetido para capturar a opinião de cada um deles. Cada especialista deveria atribuir uma nota para cada critério avaliado no processo GAIA PDOA, com uma escala de índices entre 1 e 5. Sendo que 1 representa a expressão “*discordo plenamente*” e 5 a expressão “*concordo plenamente*”. Se o especialista não se sente qualificado para julgar o critério, então ele pode optar pela exclusão do critério escolhendo a opção 0 que representa a expressão “*nenhuma das alternativas (NA)*”.

Assim, com a aplicação do questionário de avaliação qualitativa, foram coletados os dados e elaborado o gráfico da Figura 23.

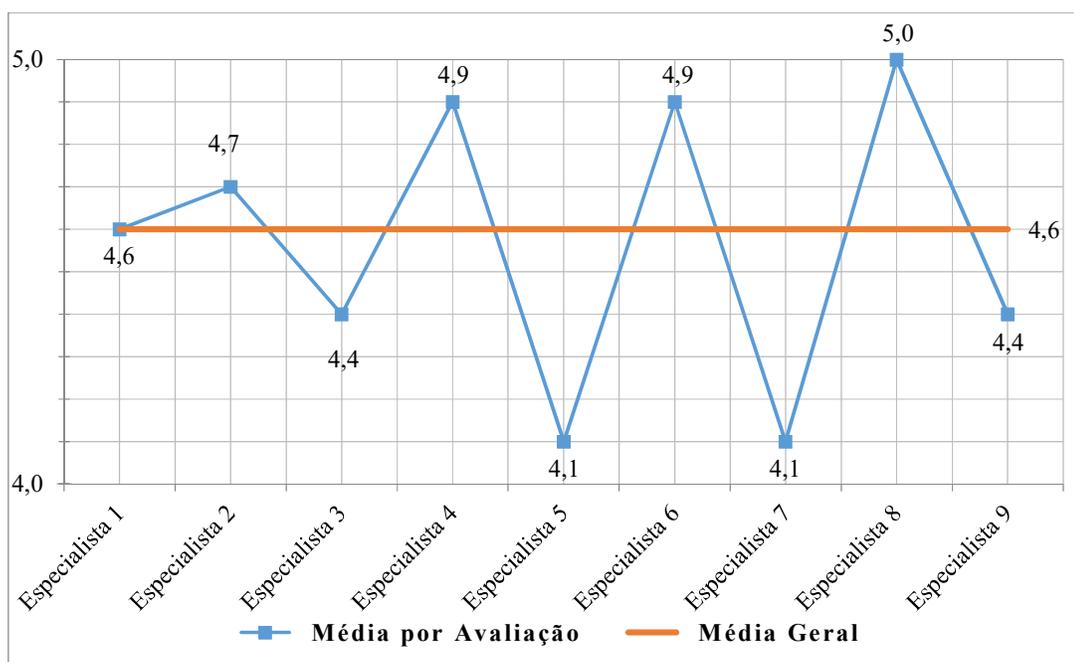


Figura 23 - Resultados da avaliação do processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

<sup>2</sup> Ferramenta de formulários *on-line* na *Web*

O gráfico da Figura 23 evidencia a opinião dos especialistas em relação à avaliação do processo GAIA PDOA, totalizando nove opiniões. Com o gráfico da Figura 23, percebe-se a concordância positiva de todos os especialistas, com todas as notas alcançando os índices entre 4 e 5, evidenciando a aceitabilidade do processo GAIA PDOA pelos especialistas.

No próximo capítulo é apresentado um estudo de caso, no qual foi realizado a aplicação do processo GAIA PDOA no desenvolvimento de um OA para o curso de Odontologia da UEL, intitulado GAIA Odontologia. Também é apresentada a metodologia adotada para avaliação do OA GAIA Odontologia e os resultados obtidos por meio da sua aplicação.

## **6 APLICAÇÃO DO MODELO GAIA PDOA**

Para subsidiar a avaliação do processo proposto e comprovar a sua eficácia de funcionamento na prática, foi realizada a aplicação do processo GAIA PDOA no desenvolvimento de um OA para o curso de Odontologia da UEL, intitulado GAIA Odontologia.

### **6.1 Motivação do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia**

Mediante relatos da Prof(a). Dr(a). Elisa Emi Tanaka Carloto, chefe do Departamento MOOI da UEL, uma grande parte dos alunos do curso de Odontologia demonstram dificuldades na interpretação da radiografia panorâmica. Tais dificuldades podem ser observadas na sedimentação do conhecimento anatômico e nos fundamentos do processo de aquisição da radiografia panorâmica, ou seja, como um corpo tridimensional é sedimentado e reproduzido em uma imagem de duas dimensões.

### **6.2 Definição e Importância da Radiografia Panorâmica**

A radiografia panorâmica é, por definição, uma técnica que permite a reprodução da maxila e mandíbula em um filme, com única exposição aos raios X. A sua principal vantagem é a possibilidade de observação simultânea dos arcos dentais em uma única imagem. Desta forma, pode-se ter uma vista global do status radiográfico da saúde bucal de um indivíduo, o que facilita o diagnóstico, planejamento e acompanhamento de cada caso. As especificações da radiografia panorâmica são muito abrangentes, envolvendo as especialidades cirúrgicas como a periodontia, implantodontia, cirurgia e traumatologia maxilo facial, além das especialidades que restauram a funcionalidade e estética oral, como a ortodontia, prótese e dentística. Por fim, mas não menos importante, o estudo das diversas patologias maxilomandibulares, podem se manifestar de forma silenciosa, sendo encontradas como que de forma acidental. Ante a uma radiografia panorâmica, pode-se observar o grau de relação dos elementos presentes com o canal da mandíbula, com os seios maxilares e com a cavidade nasal. A Articulação temporomandibular também pode ser inicialmente avaliada,

apesar de não ser a técnica indicada para esta região anatômica. A radiografia panorâmica também tem indicação na avaliação inicial de novos pacientes, de forma a documentar o status radiográfico: pré, trans e pós-tratamento. Constitui parte importante, não apenas no resguardo legal do profissional, mas também para registrar a evolução do paciente de acordo com os procedimentos adotados desde os momentos iniciais da relação paciente/profissional até a conclusão do tratamento [75].

### 6.3 Fundamentos da Radiografia Panorâmica

Na radiografia panorâmica o filme e o cabeçote movem-se em torno do paciente. O tubo de raios X gira em volta da cabeça do paciente em uma direção, enquanto o filme gira em direção oposta [76]. A Figura 24 ilustra o movimento realizado pelo filme e cabeçote em torno do paciente.

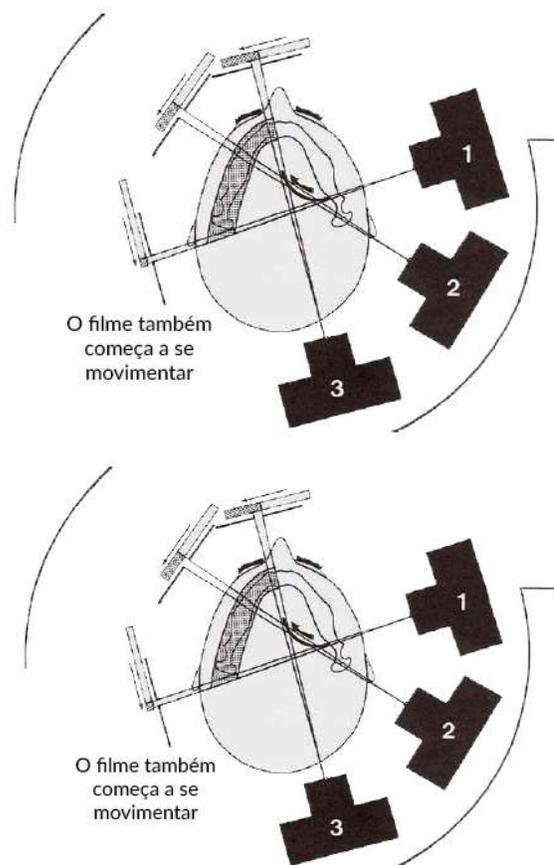


Figura 24 - Movimento realizado pelo filme e cabeçote em torno do paciente.

Fonte: Adaptado de [76].

O movimento do filme e do cabeçote produz uma imagem através do processo conhecido por tomografia [76], como pode ser visualizado na Figura 25.

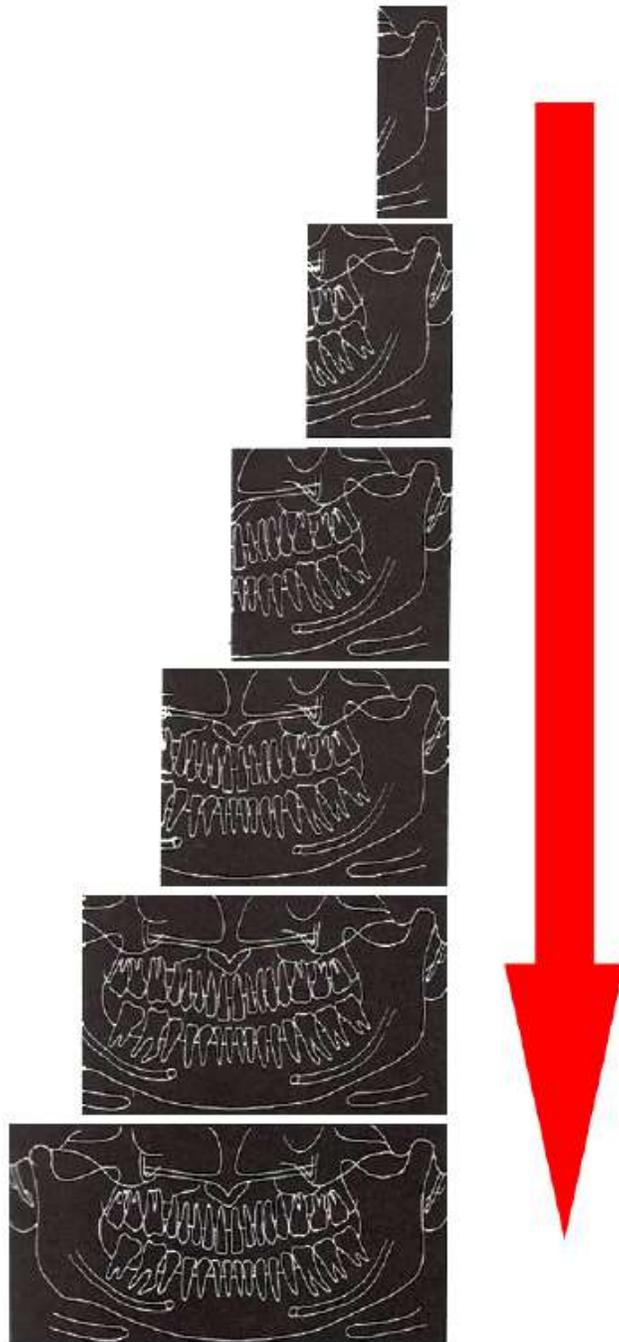


Figura 25 - Imagem produzida através do processo conhecido como tomografia.

Fonte: Adaptado de [76].

## 6.4 Mapeamento dos Estilos de Aprendizagem do Público-Alvo

Foi utilizado o modelo Felder-Silverman [77] para o mapeamento dos estilos de aprendizagem, definindo as maneiras como os alunos preferem organizar e controlar seu processo de construção de conhecimento.

A metodologia da pesquisa utilizada nesta investigação configura-se em uma abordagem quantitativa. A pesquisa de campo considerou como variáveis dependentes as quatro dimensões preconizadas no modelo de Felder e Silverman [77] com seus estilos dicotômicos, a saber, o estilo ativo *versus* reflexivo; sensorial *versus* intuitivo; visual *versus* verbal e o sequencial *versus* global.

A Tabela 4 resume as quatro dimensões de estilos de aprendizagem do modelo Felder-Silverman relacionando-as como possíveis estilos de ensino.

Tabela 4 - Dimensões de estilos de aprendizagem do modelo Felder-Silverman.

Fonte: Adaptado de [77].

Dimensão	Estilo de Aprendizagem	Descrição e indicativo de estilo de ensino
Processamento da Informação	Ativo	Aprendem através experimentação ativa, compreendem as informações mais eficientemente discutindo e aplicando os conceitos.
	Reflexivo	Precisam de um tempo sozinhos para pensar e refletir sobre as informações obtidas.
Percepção da Informação	Sensorial	Preferem lidar com situações concretas, dados e experimentos.
	Intuitivo	Intuitivos são inovadores, gostam de lidar com conceitos, teorias e abstrações.
Retenção da Informação	Visual	Aprendem mais facilmente através de figuras, diagramas, fluxogramas, filmes e demonstrações.
	Verbal	Compreendem melhor as informações que são transmitidas por meio das palavras.
Organização da Informação	Sequencial	Aprendem melhor quando o conceito é expresso de forma contínua de dificuldade e complexidade.
	Global	São multidisciplinares, aprendem em grandes saltos, lidando de forma aleatória com os conteúdos.

Selecionou-se uma amostra intencional de 64 estudantes do curso de Odontologia da UEL, sendo 48 alunos do gênero feminino e 16 do masculino, com idades entre 19 e 24 anos.

O questionário *Index of Learning Styles* (ILS), elaborado por Felder e Silverman [75] e base para o mapeamento do seu modelo, foi aplicado para identificar os estilos de aprendizagem dominantes no grupo de alunos da amostra analisada.

O questionário ILS, que pode ser conferido na íntegra no Apêndice C, foi submetido por meio de ferramenta na *web*, também utilizando a plataforma *Google Forms*<sup>3</sup> e coletado em planilha eletrônica.

Os resultados da aplicação do questionário ILS foram agrupados em conformidade com as quatro dimensões e seus estilos de aprendizagem preconizados no modelo Felder-Silverman [75], isto é, quanto à forma de processamento da informação (ativos/reflexivos); maneira preferencial de percepção da informação (sensoriais/intuitivos); forma de retenção da informação (visuais/verbais) e modo preferido de organização da informação (sequenciais/globais). O gráfico da Figura 26 sintetiza os dados gerais obtidos na amostra pesquisada.

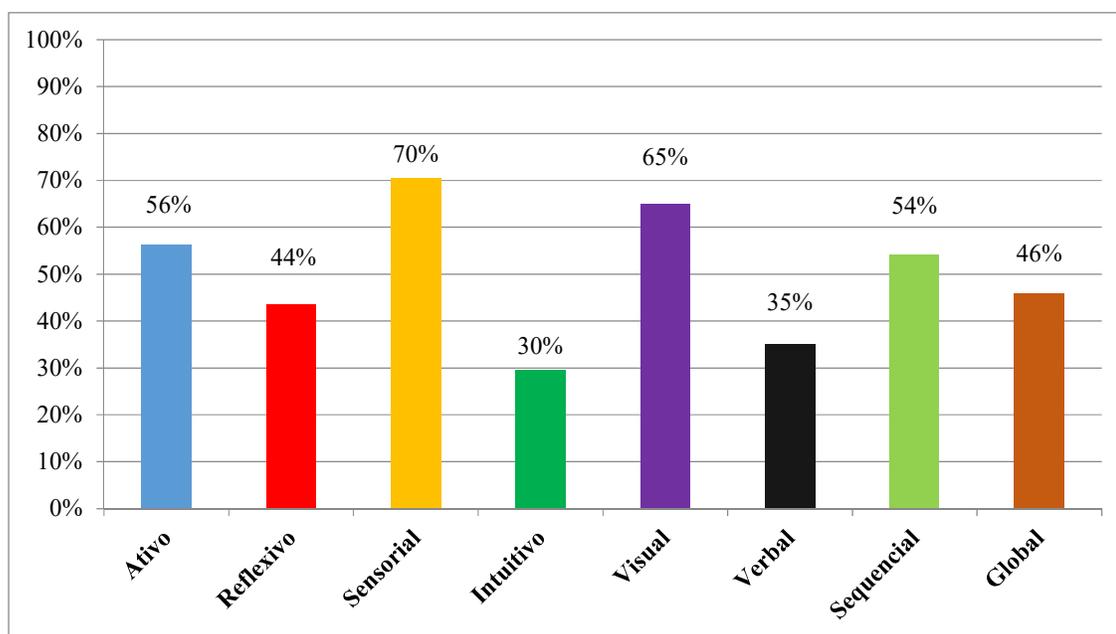


Figura 26 - Resultados da aplicação do questionário ILS.

Fonte: Elaborada pelo autor.

---

<sup>3</sup> Ferramenta de formulários *on-line* na *Web*

Em uma visão panorâmica, percebemos que a amostra pesquisada apresenta como dimensões dominantes de aprendizagem os estilos ativo (56%), sensorial (70%), visual (65%) e sequencial (54%), embora seja observada tendência para equilíbrio nos estilos ativo/reflexivo e sequencial/global.

## **6.5 Estratégias Pedagógicas do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia**

No tocante às estratégias pedagógicas condizentes com a dimensão relacionada à preferência de processamento da informação, a amostra analisada revelou equilíbrio entre os estilos ativo (56%) e reflexivo (44%). Desta maneira, o OA deve possibilitar tanto o aprendizado interativo, através da participação ativa do aluno na atividade de aprendizagem quanto o aprendizado de um modo mais introspectivo, através da reflexão sobre as informações obtidas na atividade de aprendizagem.

Na dimensão relativa à maneira preferencial de perceber as informações, a pesquisa com os alunos revelou predominância do estilo sensorial (70%) *versus* intuitivo (30%). Desta maneira, para o grupo de alunos dominante, o OA deve proporcionar um ambiente interativo, que promova a imersão do aluno no contexto da aprendizagem, no qual ele possa perceber as informações por meio dos sentidos.

Quanto à preferência de retenção da informação, isto é, o canal sensorial em que a informação é mais bem percebida, a pesquisa com os alunos revelou predominância do estilo visual (65%) *versus* verbal (35%). Desta maneira, para o grupo de alunos dominante o OA deve estimular o canal sensorial visual.

Na dimensão relacionada com a forma de organização da informação, a amostra analisada revelou equilíbrio entre os estilos sequencial (54%) e global (46%). Desta maneira, o OA deve possibilitar tanto o aprendizado de forma linear quanto de forma holística, ou seja, das partes para o todo e do todo para as partes.

## 6.6 Aspectos Técnicos do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia

O OA GAIA Odontologia foi desenvolvido basicamente em HTML5 e *JavaScript*. HTML, do inglês *HyperText Markup Language*, é uma linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na *web*. Foi projetado para ser multiplataforma, isso significa que não é necessário um sistema operacional específico como *Windows*, *Mac OS* ou *Linux* para executá-lo. O único requisito necessário é possuir um navegador *web* que ofereça suporte para a evolução dessa tecnologia. [78]. Foi utilizada a versão 5 dessa linguagem para desenvolvimento do OA. *Javascript* é uma linguagem de *script* incorporada a um documento HTML. É uma linguagem de programação que traz melhorias para a linguagem HTML, permitindo a execução de instruções no lado do cliente, ou seja, no próprio navegador *web*. A linguagem *Javascript* é altamente dependente do navegador *web* que chama a página *web* onde o *script* está incorporado, mas, por outro lado, não requer nenhum compilador, por se tratar de uma linguagem interpretada [79]. Também foram utilizadas algumas bibliotecas *JavaScript* para simplificar e reduzir o tempo e a complexidade de desenvolvimento do OA.

A renderização do modelo tridimensional do crânio desarticulado no OA requer um navegador *web* que ofereça suporte para WebGL. WebGL, do inglês *Web Graphics Library*, é uma API em *JavaScript*, disponível a partir do novo elemento *canvas* do HTML5, que oferece suporte para renderização de gráficos bidimensionais e tridimensionais. Pode ser implementado em uma aplicação *web* sem a necessidade de *plug-ins* no navegador *web* [80]. *Canvas* é um elemento da linguagem HTML5 destinado a delimitar uma área para renderização dinâmica de gráficos bidimensionais e tridimensionais [78].

A interação com o OA requer a tecnologia *Leap Motion*. Um pequeno dispositivo com um sensor capaz de captar movimentos dos dez dedos das mãos do usuário, conforme pode ser visualizado na Figura 27. O *Leap Motion* utiliza infravermelho e câmeras para captar movimentos precisos e simultâneos dos dedos com precisão de centésimos de milímetros [81].



Figura 27 - Dispositivo *Leap Motion*.

Fonte: *Leap Motion* [81].

Opcionalmente o OA pode ser integrado ao ambiente pedagógico aplicando o conceito de retroprojeção invertida para proporcionar o efeito holográfico do conteúdo didático-pedagógico. O conceito de retroprojeção invertida consiste em focar a imagem invertida de um projetor em uma película aplicada a qualquer outra superfície transparente (vidro, acrílico e etc.), deste modo permitindo criar telas gigantes com alta qualidade de imagem que pode ser visualizada em ambos os lados da superfície focada, conforme exemplificado na Figura 28 [82]. Para este estudo, aplicamos uma película holográfica transparente em um acrílico de 40 polegadas e utilizamos um projetor LED FULL HD (1920 x 1080) com 500 ANSI lúmens, contraste de 15.000:1 e abertura diagonal máxima de 150 polegadas.

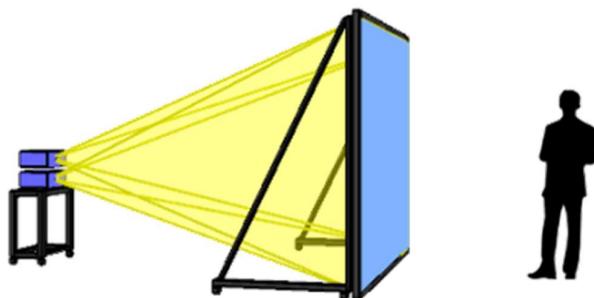


Figura 28 - Exemplificação do conceito de retroprojeção invertida.

Fonte: *X-Lusion* [82].

No que remete a característica de interoperabilidade, o OA GAIA Odontologia suporta múltiplas plataformas, podendo funcionar em diversos sistemas operacionais, como *Windows*, *Mac OS* e *Linux*.

Em relação à característica de acessibilidade, as tecnologias HTML5 e JavaScript permitem que o OA GAIA Odontologia seja compartilhado e distribuído através da Internet. Já o seu respectivo metadados permite que o mesmo seja pesquisado, identificado, acessado e recuperado do repositório de OA no qual foi publicado.

Na Figura 29 podem ser visualizados os metadados da publicação do OA GAIA Odontologia no repositório REDEC - LOOK.

The screenshot shows the 'REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM' (REDEC-LOOK) interface. The main content area displays the metadata form for the OA 'GAIA Odontologia'. The form is organized into tabs: 'Geral', 'Ciclo de Vida', 'Técnica', 'Educativa', and 'Direitos'. The 'Geral' tab is active, showing the following fields:

- TÍTULO \***: GAIA Odontologia
- DESCRIÇÃO \***: Objeto de aprendizagem orientado para compreensão da sedimentação do conhecimento anatômico e dos fundamentos do processo de aquisição da radiografia panorâmica
- OBS. DIDÁTICAS \***: Não há
- OBS. TÉCNICAS \***: Requer uso do dispositivo Leap Motion
- IDIOMA \***: Português
- REFERENCIA \***: -
- DISCIPLINA \***: Odontologia (dropdown menu)
- COMPLEXIDADE \***: 1 of 5 radio buttons selected
- PALAVRAS CHAVE \***: Anatomia; Radiografia Panorâmica; Odontologia;

At the bottom of the form, there are two buttons: 'PROSSEGUIR' (green) and 'SALVAR E SAIR' (grey). On the left side of the interface, there is a vertical navigation menu with icons and labels for various content types: PLUGINS, ESTUDOS DE CASO, SLIDES, IMAGENS, TEXTOS, VIDEOS, FIGURAS, and ANIMAÇÕES. The top right corner features two yellow sticky notes: 'O que é o redec-look?' and 'Tutorial'.

Figura 29 - Metadados e publicação do OA GAIA Odontologia.

Fonte: Adaptado de [83].

## 6.7 Módulos de Estudo do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia

O OA GAIA Odontologia oferece três módulos de estudo. O primeiro módulo é direcionado para estudo da anatomia de todos os ossos que compõe a face e o crânio e principalmente de todos os dentes que compõem a arcada dentária. O segundo módulo ainda é direcionado para estudo da anatomia, porém sob uma perspectiva diferente, com o crânio totalmente desarticulado.

Esses dois primeiros módulos são dedicados para suprimir as dificuldades dos alunos na compreensão da sedimentação do conhecimento anatômico, pré-requisito básico para compreensão dos fundamentos do processo de aquisição da radiografia panorâmica.

O terceiro módulo é dedicado para demonstrar de forma didática, a reprodução da técnica de aquisição da radiografia panorâmica por meio de uma simulação tridimensional em diversos ângulos de visão para compreensão dos seus fundamentos.

Nesta sequência, entende-se que o aluno apresentará todos os requisitos necessários para compreender como um corpo tridimensional é sedimentado e reproduzido em uma imagem de duas dimensões e interpretar a radiografia panorâmica.

Em relação às estratégias pedagógicas, a interface gráfica do OA rica em elementos tridimensionais estimula o canal sensorial visual do aluno (estilo de aprendizagem visual). Ao incorporar a tecnologia *Leap Motion*, o OA proporciona um ambiente interativo e promove a imersão do aluno no contexto da aprendizagem, permitindo que ele perceba as informações por meio dos sentidos (estilo de aprendizagem sensorial). Ainda, a interface gráfica do OA em conjunto com a tecnologia *Leap Motion*, estimulam o aluno a participar ativamente das atividades de aprendizagem (estilo de aprendizagem ativo), enquanto o conteúdo didático-pedagógico empregado no OA estimula a reflexão sobre as informações obtidas através das atividades de aprendizagem (estilo de aprendizagem reflexivo). E, por fim, a organização dos módulos do OA possibilita o aprendizado de forma linear, quando o aluno avança sequencialmente nos módulos (estilo de aprendizagem sequencial). Porém, nada impede o acesso aleatório dos módulos, possibilitando assim também o aprendizado de forma holística (estilo de aprendizagem global).

Na Figura 30 é ilustrado o conteúdo do módulo Anatomia I do OA GAIA

Odontologia.

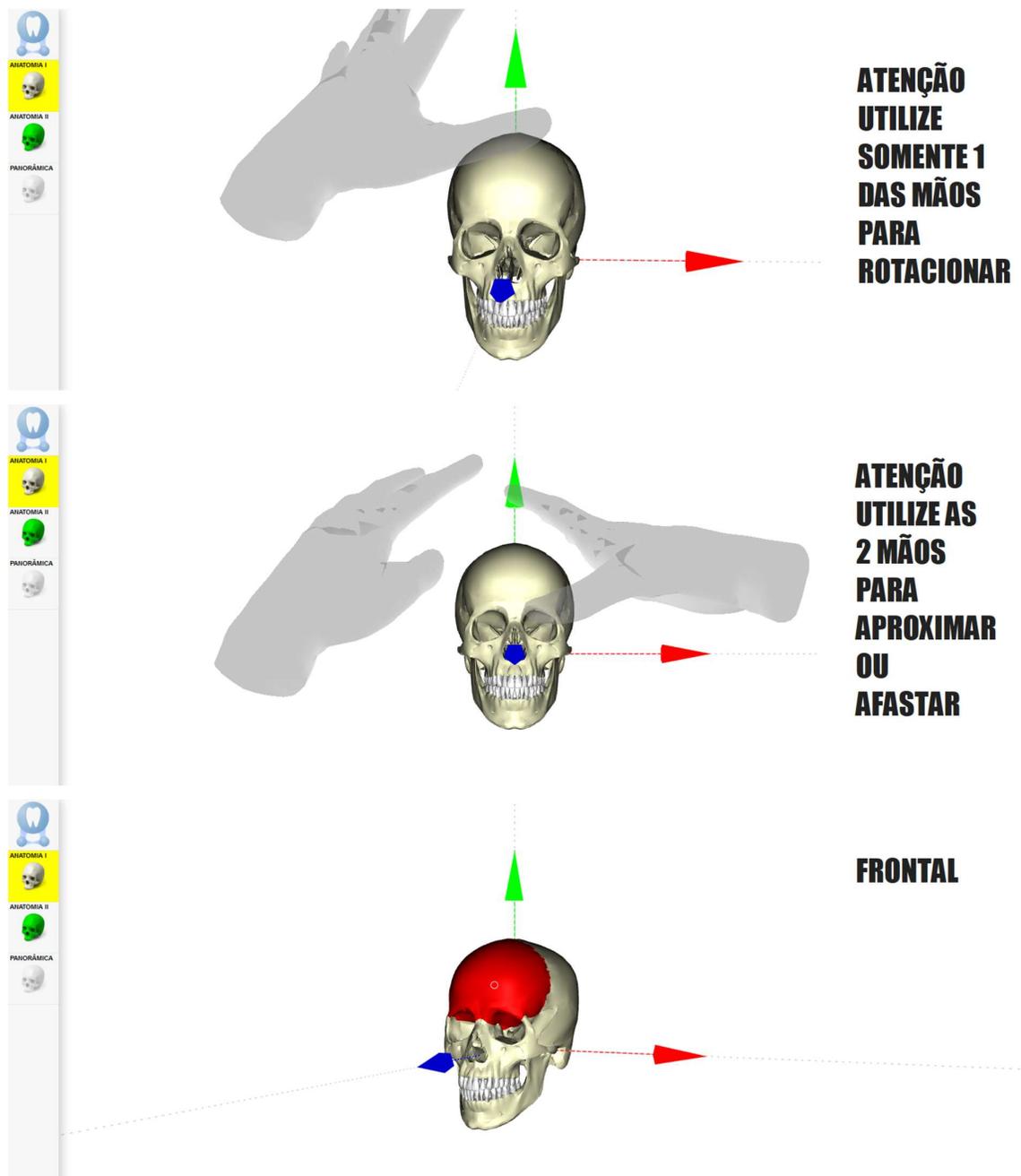


Figura 30 - Conteúdo do módulo Anatomia I do OA GAIA Odontologia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 31 é ilustrado o conteúdo do módulo Anatomia II do OA GAIA

Odontologia.

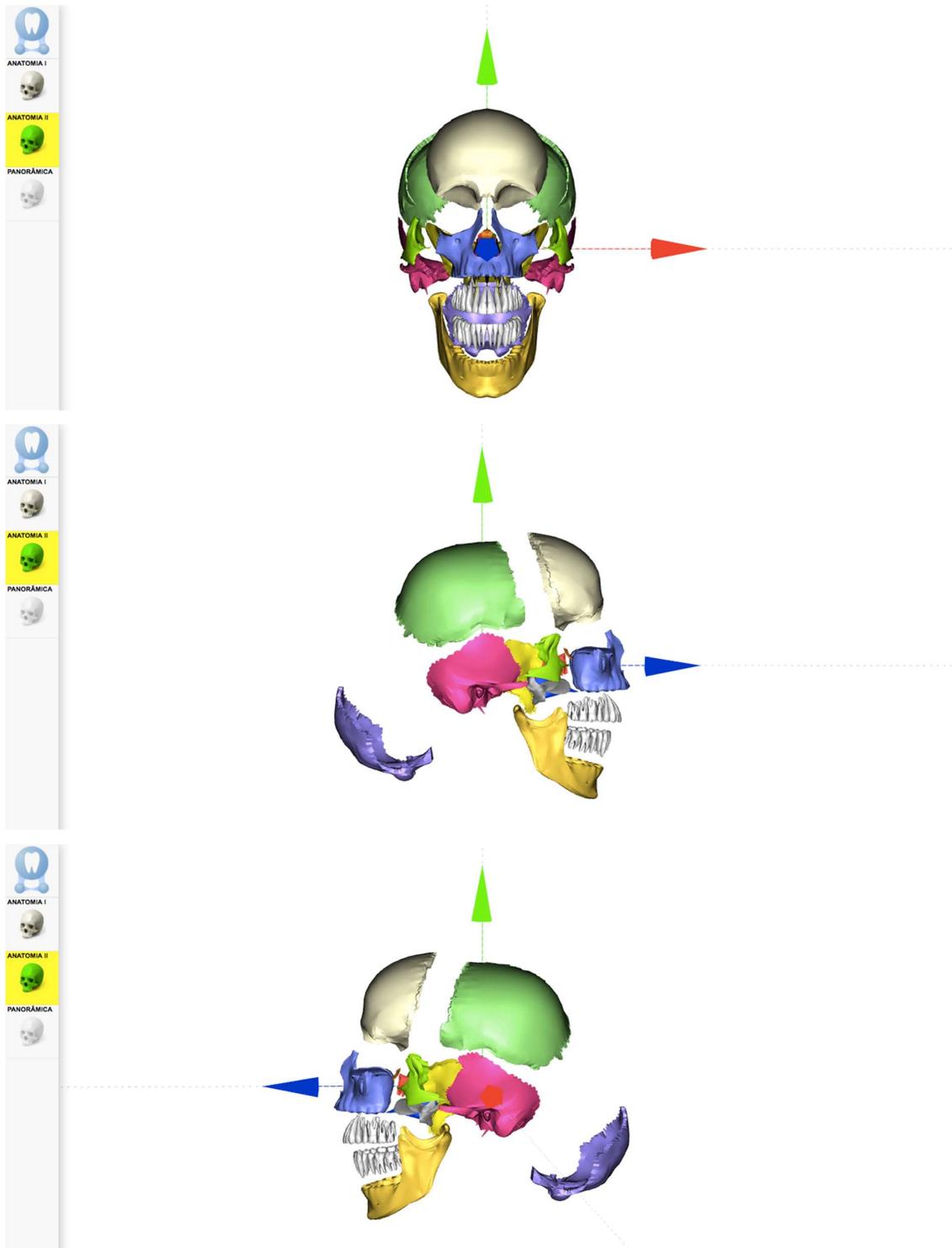


Figura 31 - Conteúdo do módulo Anatomia II do OA GAIA Odontologia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 32 é ilustrado o conteúdo do módulo Panorâmica do OA GAIA

Odontologia.

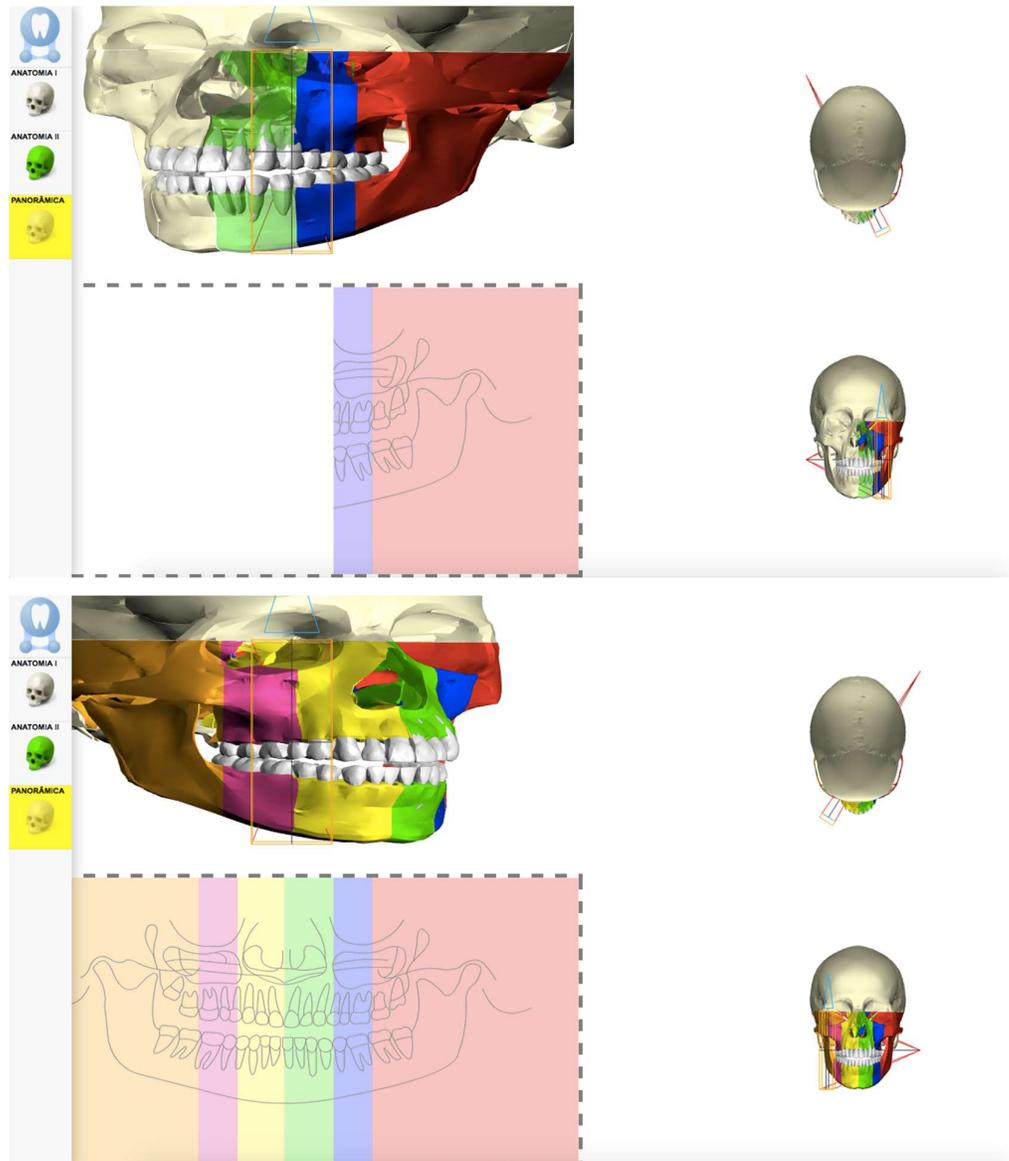


Figura 32 - Conteúdo do módulo Panorâmica do OA GAIA Odontologia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para que a imersão no contexto da aprendizagem seja intensificada o conceito de retroprojeção invertida pode ser aplicado para proporcionar o efeito holográfico do conteúdo didático-pedagógico, conforme exemplificado na Figura 33.



Figura 33 - Conceito de retroprojeção invertida no OA GAIA Odontologia.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 6.8 Avaliação do Objeto de Aprendizagem GAIA Odontologia

Para avaliação do OA GAIA Odontologia foi utilizada a versão 1.5 do instrumento de revisão de OA, do inglês *Learning Object Review Instrument* (LORI) [84], elaborado pela *e-Learning Research and Assessment Network* exclusivamente para avaliação de OA.

Na prática, LORI é um questionário que deve ser respondido por um especialista da área pedagógica que, após a utilização de um determinado OA, registrará sua experiência e/ou opinião a respeito das possibilidades pedagógicas expressas no instrumento de revisão. Para este estudo, os especialistas referem-se aos profissionais com formação acadêmica na área da odontologia e experiência pedagógica no âmbito acadêmico.

LORI é um instrumento de revisão que permite avaliar os OA em função de nove variáveis. Para este estudo, nesse instrumento de revisão, detalhado na Tabela 5, é possível identificar sete grupos de elementos pedagógicos: (1) qualidade do conteúdo; (2)

alinhamento dos objetivos de aprendizagem; (3) *feedback* e adaptabilidade; (4) motivação; (5) *design* da apresentação; (6) usabilidade de interação e (7) reusabilidade; e dois grupos de elementos técnicos: (1) acessibilidade e (2) conformidade com as normas.

Tabela 5 - *Learning Object Review Instrument (LORI)*.

Fonte: Adaptado de [84].

<b>Learning Object Review Instrument (LORI)</b>	<b>Elementos Pedagógicos</b>	
	<b>(1) Qualidade do conteúdo</b>	Veracidade, precisão, equilíbrio na apresentação de ideias e apropriado nível de detalhe.
	<b>(2) Alinhamento dos objetivos de aprendizagem</b>	Alinhamento entre os objetivos de aprendizagem, atividades, avaliações e características do aluno.
	<b>(3) <i>Feedback</i> e adaptabilidade</b>	Conteúdo adaptável ou <i>feedback</i> impulsionado pelo aluno.
	<b>(4) Motivação</b>	Capacidade de motivar e interessar uma população identificada de alunos.
	<b>(5) <i>Design</i> da apresentação</b>	<i>Design</i> de informação visual e auditiva para a aprendizagem e eficiente processamento mental.
	<b>(6) Usabilidade de interação</b>	Facilidade de navegação, previsibilidade da interface do usuário e qualidade dos recursos de ajuda da interface.
	<b>(7) Reusabilidade</b>	Capacidade de utilizar em diferentes contextos de aprendizagem e com alunos de diferentes origens.
	<b>Elementos Técnicos</b>	
	<b>(1) Acessibilidade</b>	Facilidade do acesso independente de plataforma.
<b>(2) Conformidade com as normas</b>	Adesão a normas e especificações internacionais.	

Para avaliação dos elementos pedagógicos do OA GAIA Odontologia, selecionou-se uma amostra intencional de sete professores do curso de Odontologia da UEL, sendo cinco professores do gênero feminino e dois do masculino, com idades entre 27 e 46 anos e experiência acadêmica entre 2 e 21 anos.

A apresentação do OA GAIA Odontologia foi disponibilizada por meio de *link*<sup>4</sup> na *web* e o suporte ao especialista da área pedagógica foi realizado por meio de contato pessoal, telefone ou *e-mail*. O questionário LORI, que pode ser conferido na íntegra no Apêndice D, também foi submetido por meio de ferramenta na *web*, utilizando a plataforma *Google Forms*<sup>5</sup> e coletado em planilha eletrônica.

Logo após a apresentação do OA GAIA Odontologia aos professores especialistas, o questionário LORI foi submetido para capturar a experiência e/ou opinião de cada um deles. Para cada elemento pedagógico presente neste questionário, a qualidade é avaliada numa escala de valores de cinco níveis, ou seja, quanto maior a nota, maior a qualidade e consequentemente quanto menor a nota, menor a qualidade. Cada professor especialista, deveria atribuir uma nota entre 1 e 5 para cada elemento pedagógico avaliado no OA GAIA Odontologia. Se o elemento pedagógico é considerado como não relevante para o OA, ou se o professor especialista não se sente qualificado para julgá-lo, então ele pode optar pela exclusão do elemento pedagógico da avaliação, atribuindo a nota 0 que representa a expressão “*não aplicável (NA)*”.

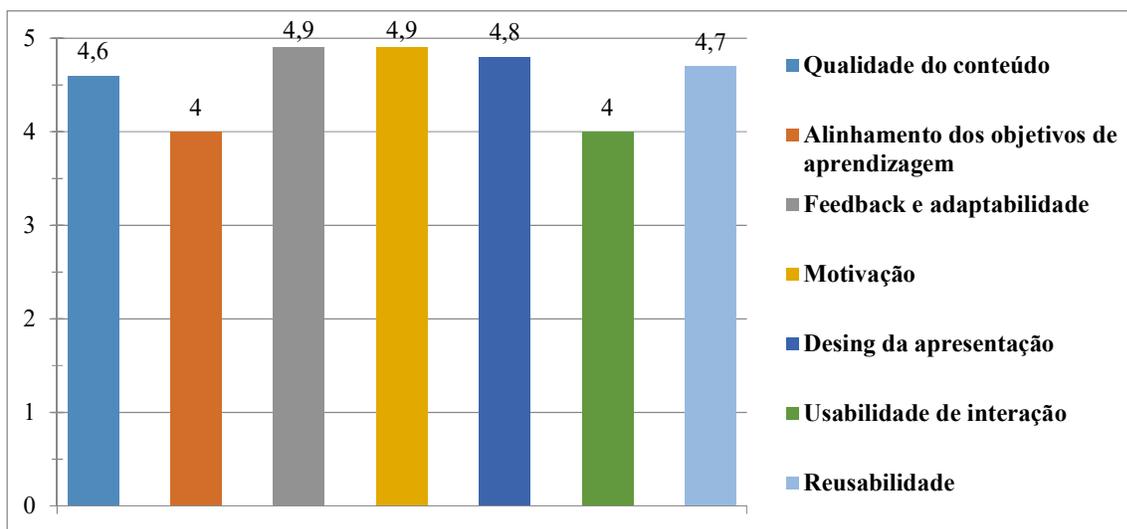


Figura 34 - Resultados da aplicação do instrumento LORI.

Fonte: Elaborada pelo autor.

<sup>4</sup> <https://youtu.be/9VIocfHbfEU>

<sup>5</sup> Ferramenta de formulários *on-line* na *Web*

O gráfico da Figura 34 evidencia a opinião dos professores especialistas em relação à avaliação pedagógica do OA GAIA Odontologia. Observa-se uma tendência para equilíbrio de quase todos os elementos pedagógicos avaliados. O comentário, “*O OA isolado não é suficiente para atingir os objetivos da aprendizagem devendo ser associados a outros recursos*”, realizado por um dos professores especialistas, evidencia o desequilíbrio da nota de avaliação atribuída ao elemento pedagógico “*Alinhamento dos objetivos de aprendizagem*”, em relação aos demais elementos pedagógicos avaliados. Porém, o propósito de um OA não é substituir o professor, também não é substituir qualquer recurso pedagógico à disposição do professor em sala de aula e muito menos ser utilizado isoladamente. O propósito do OA é justamente o contrário, ou seja, é ser agregado aos recursos pedagógicos existentes para auxiliar o professor em sala de aula. Em relação ao elemento pedagógico “*Usabilidade de interação*” que também apresenta desequilíbrio na nota de avaliação obtida em relação aos demais elementos pedagógicos avaliados, podemos argumentar o fato de que o dispositivo tecnológico *Leap Motion*, peça chave do OA GAIA Odontologia, por se tratar de uma tecnologia recente, ainda pouco conhecida, pode oferecer dificuldade ao usuário no primeiro contato com a tecnologia. Se houvesse um rápido treinamento para uso do dispositivo tecnológico antes do contato com o OA, poderia reduzir tais dificuldades. Ainda, o OA poderia oferecer instruções visuais, como por exemplo, mãos virtuais executando cada um dos movimentos e gestos programados para interação com o respectivo OA. No entanto, ainda assim, percebe-se a concordância positiva de todos os professores especialistas em relação à qualidade do OA desenvolvido, com todas as notas alcançando os índices entre 4 e 5 e, portanto, evidenciando na prática a eficácia da aplicação do processo proposto para tal fim.

Os elementos técnicos não foram avaliados pelos professores especialistas que participaram desta avaliação, em razão das suas respectivas primícias, estabelecidas durante a fase de planejamento do projeto, terem sido cumpridas durante o processo de desenvolvimento do OA. Na prática, a acessibilidade identificada como um elemento técnico também poderia ter sido avaliada como um elemento pedagógico. Porém, para efeitos deste estudo, por se tratar de um OA que exige o movimento motor, não poderia ser avaliado como acessível para todos os públicos devido às suas limitações preestabelecidas. Por fim, o elemento pedagógico reusabilidade também poderia ter sido qualificado como elemento técnico devido à natureza técnica de sua composição.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de OA tem sido muito difundido no âmbito pedagógico, devido à grande flexibilidade do seu potencial de reutilização em diversos contextos de aprendizagem. No entanto, as respostas técnicas fornecidas pela comunidade científica não têm se mostrado muito favoráveis para o desenvolvimento desse tipo de tecnologia. Como exposto neste estudo, algumas metodologias utilizadas para desenvolvimento de OA apresentam uma abordagem mais pedagógica deixando de lado um enfoque mais técnico e não levando em consideração os atributos de qualidade do OA, inclusive a questão da reusabilidade. Já outras metodologias abordam somente aspectos técnicos e não levam em consideração o enfoque pedagógico. Enquanto outras metodologias especializadas para o desenvolvimento de OA apresentam fraquezas tanto no âmbito pedagógico como também em alguns aspectos técnicos e de qualidade do OA, conforme foi comprovado através da análise comparativa realizada neste estudo.

A necessidade de desenvolver métodos que suportam o desenvolvimento de OA de alta qualidade é evidente. Com base neste estudo, foi desenvolvido um processo com essas características, o GAIA PDOA, que disponibiliza um fluxo de trabalho completo para o ciclo de vida de desenvolvimento de OA focado na reutilização. O fluxo de trabalho contempla as etapas técnicas essenciais para o desenvolvimento de um OA em conjunto com os aspectos didático-pedagógicos exigidos por esse tipo de tecnologia. Também incorpora os principais conceitos das metodologias prescritivas de desenvolvimento de *software* em conjunto com as melhores práticas das metodologias ágeis para garantir a consistência e padronização do processo de desenvolvimento e assim aumentar a qualidade dos OA produzidos. Além disso, o modelo também fornece uma estrutura poderosa, centrada no usuário e flexível para suportar uma equipe multidisciplinar dinâmica e colaborativa e incentiva a produção de conteúdo didático-pedagógico rico em propriedades estruturais, como a coesão e dissociação para apoiar a prática da reutilização.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos através da avaliação dos especialistas, podemos concluir que o processo GAIA PDOA contribui para o desenvolvimento de OA com qualidade previsível e controlável, sendo que esta qualidade é identificada e atribuída no próprio processo de desenvolvimento. Além disso, os resultados obtidos através da avaliação pedagógica do OA GAIA Odontologia por professores

especialistas subsidiam a comprovação da efetividade de aplicação do processo GAIA PDOA na prática bem sucedida.

O processo GAIA PDOA obviamente precisa ser mais bem testado e para que isso ocorra novos OA precisam ser desenvolvidos possibilitando estes avaliar e melhorar o processo que é também uma questão de melhoria contínua promovida pelo próprio processo de desenvolvimento.

O processo GAIA PDOA também foi projetado para servir como alicerce para o desenvolvimento especializado de OA. A natureza intrínseca da sua estrutura é capaz de suportar o acoplamento de múltiplos módulos de especialização, cuja representação pode ser visualizada na Figura 35, ficando a cargo de trabalhos futuros.



Figura 35 - Representação da estrutura suportada pelo processo GAIA PDOA.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A principal contribuição deste estudo para a comunidade científica é um processo de desenvolvimento de OA, com um fluxo de trabalho flexível que incorpora as melhores práticas de análise, planejamento, gerenciamento, desenvolvimento, teste e avaliação tanto no âmbito técnico quanto no âmbito pedagógico com qualidade previsível e controlável. Além de um OA, orientado para alunos do curso de odontologia, com uma tecnologia inovadora que permite a imersão do usuário dentro do contexto de aprendizagem e estimula a interatividade motora com os elementos da respectiva atividade didático-pedagógica, aumentando assim a percepção da realidade dos fatos ao redor dele.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, M. E. Tecnologia e Educação a Distância: Abordagens e Contribuições dos Ambientes Digitais e Interativos de Aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, dez. 2003.
- [2] PIMENTEL, M. G.; ANDRADE, L. C. V. Educação a Distância: Mecanismos para Classificação e Análise. *Anais do VII Congresso Internacional de Educação a Distância - ABDE*. São Paulo, ago. 2000.
- [3] ROZADOS, H. B. F. Objetos de aprendizagem no contexto da construção do conhecimento. *C&D - Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista*, v. 2, n. 1, p. 46-63, jan./dez. 2009.
- [4] BEHAR, P. A. *Modelos Pedagógicos em Educação a Distância*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [5] SCHWARZELMÜLLER, A. F.; ORNELLAS, B. Os Objetos digitais e suas utilizações no processo de ensino-aprendizagem. *XII Congresso de Informática Educativa "InforEdu 2007"*, fev. 2007.
- [6] FERNANDES, C. A. et al. Modelo para qualidade de aprendizagem: da sua concepção ao uso em sala de aula. *Anais do XX SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2009.
- [7] BOND, S. et al. Reuse, repurposing and learning design - lessons from the DART project. *Computer & Education* v. 50, n. 2, p. 601-612, fev. 2008.
- [8] BRAGA, J. et al. Desafios para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem reutilizáveis e de qualidade. *CSBC 2012: Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*, jun. 2012.
- [9] CALVO, R. et al. Informing elearning software development processes with the student experience of learning. In Angela Brew & Judyth Sachs (Ed.), *Transforming a university: the scholarship of teaching and learning in practice*, NSW, Australia: University of Sydney Press, p. 175-185, 2007.
- [10] HODGINS, H. W. The future of learning objects. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2000. Disponível em: <http://www.reusability.org/read/chapters/hodgins.doc>. Acesso em: 10 jan. 2015.

- [11] WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2000. Disponível em: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- [12] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata (IEEE 1484.12.1-2002), jul. 2002.
- [13] MCGREAL, R. Learning objects: a practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, v. 1, n. 9, p 21-32, 2004.
- [14] COCHRANE, T. Interactive quicktime: Developing and evaluating multimedia learning objects to enhance both face-to-face and distance e-learning environments. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, v. 1, n. 1, p. 33-54, 2005.
- [15] L'ALLIER, J. J. Frame of reference: NETg's map to its products, their structures and core beliefs. Whitepaper, 1997.
- [16] LONGMIRE, W. Content and context: designing and developing learning objects. In D. Brightman (Ed.), *Learning Without Limits*, v. 3, p. 23-33. San Francisco, CA, 2000.
- [17] POLSANI, P. R. Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital information*, v. 3, n. 4, 2003.
- [18] HAUGHEY, M.; MUIRHEAD, B. Evaluating learning objects for schools. In *E-Journal of Instructional Science and Education*, v. 8, n. 1, 2005.
- [19] METROS, S. E.; BENNETT, K. Learning objects in higher education. In: *ECAR Research Bulletin*, EDUCAUSE Center for Applied Research, Boulder, Colorado, v. 2002, n. 19, out. 2002.
- [20] DEGEN, B. Capitalizing on the learning object economy: The strategic benefits of standard learning objects. Learning Objects Network, Inc. Disponível em: <http://www.learningobjectsnetwork.com>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- [21] NISO. *Understanding Metadata*. Bethesda, MD: NISO Press. URL: Disponível em: <http://www.niso.org/standards/resources/UnderstandingMetadata.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- [22] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). Learning Object Metadata (LOM) (IEEE 1484.12.1), jun. 2002.

- [23] RITZHAUPT, A. D. Learning Object Systems and Strategy: A Description and Discussion. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*. v. 6, 2010.
- [24] DOWES, S. Design and reusability of learning objects in an academic context: A new economy of education? *Journal of the United States Distance Learning Association*, v. 17, n. 1, 2003.
- [25] DICK, W.; CAREY, L. *The Systematic Design of Instruction*. 6. ed. Allyn & Bacon, 2004.
- [26] KEMP, J.; MORRISON, G.; ROSS, S. *Designing Effective Instruction*. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- [27] FILATRO, A. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- [28] PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2006.
- [29] LARMAN, C. *Utilizando UML e Padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientado a objetos e ao Processo Unificado*. Trad. Luiz Augusto Meirelles Salgado e João Tortello. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [30] PAULA, W. P. *Engenharia de Software - Fundamentos, Métodos e Padrões*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.
- [31] Manifesto para o desenvolvimento ágil de software. Disponível em: <http://manifestoagil.com.br/>. Acesso em: 03 fev. 2015.
- [32] TELES, V. M. *Extreme Programming*. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2004.
- [33] BARAJAS, A.; MUÑOZ, J.; ÁLVAREZ, F. J. Modelo instruccional para el diseño de objetos de aprendizaje: modelo MIDOA. *Virtual Educa 2007*. São José Dos Campos - São Paulo, Brasil, 2007.
- [34] BARAJAS, A.; MUÑOZ, J.; ÁLVAREZ, F. J.; GARCIA, A. R. Developing Large Scale Learning Objects for Software Engineering Process Model through MIDOA Model. *Computer Science (ENC), 2009 Mexican International Conference on 2009 Mexico city, México*, p. 21 - 25, set. 2009.
- [35] GILBERT, P. *L'ingénierie pédagogique*. Presses de l'Université du Quebec, 2002.
- [36] BOYLE, T.; COOK, J.; WINDLE, R.; WHARRAD, H.; LEEDER, D.; ALTON, R. *An agile method for developing learning objects*. Ascilite - Sidney, Austrália, 2007.

- [37] CALVO, R.; ELLIS, R.; CARROLL, N.; MARKAUSKAITE, L. Informing learning software development processes with the student experience of learning. In Angela Brew & Judyth Sachs (Ed.), *Transforming a university: the scholarship of teaching and learning in practice*, NSW, Australia: University of Sydney Press, p. 175-185, 2007.
- [38] DICK, W.; CAREY, L. *The Systematic Design of Instruction*. 4. ed. New York: Harper Collins Publishing, 1996.
- [39] GUIA PMBOK. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. 4 ed. Project Management Institute, Inc. EUA, 2008.
- [40] SAMPSON, D. G.; ZERVAS, P. A Workflow for Learning Objects Lifecycle and Reuse: Towards Evaluating Cost Effective Reuse. *Educational Technology & Society*, v. 14, n. 4, p. 64 - 76, 2011.
- [41] A Comprehensive up-to-date Guide for e-Learning and Accredited Online Distance Education. Disponível em: E-Learning.com. Acesso em: 10 abr. 2015.
- [42] HENSON, K. *Curriculum planning*. Long Grove, Illinois: Waveland Press Inc, 2007.
- [43] COMPANY, H. M. *The American Heritage Medical Dictionary*. Houghton Mifflin Company, 2007.
- [44] ANDERSON, L.W., D. Krathwohl. *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York, 2001.
- [45] GAGNE, R. M.; BRIGGS, L. J. *Principles of instructional design*. 2. ed. New York: Holt, Rinehart, & Winston, 1979.
- [46] ABISAMRA, N. S. *Instructional Analysis: Subordinate Skills & Entry Behaviors*. Disponível em: [http://www.nadasisland.com/isd/index.blog?topic\\_id=1112760](http://www.nadasisland.com/isd/index.blog?topic_id=1112760). Acesso em: 10 abr. 2015.
- [47] MANN, B. Chapter 4: identifying subordinate skills and entry behaviors. Disponível em: [http://users.cdli.ca/bmann/6822/DickCarey\\_chptrs/Chapter\\_4.pdf](http://users.cdli.ca/bmann/6822/DickCarey_chptrs/Chapter_4.pdf). Acesso em: 10 abr. 2015.
- [48] ISAACS, G. *Bloom's taxonomy of educational objectives*. St Lucia, Qls, Australia: Teaching and Educational Development Institute, University of Queensland, 1996.

- [49] Arizona Department of Administration. Objective Performance Elements: Disponível em: [http://www.hr.state.az.us/PASE/PASE\\_Objective.asp](http://www.hr.state.az.us/PASE/PASE_Objective.asp). Acesso em: 11 abr. 2015.
- [50] MAGER, R. F. Making instruction work. Belmont, CA: Lake Publishing Co, 1988.
- [51] GAGNÉ, R. M. Instructional technology: Foundations. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.
- [52] QUINE, T. What are performance objectives? Disponível em: [http://www.documen.com/What\\_are\\_performance\\_objectives.pdf](http://www.documen.com/What_are_performance_objectives.pdf). Acesso em: 11 abr. 2015.
- [53] VOGLER, D. E. Performance instruction: Planning, delivering, evaluating. Eden Prairie, MN: Instructional Performance Systems Inc, 1991.
- [54] CLARK, R. Learning from Media: Arguments, Analysis, and Evidence. Greenwich, Connecticut: Information Age Publishing, 2001.
- [55] FAIRTEST. Criterion- and Standards- Referenced Tests. Disponível em: <http://fairtest.org/criterion-and-standards-referenced-tests>. Acesso em: 11 abr. 2015.
- [56] LINN, R. L.; GRONLUND, N. E. Measurement and assessment in teaching. 8. Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.
- [57] Big Dog and Little Dog's Performance Juxtaposition. List Entry Behaviors. Disponível em: [http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/isd/entry\\_behavior.html](http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/isd/entry_behavior.html). Acesso em: 11 abr. 2015.
- [58] GAGNÉ, R. M.; BRIGGS, L. J.; WAGER, W. W. Principles of instructional design. 4. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1992.
- [59] Evaluation Purpose: Formative and Summative Evaluations. Disponível em: [http://www.edtech.vt.edu/edtech/id/eval/eval\\_purpose.html](http://www.edtech.vt.edu/edtech/id/eval/eval_purpose.html). Acesso em: 10 jan. 2015.
- [60] HIRUMI, A. et al. Selecting Delivery Systems and Media to Facilitate Blended Learning: A Systematic Process based on Skill Level, Content Stability, Cost and Instructional Strategy. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching. v. 7, n. 4, dez. 2011.
- [61] CLARK, D. Choose delivery system. Disponível em: <http://nwlink.com/~Donclark/hrd/isd/deliversys.html>. Acesso em: 17 out. 2015.

- [62] HOEPFL-WELLENHOFER, S. Instructional materials. Disponível em: [http://www.nadasisland.com/isd/index.blog?topic\\_id=1112757](http://www.nadasisland.com/isd/index.blog?topic_id=1112757). Acesso em: 17 out. 2015.
- [63] RIEBER, L. Developing assessment instruments. Disponível em: [lriber.myweb.uga.edu/edit6170/ppt/assessments.ppt](http://lriber.myweb.uga.edu/edit6170/ppt/assessments.ppt). Acesso em: 30 set. 2015.
- [64] ROCHA, A. R. C. et al., Qualidade de software - Teoria e prática. São Paulo: Prentice Hall, 2001.
- [65] KAY, R. H.; KNAACK, L. Evaluating the learning in learning objects. Open Learning, v. 22, n. 1, p. 5-28, 2007.
- [66] West Virginia Department of Education. Examples of formative assessments. Disponível em: <http://wvde.state.wv.us/teach21/ExamplesofFormativeAssessment.html>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- [67] Georgia College of Tech Computing. Questionnaire Design. Disponível em: [http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751\\_97\\_winter/Topics/quest-design/](http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751_97_winter/Topics/quest-design/). Acesso em: 10 out. 2015.
- [68] RYSZARD S. M.; ROBERT E. S. Learning from Observation: Conceptual Clustering. Morgan Kaufmann, 2014.
- [69] Science Buddies. Data Analysis & Graphs. Disponível em: [http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project\\_data\\_analysis.shtml](http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_data_analysis.shtml). Acesso em: 11 nov. 2015.
- [70] CASHIN, W. E.; DOWNEY, R. G. Sing global student rating items for summative evaluation. Journal of Educational Psychology, v. 84, n. 4, p. 563-572, dez 1992.
- [71] REISER, R. A.; DEMPSEY, J.V. Trends and issues in instructional design. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc, 2007.
- [72] COLARIC, S. Summative Evaluations. Disponível em: <http://iteach.saintleo.edu/InstructionalDesign/DCSummative.htm>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- [73] FILATRO, A. Design Instrucional na prática. São Paulo: Pearson, 2009.
- [74] RAUTENBERG, S.; STEIL, A. V.; TODESCO, J. L. Modelo de Conhecimento para mapeamento de instrumentos da gestão do conhecimento e de agentes computacionais da engenharia do conhecimento. Perspectivas em Ciência da Informação, v.16, n.3, p.26-46, 2011.

- [75] SIMÕES A.; Radiografias Panorâmicas - Definições e Indicações. Disponível em: <http://www.papaizassociados.com.br/radiografias-panoramicas-definicoes-e-indicacoes/>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- [76] WHAITES, E. Princípios de Radiologia Odontológica. 3. ed. São Paulo: ArtMed, 2003.
- [77] FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, v. 78, n.7, p. 674-681, abr. 1988.
- [78] PILGRIM, M. HTML5: Up and Running. O'Reilly Media, 2010.
- [79] FLANAGAN, D. Javascript: O Guia Definitivo. 6. ed. O'Reilly Media, 2009.
- [80] TONY, P.; WebGL: Up and Running. Safari Books. O'Reilly Media, 2012.
- [81] Leap Motion. Disponível em: <http://www.leapmotion.com/>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- [82] X-Lusion Hologramas. Disponível em: <http://xlusion.com.br>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- [83] BARROS, O. T. V. REDEC - LOOK: modelo de repositório do conhecimento para gestão de objetos de aprendizagem. Florianópolis: UFSC, 2013. 234p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- [84] NESBIT, J.; BELFER, K.; LEACOCK, T. Learning Object Review Instrument (LORI): User manual. Disponível em: <http://www.transplantedgoose.net/gradstudies/educ892/LORI1.5.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

## **Apêndices**

## APÊNDICE A - ANÁLISE COMPARATIVA

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
1	Avaliação das necessidades que implicam no desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Realizado na fase de análise	Realizado na fase de necessidades de aprendizagem	Realizado na fase de requisitos pedagógicos	Realizado na etapa avaliar necessidades da fase de análise
2	Análise do público-alvo para o qual o objeto de aprendizagem será desenvolvido	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na etapa analisar público-alvo da fase de análise
3	Análise do contexto no qual o objeto de aprendizagem será utilizado e do contexto no qual será aplicado tudo aquilo que foi aprendido durante o uso do objeto de aprendizagem	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na etapa analisar contexto da fase de análise
4	Definição, análise e especificação dos objetivos do objeto de aprendizagem	Realizado na fase de análise	Realizado na fase de especificações do projeto	Realizado na fase de requisitos pedagógicos	Realizado nas etapas determinar objetivos, analisar objetivos e especificar objetivos da fase de análise

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
5	Definição das tecnologias, ferramentas e recursos necessários para desenvolvimento e uso do objeto de aprendizagem	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na etapa definir tecnologias da fase de planejamento
6	Análise dos riscos envolvidos no projeto de desenvolvimento do objeto de aprendizagem	A gestão de riscos está implícita na adoção do ciclo de vida em espiral	A gestão de riscos está implícita na adoção do ciclo de vida em espiral	Realizado em conjunto com a fase de prototipação	Realizado na etapa analisar riscos da fase de planejamento
7	Estimativa de prazos para desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Não identificado	Não está explícito, mas as restrições de tempo do projeto são contempladas	Não identificado	Realizado na etapa estimar prazos e custos da fase de planejamento
8	Estimativa de custos para desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Não identificado	Não está explícito, mas a aprovação do financiamento do projeto é contemplada	Não identificado	Realizado na etapa estimar prazos e custos da fase de planejamento

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
9	Planejamento dos recursos operacionais necessários para desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na etapa planejar recursos operacionais da fase de planejamento
10	Planejamento dos recursos humanos (equipe multidisciplinar), necessária para desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Não está explícito, mas a alocação dos recursos humanos é contemplada	Não está explícito, mas a alocação dos recursos humanos é contemplada	Não está explícito, mas a alocação dos recursos humanos é contemplada	Realizado na etapa planejar recursos humanos da fase de planejamento
11	Definição do papel de cada integrante da equipe multidisciplinar de desenvolvimento do objeto de aprendizagem	A definição dos papéis de cada integrante da equipe é contemplada	A definição dos papéis de cada integrante da equipe é contemplada	A definição dos papéis de cada integrante da equipe é contemplada	Realizado na etapa planejar recursos humanos da fase de planejamento
12	Análise da viabilidade de desenvolvimento do objeto de aprendizagem	A análise da viabilidade está implícita na adoção do ciclo de vida em espiral	A análise da viabilidade está implícita na adoção do ciclo de vida em espiral	A análise da viabilidade está implícita na adoção do ciclo de vida em espiral	Realizado na etapa analisar viabilidade da fase de planejamento

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
13	Elaboração dos instrumentos de avaliação no âmbito técnico e pedagógico necessários para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Realizado na fase de análise	Realizado na fase de especificações do projeto	Realizado na fase de requisitos pedagógicos	Realizado na etapa desenvolver instrumentos de avaliação da fase de projeto
14	Elaboração da estratégia instrucional (estratégia pedagógica) para desenvolvimento do objeto de aprendizagem	Realizado na fase de <i>design</i>	Realizado nas fases de <i>design</i> e desenvolvimento	Realizado na fase de planejamento	Realizado na etapa desenvolver estratégia instrucional da fase de projeto
15	Elaboração dos materiais instrucionais (conteúdo didático-pedagógico) por profissionais capacitados	Realizado na fase de desenvolvimento	Realizado nas fases de <i>design</i> e desenvolvimento	Realizado na fase de prototipação	Realizado na etapa desenvolver materiais instrucionais da fase de projeto
16	Prática de reutilização total ou parcial de objetos de aprendizagem e conteúdo didático-pedagógico	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na etapa desenvolver materiais instrucionais da fase de projeto

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
17	Desenvolvimento do objeto de aprendizagem utilizando tecnologias, ferramentas e recursos adequados por profissionais qualificados	Realizado na fase de desenvolvimento	Realizado nas fases de <i>design</i> e desenvolvimento	Realizado na fase de implementação	Realizado na fase de desenvolvimento
18	Teste do objeto de aprendizagem por profissionais qualificados	Realizado na fase de utilização	Realizado nas fases de <i>design</i> e desenvolvimento	Realizado na fase de implementação	Realizado na fase de teste
19	Integração do objeto de aprendizagem no ambiente para o qual foi projetado para avaliação e fornecimento de <i>feedback</i>	Realizado nas fases de utilização e avaliação	Realizado na fase de avaliação	Realizado nas fases de entrega do curso, avaliação e avaliação pós-curso e reflexão	Realizado nas etapas integrar, usar e fornecer <i>feedback</i> da fase de implementação e na fase de avaliação
20	Política de melhoria contínua da qualidade objeto de aprendizagem	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na fase de avaliação
21	Atribuição de metadados ao objeto de aprendizagem sob as normas e especificações internacionais	Não identificado	Realizado na fase de entrega	Não identificado	Realizado na etapa descrever metadados da fase de publicação

Tópicos		Modelos de Processos Comparados			
		MIDOA [33][34]	RLO-CETL [36]	Spiral-Ed [37]	GAIA PDOA
22	Publicação do objeto de aprendizagem em repositório	Não identificado	Realizado na fase de entrega	Não identificado	Realizado na etapa publicar da fase de publicação
23	Política de avaliação continuada do OA	Não identificado	Não identificado	Não identificado	Realizado na fase de avaliação

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS

N.º	Questões
1.	As necessidades que implicam no desenvolvimento do objeto de aprendizagem são avaliadas? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
2.	O público-alvo para o qual o objeto de aprendizagem será desenvolvido é analisado? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
3.	O contexto no qual o objeto de aprendizagem será utilizado, bem como o contexto no qual será aplicado tudo aquilo que foi aprendido durante o uso do objeto de aprendizagem são analisados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
4.	Os objetivos do objeto de aprendizagem são determinados, analisados e especificados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
5.	As tecnologias, ferramentas e recursos necessários para desenvolvimento do objeto de aprendizagem, bem como os recursos necessários para uso do objeto de aprendizagem são claramente definidos? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
6.	Os riscos envolvidos no processo de desenvolvimento do objeto de aprendizagem são analisados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
7.	Os prazos e custos para desenvolvimento do objeto de aprendizagem são estimados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
8.	Os recursos operacionais necessários para desenvolvimento do objeto de aprendizagem são planejados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
9.	A equipe (recursos humanos) necessária para desenvolvimento do objeto de aprendizagem é planejada? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
10.	O papel de cada integrante da equipe de desenvolvimento do objeto de aprendizagem é claramente estabelecido? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
11.	A viabilidade de desenvolvimento do objeto de aprendizagem é analisada? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
12.	Os instrumentos de avaliação necessários para desenvolvimento do objeto de aprendizagem, tanto no âmbito técnico quanto no âmbito pedagógico são estabelecidos e elaborados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
13.	A estratégia instrucional para desenvolvimento do objeto de aprendizagem é elaborada? [0] [1] [2] [3] [4] [5]

<b>14.</b>	Os materiais instrucionais necessários para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem são desenvolvidos por profissionais capacitados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>15.</b>	A prática de reutilização total ou parcial de objetos de aprendizagem armazenados em repositórios de objetos de aprendizagem é adotada? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>16.</b>	O objeto de aprendizagem é desenvolvido utilizando todas as tecnologias, ferramentas e recursos adequados por profissionais capacitados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>17.</b>	O objeto de aprendizagem desenvolvido é testado por profissionais capacitados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>18.</b>	O objeto de aprendizagem desenvolvido é integrado ao ambiente para o qual foi projetado para avaliação e fornecimento de <i>feedback</i> por parte dos usuários? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>19.</b>	O objeto de aprendizagem desenvolvido é descrito com metadados? [0] [1] [2] [3] [4] [5]
<b>20.</b>	O objeto de aprendizagem desenvolvido é submetido a um repositório de objetos de aprendizagem para publicação? [0] [1] [2] [3] [4] [5]

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO ILS

<p><b>1. Eu compreendo melhor alguma coisa depois de:</b>  <b>(a)</b> experimentar;  <b>(b)</b> refletir sobre ela;</p>	<p><b>2. Eu me considero:</b>  <b>(a)</b> realista;  <b>(b)</b> inovador;</p>
<p><b>3. Quando eu penso sobre o que fiz ontem, é mais provável que aflorem:</b>  <b>(a)</b> figuras;  <b>(b)</b> palavras;</p>	<p><b>4. Eu tendo a:</b>  <b>(a)</b> compreender os detalhes de um assunto, mas a estrutura geral pode ficar imprecisa;  <b>(b)</b> compreender a estrutura geral de um assunto, mas os detalhes podem ficar imprecisos;</p>
<p><b>5. Quando estou aprendendo algum assunto novo, me ajuda:</b>  <b>(a)</b> falar sobre ele;  <b>(b)</b> refletir sobre ele;</p>	<p><b>6. Se eu fosse um professor, eu preferiria ensinar uma disciplina:</b>  <b>(a)</b> que trate com fatos e situações reais;  <b>(b)</b> que trate com ideias e teorias;</p>
<p><b>7. Eu prefiro obter novas informações através de:</b>  <b>(a)</b> figuras, diagramas, gráficos ou mapas;  <b>(b)</b> instruções escritas ou informações verbais;</p>	<p><b>8. Quando eu compreendo:</b>  <b>(a)</b> todas as partes, eu consigo entender o todo;  <b>(b)</b> o todo, eu consigo ver como as partes se encaixam;</p>
<p><b>9. Em um grupo de estudo, trabalhando um material difícil, eu provavelmente:</b>  <b>(a)</b> tomo a iniciativa e contribuo com ideias;  <b>(b)</b> assumo uma posição discreta e escuto;</p>	<p><b>10. Acho mais fácil:</b>  <b>(a)</b> aprender fatos;  <b>(b)</b> aprender conceitos;</p>
<p><b>11. Em um livro com uma porção de figuras e desenhos, eu provavelmente:</b>  <b>(a)</b> costumo observar as figuras e desenhos cuidadosamente;  <b>(b)</b> atento para o texto escrito;</p>	<p><b>12. Quando resolvo problemas de matemática, eu:</b>  <b>(a)</b> usualmente trabalho de maneira a resolver uma etapa de cada vez;  <b>(b)</b> frequentemente antevejo as soluções, mas tenho que me esforçar muito para conceber as etapas para chegar a elas;</p>
<p><b>13. Nas disciplinas que cursei eu:</b>  <b>(a)</b> em geral fiz amizade com muitos dos colegas;  <b>(b)</b> raramente fiz amizade com muitos dos colegas;</p>	<p><b>14. Em literatura de não ficção, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> algo que me ensine fatos novos ou me indique como fazer alguma coisa;  <b>(b)</b> algo que me apresente novas ideias para pensar;</p>
<p><b>15. Eu gosto de professores:</b>  <b>(a)</b> que colocam uma porção de diagramas no quadro;  <b>(b)</b> que gastam bastante tempo explicando;</p>	<p><b>16. Quando estou analisando uma estória ou novela eu:</b>  <b>(a)</b> penso nos incidentes e tento colocá-los juntos para identificar os temas;  <b>(b)</b> tenho consciência dos temas quando termino a leitura e então tenho que voltar atrás para encontrar os incidentes que os confirmem;</p>

<p><b>17. Quando inicio a resolução de uma “tarefa de casa”, normalmente eu:</b>  <b>(a)</b> começo a trabalhar imediatamente na solução;  <b>(b)</b> primeiro tento compreender o problema completamente;</p>	<p><b>18. Prefiro a ideia do:</b>  <b>(a)</b> certo;  <b>(b)</b> teórico;</p>
<p><b>19. Relembro melhor:</b>  <b>(a)</b> o que vejo;  <b>(b)</b> o que ouço;</p>	<p><b>20. É mais importante para mim que o professor:</b>  <b>(a)</b> apresente a matéria em etapas sequenciais claras;  <b>(b)</b> apresente um quadro geral e relacione a matéria com outros assuntos;</p>
<p><b>21. Eu prefiro estudar:</b>  <b>(a)</b> em grupo;  <b>(b)</b> sozinho;</p>	<p><b>22. Eu costumo ser considerado (a):</b>  <b>(a)</b> cuidadoso (a) com os detalhes do meu trabalho;  <b>(b)</b> criativo (a) na maneira de realizar meu trabalho;</p>
<p><b>23. Quando busco orientação para chegar a um lugar desconhecido, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> um mapa;  <b>(b)</b> instruções por escrito;</p>	<p><b>24. Eu aprendo:</b>  <b>(a)</b> num ritmo bastante regular. Se estudar pesado, eu “chego lá”;  <b>(b)</b> em saltos. Fico totalmente confuso (a) por algum tempo, e então, repentinamente eu tenho um “estalo”;</p>
<p><b>25. Eu prefiro primeiro:</b>  <b>(a)</b> experimentar as coisas;  <b>(b)</b> pensar sobre como é que eu vou fazer;</p>	<p><b>26. Quando estou lendo por lazer, eu prefiro escritores que:</b>  <b>(a)</b> explicitem claramente o que querem dizer;  <b>(b)</b> dizem as coisas de maneira criativa, interessante;</p>
<p><b>27. Quando vejo um diagrama ou esquema em uma aula, relembro mais facilmente:</b>  <b>(a)</b> a figura;  <b>(b)</b> o que o professor disse a respeito dela;</p>	<p><b>28. Quando considero um conjunto de informações, provavelmente eu:</b>  <b>(a)</b> presto mais atenção nos detalhes e não percebo o quadro geral;  <b>(b)</b> procuro compreender o quadro geral antes de atentar para os detalhes;</p>
<p><b>29. Relembro mais facilmente:</b>  <b>(a)</b> algo que fiz;  <b>(b)</b> algo sobre o que pensei bastante;</p>	<p><b>30. Quando tenho uma tarefa para executar, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> dominar uma maneira para a execução da tarefa;  <b>(b)</b> encontrar novas maneiras para a execução da tarefa;</p>
<p><b>31. Quando alguém está me mostrando dados, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> diagramas ou gráficos;  <b>(b)</b> texto resumindo os resultados;</p>	<p><b>32. Quando escrevo um texto, eu prefiro trabalhar (pensar a respeito ou escrever):</b>  <b>(a)</b> a parte inicial do texto e avançar ordenadamente;  <b>(b)</b> diferentes partes do texto e ordená-las depois;</p>

<p><b>33. Quando tenho que trabalhar em um projeto em grupo, eu prefiro que se faça primeiro:</b>  <b>(a)</b> um debate (<i>brainstorming</i>) em grupo, onde todos contribuem com ideias;  <b>(b)</b> um <i>brainstorming</i> individual, seguido de reunião do grupo para comparar as ideias;</p>	<p><b>34. Considero um elogio chamar alguém de:</b>  <b>(a)</b> sensível;  <b>(b)</b> imaginativo;</p>
<p><b>35. Das pessoas que conheço em uma festa, provavelmente eu me recordo melhor:</b>  <b>(a)</b> da sua aparência;  <b>(b)</b> do que elas disseram sobre si mesmas;</p>	<p><b>36. Quando estou aprendendo um assunto novo, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> concentrar-me no assunto, aprendendo o máximo possível;  <b>(b)</b> tentar estabelecer conexões entre o assunto e outros a ele relacionados;</p>
<p><b>37. Mais provavelmente sou considerado</b>  <b>(a):</b>  <b>(a)</b> expansivo (a);  <b>(b)</b> reservado (a);</p>	<p><b>38. Prefiro disciplinas que enfatizam:</b>  <b>(a)</b> material concreto (fatos, dados);  <b>(b)</b> material abstrato (conceitos, teorias);</p>
<p><b>39. Para entretenimento, eu prefiro:</b>  <b>(a)</b> assistir televisão;  <b>(b)</b> ler um livro;</p>	<p><b>40. Alguns professores iniciam suas preleções com um resumo do que irão cobrir. Tais resumos são:</b>  <b>(a)</b> de alguma utilidade para mim;  <b>(b)</b> muito úteis para mim;</p>
<p><b>41. A ideia de fazer o trabalho de casa em grupo, com a mesma nota para todos do grupo:</b>  <b>(a)</b> me agrada;  <b>(b)</b> não me agrada;</p>	<p><b>42. Quando estou fazendo cálculos longos:</b>  <b>(a)</b> tendo a repetir todos os passos e conferir meu trabalho cuidadosamente;  <b>(b)</b> acho cansativo conferir o meu trabalho e tenho que me esforçar para fazê-lo;</p>
<p><b>43. Tendo a descrever os lugares onde estive:</b>  <b>(a)</b> com facilidade e com bom detalhamento;  <b>(b)</b> com dificuldade e sem detalhamento;</p>	<p><b>44. Quando estou resolvendo problemas em grupo, mais provavelmente eu:</b>  <b>(a)</b> penso nas etapas do processo de solução;  <b>(b)</b> penso nas possíveis consequências, ou sobre aplicações da solução para uma ampla faixa de áreas;</p>

## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO LORI

<b>Questões</b>
<p><b>1. Qualidade do Conteúdo</b></p> <p>Veracidade, precisão, equilíbrio na apresentação de ideias e apropriado nível de detalhe.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>2. Alinhamento dos objetivos de aprendizagem</b></p> <p>Alinhamento entre os objetivos de aprendizagem, atividades, avaliações e características do aluno.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>3. Feedback e adaptabilidade</b></p> <p>Conteúdo adaptável ou feedback impulsionado pelo aluno.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>4. Motivação</b></p> <p>Capacidade de motivar e interessar uma população identificada de alunos.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>5. Design da apresentação</b></p> <p>Design de informação visual e auditiva para a aprendizagem e eficiente processamento mental.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>6. Usabilidade de interação</b></p> <p>Facilidade de navegação, previsibilidade da interface do usuário e qualidade dos recursos de ajuda da interface.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>7. Reusabilidade</b></p> <p>Capacidade de utilizar em diferentes contextos de aprendizagem e com alunos de diferentes origens.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>
<p><b>8. Acessibilidade</b></p> <p>Facilidade do acesso independente de plataforma.</p> <p>[0] [1] [2] [3] [4] [5]</p>

**9. Conformidade com as normas**

A adesão a normas e especificações internacionais.

[0] [1] [2] [3] [4] [5]

## TRABALHOS PUBLICADOS PELO AUTOR

1. PACHECO, E.; BARROS, R. M., **Meaningful Learning in Mathematics Education: A Proposal of Developing a Prototype of an Augmented Reality Tool to Support the Teaching of Calculation.** IADIS International Conference WWW/Internet, Madri - Spain. pp. 458-462, ISBN: 978-989-8533-09-8, 2012, (Qualis B2).
2. PACHECO, E.; BARROS, R. M., **Developing Learning Objects USING the GAIA methodology: A Case Study.** IADIS International Conference WWW/Internet, Fort Worth - Texas - USA. pp. 90-96, ISBN: 978-989-8533-16-6, 2013, (Qualis B2).