



CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RODRIGO DE SOUZA CASTOLDI

**OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA TREINAMENTO DE
RADIÓLOGOS**

**Londrina
2017**

RODRIGO DE SOUZA CASTOLDI

OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA TREINAMENTO DE RADIÓLOGOS

Trabalho de Dissertação apresentado ao Centro Universitário Filadélfia como parte dos requisitos para obtenção de graduação em Ciência da Computação. Orientador: Prof. Me. Ricardo Inácio Álvares e Silva.

**Londrina
2017**

RODRIGO DE SOUZA CASTOLDI

**OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA TREINAMENTO DE
RADIÓLOGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do curso de
Ciência da Computação do Centro Universitário Filadélfia de Londrina em
cumprimento a requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA
EM LONDRINA, 2017.

Prof. Me. Ricardo Inácio Álvares e Silva -
Orientador

Professor 1 - Examinador

Professor 2 - Examinador

Dedico este trabalho a todos aqueles que me deram álcool durante o processo de escrita do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao NPI pela oportunidade e espaço dado para o desenvolvimento desta pesquisa e projeto.

Agradeço ao Professor Ricardo novamente, pela ajuda e auxílio durante todo o TCC.

"R.I.P 2 My Youth"
(Jesse Ruthford)

Castoldi; Rodrigo. **Objeto de aprendizagem para treinamento de radiólogos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Filadélfia. Londrina, 2017.

RESUMO

Este artigo discute o uso e desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (OA) e propõem o desenvolvimento de simuladores que sigam os padrões de Objetos de Aprendizado para que sejam utilizados no treinamento de operadores de Ressonância Magnética ou Tomografia Computadorizada de maneira ágil e fácil sem a necessidade da obtenção de máquinas físicas por parte das instituições de ensino. Também descreve os benefícios e impactos que a aplicação de um Objeto de Aprendizagem traz para o ambiente onde é aplicado, bem como a crescente deste tipo de ferramenta que é cada vez mais presente no aprendizado.

Palavras-chaves: Objeto de Aprendizado, eLearning, Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada, Simulador, Radiologia.

Castoldi; Rodrigo. **Objeto de aprendizagem para treinamento de radiólogos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Filadélfia. Londrina, 2017.

ABSTRACT

This paper discuss the use and development of Learning Objects and suggests the development of simulators that follows the Learning Objects patterns to be used for MRI or CT operators training on an easy and agile way, replacing the need of real machines by universities and educating institutions. The paper also describes the benefits and impacts caused by the application of a Learning Object into a learning space, also, the growing use of this kind of learning tool.

Keywords: *Learning Object, eLearning, Magnetic Resonance Imaging, Computed Tomography, Simulator, Radiology.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3	MOTIVAÇÃO E IDEALIZAÇÃO	16
4	METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO	17
5	CONCLUSÃO E RESULTADOS	19
6	LISTA DE FIGURAS	20
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A Radiologia tem como papel ativo preparar e operar máquinas de diagnóstico por imagem (neste trabalho, Ressonância Magnética), uma ferramenta essencial na atualidade para detecção de doenças e estudo da anatomia humana. O MRI é um teste médico feito a base de campo magnético criado por um ímã supercondutor e pulsos de energia de ondas radiológicas que formam imagens que, na maioria dos casos, provê informações diferentes e que não podem ser vistas por outros métodos de diagnóstico, evitando dores e radiação. Mas a radiologia também é presente em diversas outras áreas, sejam elas educacionais ou comerciais, como ciências biológicas e medicina além de órgãos fiscalizadores, onde são utilizadas máquinas para detecção de objetos, bem como para testes e estudos. Como exemplo, em Siegmund (2014) o MRI foi usado para analisar o comportamento do cérebro durante a leitura de códigos fonte executados por programadores.

Contudo, a preparação de técnicos de radiologia não é simples, por requerer acesso a máquinas que podem custar centenas de milhares de dólares, sendo assim, boa parte das instituições de ensino não possuem acesso a este maquinário, então é necessário fazer empréstimos ou usar de hospitais, processo que pode ser custoso e demorado, em que o exame leva entre 1 a 2 horas cujo resultado completo pode levar até 2 dias. Por isso, poderia-se diminuir as restrições de acesso a treinamento adequado para uso dessas máquinas utilizando simuladores especificamente educacionais, adequados a padrões de OA.

O termo Objeto de Aprendizagem foi inventado em 1994 por Hodgins, no entanto, sua definição tem se desenvolvido em diversas maneiras, dependendo da sua fonte, segue o princípio de que OA é toda e qualquer ferramenta designada para auxílio do ensino e aprendizado. De acordo com o IEEE, OA são definidos como “Qualquer entidade, digital ou não digital, que podem ser usadas para aprendizado, educação ou treinamento (LTSC, 2002)”, e por serem artefatos digitais, objetos de aprendizagem são muito próximos a softwares (Braga, 2012).

Já a definição prática, foi escrita por McGreal (McGreal, 2003), que também escreveu as especificações de metadados dos OA. Apesar do termo existir a mais de 20 anos, tais ferramentas estão em ascensão, na tentativa de aplicar o aprendizado personalizado com a tecnologia adaptável dos OA.

É evidente a necessidade de objetos de aprendizado na era da informação, pela facilidade de distribuição e compartilhamento de conteúdo educacional, aumentando a acessibilidade de aprendizagem a todo e qualquer conteúdo necessário para aprendizado de um tema específico, assim reduzindo o custo da educação. Mas isso não garante qualidade no ensino, objetos de aprendizado possivelmente resultam

em educação melhorada quando são cuidadosamente construídos, gerenciados e sequenciados (Ritzhaupt, 2010).

O objetivo deste trabalho, é desenvolver um simulador que se encaixe nos padrões de Objeto de Aprendizagem, seguindo a analogia nomeada “Átomo” para treinamento de técnicos em radiologia. Apesar de existirem simuladores para esta área, os mesmos são rígidos e privados, sem a possibilidade de extrair informações a fundo ou aceitar modificações conforme a necessidade de cada usuário. O simulador proposto por este trabalho deverá aceitar alterações, como adição de protocolos, implicação de variáveis, manipulação das imagens resultantes, bem como, ser autoinstrutivo, ou seja, o usuário deve entender o funcionamento do programa sem dificuldades, terá a possibilidade de salvar e exportar seus experimentos e verificar as informações do processo e por final, ter distribuição gratuita.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento de objetos de aprendizagem ainda é um tema recente e muito discutido, seus stakeholders discutem e trabalham para que seja estabelecida uma definição funcional e um padrão de desenvolvimento dentre as diversas variações existentes.

Metodologias e processos para de desenvolvimento de OAs, que abrangem desde a conceitualização de um tema até a engenharia utilizada, são comumente propostos. Como por exemplo, o artigo (Queiros, 2016) retrata as características presentes num OA e propõem a utilização de diferentes técnicas para diferentes casos de uso com ênfase na metodologia ágil mais comum, o Scrum implementa uma estrutura que divide por pessoa as atividades conduzidas e curtos ciclos de desenvolvimentos nomeados “sprint” que duram entre 2 a 4 semanas. (*A figura 3 demonstra o processo citado acima*).

O Instituto de Elétrica e Engenheiros Eletrônicos (IEEE) define objetos de aprendizado como, “Qualquer entidade, digital ou não-digital que pode ser usado, reusado ou referenciado durante aprendizado apoiado por tecnologia (LTSC, 2002)” e explica que objetos de aprendizado permite e facilita o uso de conteúdo educacional online. Mas essa definição tem intenção de abranger todo conteúdo educacional não-digital, falhando em excluir materiais educacionais e qualquer outro artefato que tenha ligação ao aprendizado, mas que se distinguem de objetos de aprendizado, pois não vão de acordo os princípios de LOM (Learning Object Metadata) que são documentos que especificam a sintaxe e semântica do objeto de aprendizagem, bem como, não condizem com as analogias de OA descritas por David Wiley.

Wiley explica, analogia de “Lego” é incompleta para descrever a estrutura e natureza do OA. As propriedades dessa definição dizem que qualquer peça de Lego pode ser combinada com outra peça de qualquer forma escolhida e que Legos são simples e divertidos que até mesmo crianças podem combiná-los (Wiley, 2000), Wiley acredita que um OA com essas características é não mais eficiente que um Lego por si só. Então, Wiley apresenta-nos uma analogia mais completa e holística, o “Átomo”, que são componentes que podem ser combinados com outros átomos de maior escala, mas nem todo átomo pode ser combinado com qualquer outro, átomos só podem ser combinados com estruturas já prescritas e sua montagem requer um certo nível de conhecimento. Essa analogia preenche melhor a definição de OA para fins pedagógicos sem descartar os princípios de reaproveitamento e granularidade (SATHIYA-MURTHY, 2012).

O uso de OA é evidentemente necessário na era da tecnologia, o conteúdo digital pode efetivamente reduzir os custos da educação, facilitar o acesso do aprendiz

ao conteúdo desejado e reduzir a granularidade dentre os milhares tópicos cobertos por objetos de aprendizado. Mas objetos de aprendizado por si só, não trazem resultados significativos, para isso, é necessário uma estratégia e discussão sobre como o objeto em questão pode melhorar e entregar educação de qualidade. Os responsáveis por isso são os seguintes stakeholders:

- **Aprendizes:** Os aprendizes são os principais usuários de objetos de aprendizado. O envolvimento dos aprendizes é de extrema importância, a ideia é que eles possam emitir pedidos de informações sobre conteúdo, analisar o sistema de acordo com seu contexto e ambiente de uso e repassar essas informações para que o objeto de aprendizagem seja desenvolvido adequadamente e servir diversos estilos de aprendizado.
- **Autores e Designers:** São criadores de objetos de aprendizado para objetivos específicos (Ritzhaupt:2010). Instrutores em diversos domínios com conhecimento para desenvolvimento de objetos de aprendizado que podem ser atribuídos para objetivos e tópicos específicos. Junto à designers, são criados objetos de aprendizado de maior escala, como cursos, websites e livros (Longmire, 2001).
- **Desenvolvedores:** São aqueles responsáveis pelos requisitos técnicos de um sistema de OA através de projetar, desenvolver e manter a aplicação de software útil para sistemas de OA (Polsani, 2003).

Argumentos discutem que os maiores benefícios oferecidos por objetos de aprendizado são econômicos. Baseado em algumas premissas realistas, suponha-se que existam milhares de universidades que partilham dos mesmos cursos, e que tais necessitam de uma discussão introdutória que podem variar de instituição para instituição, mas que por fim, tem o mesmo resultado(Downes, 2003). Partindo deste princípio, Downes afirma que os sistemas de educação não precisam de milhares de discussões parecidas, mas apenas algumas dezenas que preencham os diferentes estilos de aprendizado. Com isso, diversas instituições de ensino poderiam compartilhar o uso desses objetos de aprendizado, financeiramente falando, não faz sentido gastar milhões de dólares produzindo múltiplas versões de objetos de aprendizado similares quando versões únicas do mesmos objetos poderiam ser divididas à um custo muito menor por instituição (Downes, 2003). O compartilhamento de OA facilitaria e aumentaria a qualidade de aprendizado e que nenhuma instituição que corre por conta poderia competir.

Mas o impacto dos objetos de aprendizado vai além da economia, o ambiente de estudo também afeta e é afetado pela inserção de objetos de aprendizado. É importante estudar o comportamento e a reação dos alunos diante a introdução de um OA ao meio de ensino, o ambiente também deve ser estudado, acessibilidade, estrutura e

suporte oferecidos pela instituição e ensino são princípios básicos. Os alunos devem estar confortáveis para escolher sua metodologia de estudo, e assim, usar objetos de aprendizado quando, onde e se quiserem. Partindo da “teoria construtivista”, uma perspectiva que engloba uma vasta variação de visões e teorias (Ritzhaupt, 2010), a presença de estudantes é importante na construção do ambiente e de conhecimento de impacto, ao invés de um conjunto pré-determinado de habilidades em uma maneira específica (Bannan-Ritland et al, 2002). Bannan-Ritland et al. afirma que para incorporar os princípios construtivistas, um OA geralmente deve ser:

- Acessível - Desde que objetos de aprendizado são entendidas como entidades digitais, tais podem ser compartilhados pela Internet, no entanto, a possibilidade de pesquisar, identificar, acessar e recuperar objetos de aprendizado também é necessário (Degen, 2001).
- Reusável - Objetos de aprendizado devem mostrar flexibilidade para reusar e ser reusado para diversos propósitos, em diferentes aplicações, diferentes produtos, em diferentes contextos, usando aparelhos variáveis, para mercados numerosos (Degen, 2001).
- Interoperável - Um principio importante na teoria de objetos de aprendizado, é a capacidade de usar conteúdo desenvolvido por um organização em uma dada plataforma com um conjunto de ferramentas em outra organização completamente diferente com outro conjunto de ferramentas (Degen, 2001).
- Adaptável - Objetos de aprendizagem devem ser capazes de se adaptarem as necessidades do aprendiz, nomeado “aprendizado prescritivo” (Ritzhaupt, 2010).

A radiologia é uma área que ainda carece de ferramentas como objetos de aprendizagem que auxiliam no estudo e treinamento de profissionais e especialistas. Contudo, nos últimos anos o interesse por visualização tridimensional de estruturas anatômicas esteve em constante crescimento e o desenvolvimento de ferramentas para estudo destas facilitado (Framin, 2013), como exemplo, temos o OsiriX, software open source para processamento de imagens do formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) resultantes da ressonância magnética.

O OsiriX permite a manipulação e extração das informações contidas nas imagens do formato DICOM a fundo, uma das principais características do OsiriX é sua capacidade de se adaptar as necessidades do usuário juntamente com a possibilidade de importar e exportar os resultados obtidos, características que objetos de aprendizado devem apresentar. É importante lembrar que, por ser uma aplicação software livre (livre distribuição e acesso ao código fonte), o OsiriX reduz os custos educacionais, pois não necessita de licença paga e também descarta a necessidade de oficinas para processamento das imagens, aplicações open source representam uma grande

maioria das aplicações que lidam com imagens medicinais (Framin, 2013). No entanto, processamento de imagens é uma área específica e carece de especialização, existem milhares de filtros e variáveis que implicam no processamento de uma imagem, como parte da solução para isto, são usados modelos base de processamento para imagens DICOM.

O Software Open Source, é o software que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído sem restrição. A forma usual de um software ser distribuído livremente é sendo acompanhado por uma licença de software livre e com a disponibilização do seu código-fonte, modalidade de desenvolvimento e distribuição que tem crescido absurdamente e tem sido acatada por empresas dominantes no mercado.

Um software é considerado livre quando este está de acordo com:

- A liberdade para executar o programa, para qualquer propósito (Costa, 2005);
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade (Costa, 2005);
- A liberdade de redistribuir, inclusive vender, cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (Costa, 2005);
- A liberdade de modificar o programa, e liberar estas modificações, de modo que toda a comunidade se beneficie. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade (Costa, 2005);

Com isso, temos a liberdade manipular o software e integrá-lo com o OA, abrindo caminho para o estudo de processamento de imagens. O processamento de imagens tem como funções facilitar a visualização da imagem ou adequá-la para análises quantitativas através de correções de defeitos ou realces das regiões de interesse nas imagens; e a extração e tratamento de dados quantitativos, feitos pelo próprio computador (Gomes, 2001). Para realizar tais funções, são exercidas duas atividades técnicas:

- Processamento Digital de Imagens - preparativos sobre a imagem para sua análise, onde são manipulados os pixels que a formam através de filtros e operações matemáticas. Existem milhares de maneiras de manipulação, geralmente categorizados em um ou mais procedimentos de quatro tipos abrangentes de operações computacionais (Queiroz, 2003).
 - Retificação e Restauração de Imagens: Processo para redução de distorções, ruídos e degradações dos dados da imagem, deixando-a mais próxima possível da real.

- Realçamento de Imagens: Processo aplicado aos dados da imagem com propósito de melhorar a visualização da mesma para que seja feita a interpretação visual.
 - Classificação de Imagens: Classificação automática das imagens através de técnicas quantitativas, substituindo a análise visual.
 - Combinação de Dados: Processo que busca combinar diferentes dados de uma área geográfica específica da imagem.
- Análise Digital de Imagens - técnica que visa compreender a análise quantitativa, identificar e classificar objetos, fluídos e partículas em áreas medidas da imagem.

Técnicas que se aplicadas na radiologia, permitem que o responsável pelo diagnóstico, geralmente técnicos em radiologia, possa analisar e entender o que se passa em cada caso. Existem infinitas possibilidades onde pode-se tirar proveito da radiologia, abrindo portas para diversas áreas de estudo, utilizando a ressonância magnética por exemplo, é possível mapear o áreas do cérebro humano enquanto exercem atividades de entendimento e reconhecimento de códigos, assim sendo, facilita o estudo da anatomia humana.

3 MOTIVAÇÃO E IDEALIZAÇÃO

Este papel é um efeito-colateral gerado pelo projeto inicial da construção de um simulador de máquinas de ressonância magnética, pedido realizado pela professora Juliana do curso de radiologia da UniFil em parceria com o Núcleo de Prática em Informática. Baseado em simuladores previamente usados nos cursos de radiologia, dos quais não cobrem toda área de conhecimento necessário e são de distribuição privada.

A instituição UniFil está no seu segundo ano do curso tecnólogo de radiologia e ainda não conta com maquinário físico para treinamento dos alunos.

4 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do nosso objeto de aprendizagem, parte do princípio de reusabilidade e reaproveitamento discutidos anteriormente, usaremos então como base o simulador de distribuição privada “CTScannerSimulator” do Institute for Advanced Clinic Imaging (IACI), que por sua vez, é de distribuição privada e tem o intuito de apenas simular as funções básicas de uma máquina física de Ressonância Magnética, do qual o acesso nos foi concedido pela Professora Juliana do curso de radiologia da UniFil. A ideia é que o simulador cumpra todas as funções requisitadas pela professora Juliana, e que cubra o processo de aprendizado da manipulação de máquinas de ressonância magnética sem a necessidade de exemplares físicos.

Para isso, realizaremos uma pesquisa em campo nas dependências da UniFil, onde será levantado:

- Estrutura - Será analisado a estrutura do campus, proporção de alunos para máquinas, compatibilidade de horários, conexão com internet e disponibilidade de servidores.
- Acessibilidade - Em pesquisa com alunos do curso de radiologia, verificaremos a frequência e tempo de acesso à desktops, smartphones e web dos alunos.
- Ambiente - Tentaremos entender a fundo a metodologia atualmente utilizada para treinamento dos técnicos de radiologia, o ambiente de estudo, analisaremos como podemos introduzir o nosso simulador ao método de ensino, impactos e reestruturação.
- Feedback - Ouviremos dos alunos suas opiniões sobre o simulador, ganhos que o OA pode trazer para o curso, pontos negativos, afetos, impacto no estudo e possíveis melhorias e mudanças.

Com base em nossa pesquisa realizada em campo, verificamos que a instituição retratada neste trabalho possui infraestrutura para que os alunos de radiologia tenham acesso ao OA quando requisitado, porém também constatamos que parte dos alunos estão sempre se deslocando, como por exemplo, alunos que viajam horas de suas casas até o local de ensino, e que os mesmos poderiam utilizar esse tempo para estudos através de dispositivos portáteis (notebook, celular etc...), que nos trás de volta à questão de acessibilidade, um estudante que pretende fazer uso de seu celular para estudar pode não ter uma experiência boa ao tentar utilizar uma aplicação de software, enquanto um aluno que pretende utilizar um notebook ou tablet pode não ter acesso a internet.

Concluimos então, que como solução para as questões de tempo e acessibilidade, o simulador proposto deverá ser flexível, tendo versões web e desktop capazes de adaptarem-se a diferentes situações e ambientes encontradas no dia-a-dia dos estudantes. Assim sendo, utilizaremos linguagens de programação Java e HTML para suas respectivas plataformas e a metodologia ágil de desenvolvimento SCRUM para realização do que for decidido em brainstorms mensais.

5 CONCLUSÃO E RESULTADOS

6 LISTA DE FIGURAS



Figura 1 – Conceito Objeto de Aprendizado

Figura 1 ilustra como todo meio pode ter envolvimento e resultar em um OA.

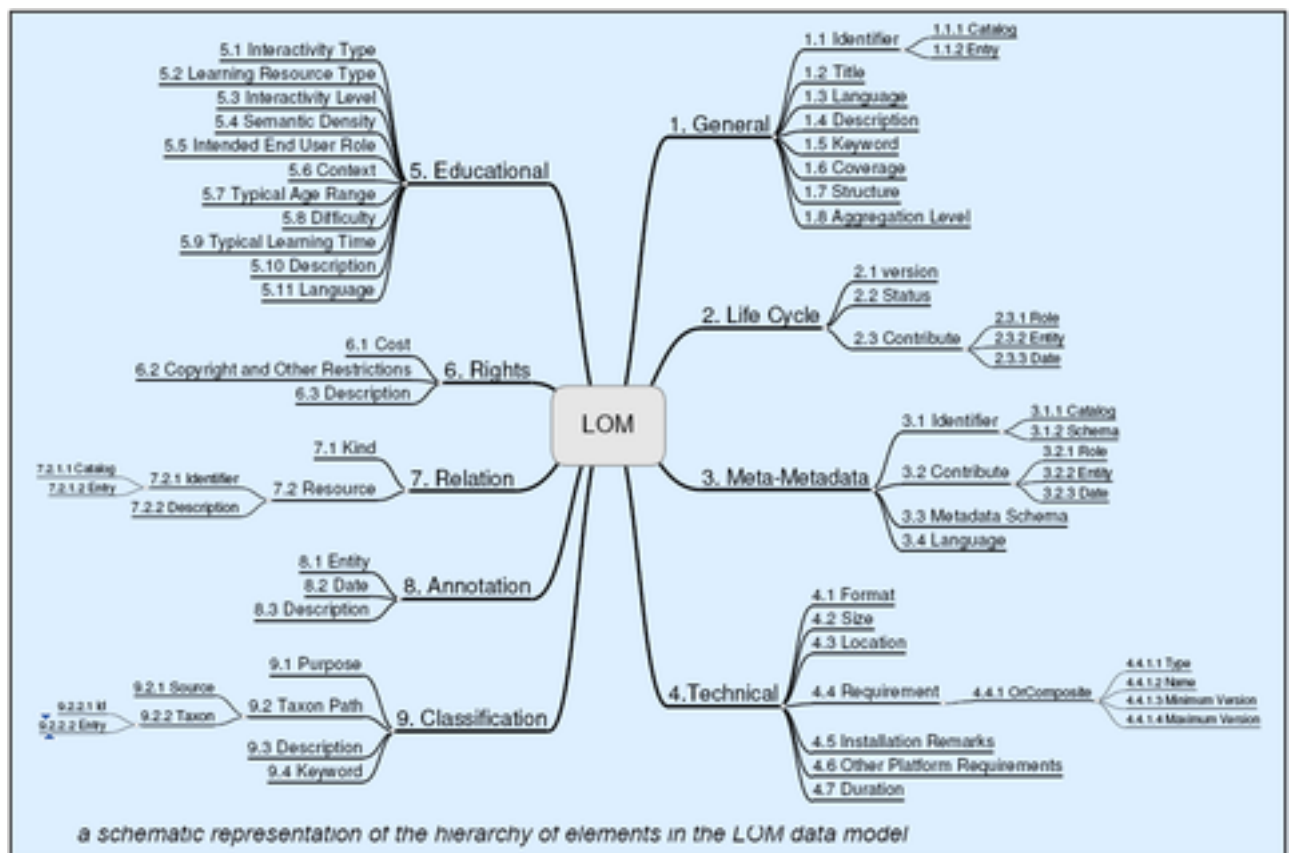


Figura 2 – Metadados de objetos de aprendizagem

Figura 2 demonstra uma especificação de metadados para objetos de aprendizado.

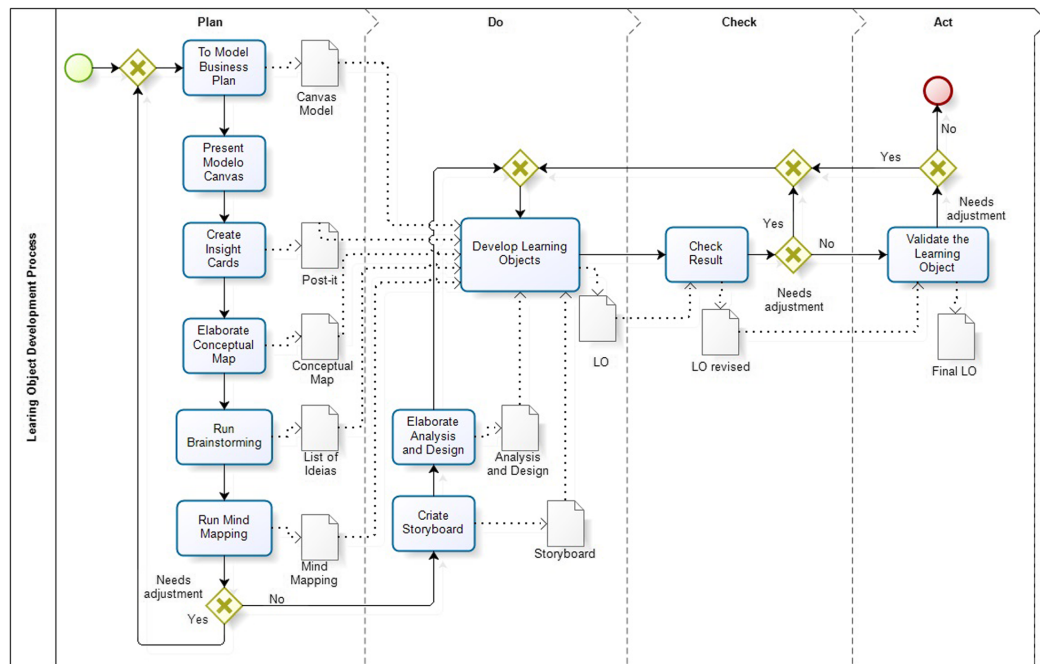


Figura 3 – Processo de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem

Figura 3 apresenta o processo de desenvolvimento de OA proposto em (Queiros:2016).

#	Name	Explanation	Requirements, Examples
1	learning_object	This is the top category that encompasses the whole learning object content.	
1.1	identifier	A globally unique identifier that identifies this learning object. Same as General Identifier in the (IEEE LOM) metadata record associated with this learning object.	Required.
1.1.1	catalog	The name of the cataloging scheme used for the corresponding identifier entry. “A namespace scheme” (IEEE, 2002)	Optional. e.g., “URI”
1.1.2	entry	The value of the identifier, based on the cataloging scheme from “catalog” category, that unambiguously identifies this learning object. “A namespace specific string.”(IEEE, 2002)	Required. e.g., “http://www.atha bascau.ca/LOS”
1.2	title	The title of the learning object content.	Optional.
1.3	introduction	Introduction text to the learning object content.	Optional.
1.4	learning_outcomes	Expected learning outcomes of deploying this learning object in the learning environment.	Optional.
1.5	prerequisites	Prerequisites needed for a learner to use the learning object, such as knowledge of a certain area or taking a certain course.	Optional.
1.6		This section denotes the repetition of choices among the following three categories.	
1.6.1	content	General text of the learning content.	Optional.
1.6.2	practice	Learning content for learners’ practice.	Optional.
1.6.3	assessment	Learning content for learners’ assessment.	Optional.
1.7	metadata_reference	This category references a globally unique Meta-metadata identifier of the associated metadata record.	Optional
1.7.1	catalog	The name of the cataloging scheme used for the corresponding identifier entry. “A namespace scheme” (IEEE, 2002)	Optional
1.7.2	entry	The value of the identifier, based on the cataloging scheme from “catalog” category, that unambiguously identifies the metadata record associated with this learning object. “A namespace specific string.”(IEEE, 2002)	Optional.

Figura 4 – Exemplo de Schema usado durante o levantamento de dados e requisitos no desenvolvimento de um OA

REFERÊNCIAS

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) available at: IEEE 1484.12.1-2002, 15 July 2002, **Draft Standard for Learning Object Metadata.**

K. Sathiyamurthy, T. V. Geetha, and M. Senthilvelan. 2012. **An approach towards dynamic assembling of learning objects.** In Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI '12), Sabu M. Thampi, El-Sayed El-Afry, and Javier Aguiar (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 1193-1198.

MCGREAL, R. **Learning objects: A practical definition** International Journal of Instructional Technology and Distance Learning (IJITDL).2004/9/4

Braga J, Dotta S, Pimentel E, Stransky B (2012) **Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade.** In: Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação., pp 90-99.

Downes, S. (2003). **Design and reusability of learning objects in an academic context: A new economy of education?** Journal of the United States Distance Learning Association, 17(1).

Degen, B. (2001). **Capitalizing on the learning object economy: The strategic benefits of standard learning objects.** Learning Objects Network, Inc.

Bannan-Ritland, B., Dabbagh, N., Murphy, K. (2002). **Learning object systems as constructivist learning environments: Related assumptions, theories and applications.** In D.A. Wiley (Ed.), The instructional use of learning objects. Bloomington, IN.

Janet Siegmund, Christian Kästner, Sven Apel, Chris Parnin, Anja Bethmann, Thomas Leich, Gunter Saake, and André Brechmann. 2014. **Understanding understanding source code with functional magnetic resonance imaging.** In Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering (ICSE 2014). ACM, New York, NY, USA, 378-389.

Andrés Framiñán, Pablo Ruisoto, Diana García, and Juan A. Juanes. 2013. **Advanced neuroimage processing for the study of the neurovascular system.** In Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM '13), Francisco José García-Peñalvo (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 37-41.

olsani, P. R. (2003). **Use and abuse of reusable learning objects**. Journal of Digital Information, 3(4).

Longmire, W. (2001). **A primer on learning objects**. Learning Circuits. Disponível em: <http://kennison.name/files/learning/learning-object-design.pdf>. Acesso em: 09 out 2017.

DA COSTA, Reinaldo Candido. **CONHECENDO O SOFTWARE LIVRE**. In: Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre. 2012.

QUEIROZ, Corina Jará de. **Análise de Transformações Geométricas para o Georreferenciamento de Imagens do Satélite CBERS-I**. Dissertação de Mestrado. UFRGS - CEP SRM, 2003.

Ritzhaupt, Albert. **"Learning Object Systems and Strategy: A description and discussion."** Interdisciplinary Journal of e-learning and Learning Objects 6.1 (2010): 217-238.

Wiley, David Arnim. **Learning object design and sequencing theory**. Diss. Brigham Young University, 2000.

Gomes, Otavio da Fonseca Martins. **"Processamento e Análise de Imagens Aplicados à Caracterização Automática de Materiais."** Rio de Janeiro (2001).