

ANDRÉ SICURO SCREMIN

OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA ENSINO DE PROBLEMA DE
CONCORRÊNCIA

LONDRINA

2017

ANDRÉ SICURO SCREMIN

OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA ENSINO DE PROBLEMA DE
CONCORRÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Superior de
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento
de Sistemas do Instituto Federal do Paraná
– Campus Londrina, como requisito parcial
de avaliação

Orientador: Prof. Ms. Augusto Luengo Pereira Nunes

LONDRINA

2017

RESUMO

O objetivo deste trabalho consistiu em desenvolver um objeto de aprendizagem para exposição visual de problemas clássicos de coordenação dentro do contexto da disciplina de Sistemas Operacionais, utilizando para tal fim animações e interfaces interativas que representem de maneira dinâmica os aspectos do algoritmo do problema apresentado. O tema coordenação é uma área que apresenta a necessidade do aprendizado sobre algoritmos lógicos que são executados de maneira dinâmica. Contudo, estes conceitos podem ser de difícil compreensão para os alunos, especialmente quando apresentado de maneira estática e passiva. A metodologia adotada consistiu em diferentes etapas de desenvolvimento. Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre objetos de aprendizagem (OA), além de pesquisa de grades curriculares de instituições que ofertam cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas para o levantamento dos conteúdos elencados. A parte prática constou da elaboração de protótipo de um objeto de aprendizagem a partir do problema de concorrência dos leitores/escritores, utilizando como ferramenta de desenvolvimento o motor de jogo *Unity 3D*, selecionado em virtude da facilidade de criação de representações visuais, o baixo custo e a facilidade de exportação de um projeto para diversas outras plataformas (Windows, macOS, Linux, HTML5).

Palavras-chave: Computação gráfica. Objetos de aprendizagem. Sistemas operacionais. Controle de concorrência.

ABSTRACT

This work's objective was to develop a learning object for visual exposition of classic concurrency problems within the context of the Operating Systems discipline, utilizing for this purpose animations and interactive interfaces to dynamically represent the aspects the concurrency problem algorithm. The concurrency subject requires the student to learn about logical algorithms that are dynamically executed. However, certain concepts may be hard to understand for some students, especially when presented in a static and passive way. The adopted methodology consisted of different development stages. A bibliographical research about learning objects was done, and also a documental research about course grids of institutions which also offer System Analysis and Development courses. The practical stage consisted of the elaboration of a learning object based on the readers/writers concurrency problem, using for it the Unity 3D game engine as the main tool, which was selected due the low difficulty for creating visual representations, low cost and easiness to export to other platforms (Windows, macOS, Linux, HTML5).

Keywords: Graphic computing. Learning objects. Operational systems. Control of competition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 - Principais características de um Objeto de aprendizagem	11
QUADRO 2 - Condições para um recurso educacional ser considerado um OA	12
QUADRO 3 - Problemas clássicos de coordenação de tarefas	23
QUADRO 4 - Principais conteúdos das ementas de cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas	24
FIGURA 1 - Representação do problema dos leitores/escritores	25
QUADRO 5 - Solução através da utilização de mutex	26
QUADRO 6 - Solução através de leitura simultânea	27
QUADRO 7 - Cartões de histórias	30
QUADRO 8 - Cartões de tarefas selecionados para o Release 1	32
FIGURA 2 - Tela da versão do protótipo do Release 1	34
FIGURA 3 - Representações da memória, dos leitores e dos escritores	35
FIGURA 4 - Botões de controle	35

LISTA DE SIGLAS

HTML5 - *HyperText Markup Language*

IEEE - *Institute of Electrical and Electronic Engineers*

IFPR - Instituto Federal do Paraná

LTSC - *Learning Technology Standards Committee*

OA - Objeto de Aprendizagem

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo

IFBA - Instituto Federal da Bahia

TAMK - *Tampere Polytechnic*

XP - *Extreme Programming*

OBAA - Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
1.1	TEMA	06
1.2	PROBLEMA	06
1.3	OBJETIVOS	07
1.3.1	Objetivo Geral	07
1.3.2	Objetivos específicos	07
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
2.1	OBJETOS DE APRENDIZAGEM	08
2.1.1	Metadados	14
2.1.2	Aplicações DOS Objetos de Aprendizagem na Informática	15
2.2	TRABÁLHOS RELACIONADOS	18
2.3	ENSINO DE SISTEMAS OPERACIONAIS EM CURSOS SUPERIORES	20
2.4	EXEMPLOS DE EMENTAS	23
2.5	PROBLEMAS CLÁSSICOS DE COORDENAÇÃO	25
2.5.1	O Problema dos Leitores/Escritores	25
2.6	EXTREME PROGRAMMING	27
3	METODOLOGIA	28
3.1	PLANO DE PROTOTIPAÇÃO	29
3.2	DEFINIÇÃO DO PROTÓTIPO (FUNCIONALIDADES)	29
3.3	DOCUMENTAÇÃO DO EXTREME PROGRAMMING (XP)	30
3.4	SELEÇÃO DE ESTÓRIAS DE USUÁRIOS PARA O RELEASE 1	31
4	RESULTADOS	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O ensino de computação em escolas e universidades tradicionalmente é realizado através de conteúdo escrito e de exercícios práticos. Entretanto, alguns conteúdos tratam de conceitos e situações envolvendo processadores em execução e sistemas onde ocorrem constantes alterações de estados, assim como um enorme número de operações por segundo. Devido a estas características e das limitações das mídias de ensino tradicionais, este trabalho busca a criação e desenvolvimento de um objeto de aprendizagem capaz de representar estes conteúdos de maneira visual e dinâmica, utilizando ferramentas que possibilitem a criação de conteúdo animado com elementos interativos. A solução proposta por este trabalho envolve a utilização de Objetos de Aprendizagem, que segundo Pacheco (2016) têm os objetivos de aprimorar a aprendizagem e a capacidade ser reutilizados em diferentes contextos de ensino.

1.1 TEMA

Criação de objeto de aprendizagem com foco no ensino de temas da matéria de Sistemas Operacionais, como conceitos e problemas clássicos de coordenação

1.2 PROBLEMA

Alguns conceitos e problemas clássicos de coordenação em sistemas operacionais envolvem a execução de programas dinamicamente em um ou mais computadores, o que pode ser demasiadamente abstrato e difícil de ser explicado através de textos e diagramas estáticos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um objeto de aprendizagem para exposição visual de assuntos teóricos abordando o assunto Concorrência dentro do contexto da disciplina de Sistemas Operacionais, utilizando para tal fim interfaces humano-computador interativas que representem de maneira dinâmica os aspectos dos algoritmos apresentados.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Representar visualmente problemas de concorrência e seus componentes, especificando os critérios de seleção e os problemas escolhidos;
- ✓ Criar animações que representem os situações-problema em tempo de execução;
- ✓ Possibilitar interações com o material através de interface gráfica;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Num primeiro momento, entende-se que a aprendizagem é um processo que se constrói ao longo de toda a vida. O uso de jogos educativos e *serious games* para a obtenção de um maior envolvimento na aprendizagem por parte dos alunos não é recente. No entanto, com o passar do tempo, o formato destas ferramentas sofreu inúmeras alterações, sobretudo com o advento de novos recursos tecnológicos. Assim, é cada vez mais frequente a incorporação da tecnologia e da interatividade como suportes para a construção de objetos de aprendizagem (OA).

Embora não haja consenso quanto à definição de objetos de aprendizagem na literatura, uma das mais utilizadas é a de Wiley (2000), que vincula o conceito de OA a qualquer recurso digital passível de ser reutilizado com a finalidade de dar suporte à aprendizagem em contextos distintos e de forma simultânea, por pessoas diferentes. Podem ainda ser ampliados e complementados em novas versões e formatos.

Na próxima seção, apresenta-se o conceito e principais características dos objetos de aprendizagem, bem como suas possíveis aplicações no âmbito da informática.

2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os conhecimentos da área de Computação podem apresentar assuntos e conceitos de alta complexidade, o que aumenta a dificuldade de entendimento por parte do aluno. Dada esta constatação, deve-se ponderar sobre a necessidade de propor alternativas metodológicas que garantam a aprendizagem dos conteúdos necessários para a assimilação de tais conceitos. Uma das estratégias que tem sido amplamente utilizada é a abordagem por meio dos objetos de aprendizagem.

É conveniente apresentar a definição de objeto de aprendizagem proposta pelo *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), cunhada por seu Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (*Learning Technology Standards Committee* – LTSC). Esta definição caracteriza como objeto de aprendizagem “qualquer entidade, digital ou não-digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante aprendizado com auxílio da tecnologia” (LTSC, 2002).

Alharbi, Henskens e Hannaford (2014) mencionam que esta definição tem sido criticada pela amplitude que assume. Embora o comitê do IEEE considere a existência de objetos de aprendizagem não-digitais, uma parcela expressiva de demais definições considera os objetos de aprendizagem como sendo exclusivamente digital.

Uma outra proposta por parte de Laverde, Cifuentes e Rodriguez (2007, p. 871) define o objeto de aprendizagem como sendo um objeto digital autossuficiente e reutilizável, contendo três elementos obrigatórios – conteúdo, atividades instrucionais e elementos de contexto – além dos metadados, considerados pelos autores como sendo um complemento ao OA.

Mostra-se bastante coerente a relação dos componentes essenciais a um objeto de aprendizagem, posto que o conteúdo, as atividades instrucionais e os elementos do contexto são aspectos que devem ser considerados na compreensão deste conceito.

Dutra *et al.* (2006) consideram que o surgimento dos OA deu-se em decorrência da necessidade de se obter uma nova forma de organizar e modelar a estrutura dos materiais pedagógicos. Uma das grandes facilidades deste tipo de ferramenta digital é a possibilidade sua utilização tanto por meio da internet quanto através de programas *off line*.

Na elaboração de objetos de aprendizagem são utilizados diferentes recursos, tais como: textos, imagens, animações, interatividade, entre outros, unidos por meio de um objetivo educacional definido. Uma característica que necessita estar evidente no objeto é a sua possível aplicação em diferentes contextos e situações.

Carneiro e Silveira (2014, p. 239) adotam o seguinte conceito de OA:

[...] quaisquer materiais eletrônicos (como imagens, vídeos, páginas web, animações ou simulações), desde que tragam informações destinadas à construção do conhecimento (conteúdo autocontido), explicitem seus objetivos pedagógicos e estejam estruturados de tal forma que possam ser reutilizados e recombinados com outros objetos de aprendizagem (padronização).

Tarouco e Dutra (2007, p. 82) esclarecem que os objetos de aprendizagem a princípio tinham o objetivo de organizar e estruturar materiais educacionais digitais tendo em vista sua reusabilidade, a qual pressupõe a existência de “[...] um sistema

de catalogação de objetos de aprendizagem com vistas a assegurar acessibilidade, pela possibilidade de acessar recursos educacionais em um local remoto e usá-los em muitos outros locais”.

Uma das características essenciais dos OAs que é frequentemente citada na literatura é a reusabilidade. Alharbi, Henskens e Hannaford (2014, p. 28) descrevem que um mesmo objeto de aprendizado sobre um determinado tema pode ser utilizado não apenas por diversas instituições de ensino, como também por cursos distintos (desde que compartilhem em suas grades curriculares o assunto de que o OA trate).

Conforme o exemplo mencionado pelos autores, ao conceber e projetar um OA é essencial considerar a sua possível reutilização, assim como a multiplicidade de situações presentes no desenvolvimento e aplicação de um objeto de aprendizagem por meio digital, na medida em que um mesmo objeto pode vir a ser utilizado em diversas situações, assim como em distintas instituições e cursos.

Para complementar estas informações, busca-se em FAURGS (2009, p. 7) uma referência de padrões de metadados para compreender como armazenar OAs de maneira a potencializar a sua reusabilidade. Baseando-se no padrão OBAA (Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes), é possível compreender que a reusabilidade de um OA pode ser alcançada por meio dos princípios da modularidade, interoperabilidade e recuperação. Enquanto a modularidade descreve o grau de separação e conseqüente recombinação dos componentes do objeto, a interoperabilidade representa a capacidade de operar em plataformas heterogêneas. Por sua vez, a recuperação remete à capacidade do OA poder ser encontrado em virtude de sua descrição de propriedades e funcionalidades.

Pacheco (2016), com base nos postulados teóricos de Wiley, elenca as características de um objeto de aprendizagem, agrupadas no quadro 1.

Quadro 1- Principais características de um Objeto de aprendizagem

Reusabilidade	Um OA deve ser flexível para que possa ser utilizado para propósitos distintos em diferentes aplicações, produtos e contextos de aprendizagem. A reusabilidade encontra-se conectada a outras características, como a granularidade e a modularidade.
Granularidade	Relaciona-se ao tamanho do OA, na medida em que quanto menor for a granularidade de um OA, maior será a sua capacidade de reutilização em outro OA ou contexto de aprendizagem.
Composição	Corresponde à disposição dos elementos no objeto. Preferencialmente, deve ser composta por diferentes elementos (texto, imagem, vídeo, animação, glossário, avaliação, entre outros)
Modularidade	Refere-se à facilidade de divisão das peças ou componentes (textos, imagens, animações, sons). Quanto maior esta facilidade, maior 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.
Interoperabilidade	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.
Durabilidade	Diz respeito à capacidade de suportar mudanças e evoluções tecnológicas sem uma reengenharia, reconfiguração ou recodificação custosa.
Acessibilidade	Além da capacidade de compartilhamento e distribuição pela Internet, é importante que um OA possua a capacidade de pesquisar, identificar, acessar e recuperar.
Adaptabilidade	Um OA deve ser capaz de ser sequenciado de maneira se adaptar às necessidades de diferentes alunos.

Fonte: Adaptado de Pacheco, 2016, p. 24-25

Uma vez expostas as características fundamentais de um OA, observa-se o seu potencial de adaptabilidade, sobretudo quando se comprova suas capacidades de reuso, composição, agregação e interoperabilidade, o que potencializa a capacidade de interação que está presente em qualquer objeto de aprendizagem. Ao associar estas características a diferentes ambientes de aprendizagem, verifica-se a relevância desta ferramenta como elemento facilitador do processo cognitivo e se aproximando da realidade do aluno contemporâneo, que se encontra inserido num universo digital no qual a mudança é a palavra-chave.

Amorim *et al.* (2016, p. 94) indicam que há um certo conflito na educação tradicional quanto ao fato de ainda se usar de maneira ampla métodos de ensino passivos e textuais, pois estes destoam da realidade vivenciada pelos alunos – uma vivência digital e interconectada onde as trocas de informações acontecem em alta velocidade. Sugere-se então que na elaboração de OAs ocorra uma integração entre

elementos pedagógicos, de jogos e de simulações. Portanto, ainda segundo Amorim:

Elementos de *games* oferecem a ideia de interação entre os atores, propiciando atividade ao sujeito em que ele se autoconstrói como ser singular e social, ao mesmo tempo que constrói o outro e o mundo, ampliando e solidificando a experiência de aprender. Elementos de simulações representam situações com o objetivo de estimular a prática e possibilitar transferência do aprendizado e de habilidades do mundo virtual para o mundo real. Elementos pedagógicos incluem os objetivos de aprendizagem e os motivos para decidir e construir uma simulação. Devem envolver os elementos de games e de simulações para garantir que o tempo do aluno seja utilizado de forma produtiva.

Denota-se dos elementos mencionados pelos autores que a integração entre as dimensões pedagógica, dos games e das simulações permite a ampliação das possibilidades de uma aprendizagem que ocorra efetiva, dinâmica e interativa. Merece ênfase a percepção de que os elementos dos games e de simulações, quando administrados de maneira adequada a partir de objetivos bem definidos, permitem que a utilização do tempo de estudo ocorra de forma produtiva.

Embora seja um tema bastante comum nos meios educacionais contemporâneos, muitos estudos que pressupõem a existência de objetos de aprendizagem apenas sugerem um trabalho com os recursos digitais disponíveis, sem apresentar as características inerentes a um OA. O quadro 2 apresenta as condições necessárias para que determinado recurso seja considerado efetivamente um objeto de aprendizagem.

Quadro 2- Condições para um recurso educacional ser considerado um OA

Condição	Detalhamento
Explicitar claramente um objetivo pedagógico	Propiciar orientações claras para que o aluno saiba o que se espera que ele aprenda ao usar o objeto de aprendizagem e o professor (distinto de quem produziu o objeto) saiba como poderia utilizar o mesmo
Priorizar o digital	Priorizar o desenvolvimento de objetos de aprendizagem que não necessitem, para a sua utilização, de aplicativo ou programa que não esteja disponível gratuitamente na web.
Prover auxílio aos usuários	Oferecer auxílio ao usuário via interface e via instruções facilmente acessíveis.
Proporcionar interatividade	Proporcionar que o usuário possa interagir, executando ações com o objeto.
Proporcionar interação	Permitir ações entre os usuários (alunos, professores, tutores, etc.) a partir do e/ou no objeto.

Fornecer <i>feedback</i> constante	Manter o usuário sempre informado do estado atual de sua interação com o OA.
Ser autocontido	Ter foco em um determinado assunto e o explicar sem necessariamente depender de outros objetos e/ou materiais.

Fonte: Carneiro e Silveira, 2014, p. 240

Uma observação minuciosa das condições que sustentam um OA permite destacar importantes elementos deste recurso, tais como a presença de interatividade e também de a necessidade de oferecer *feedback* contínuo ao usuário. Desta forma, pode-se utilizar de características inerentes ao meio digital para tornar a comunicação mais dinâmica e possibilitar a ocorrência de interações mais significativas e efetivas entre usuários, a partir do objeto. Outra condição que merece destaque é a autocontenção, posto que um objeto de aprendizagem deve manter um foco específico sobre determinado conteúdo sem que seja necessária a utilização de material complementar para que ocorra o seu aproveitamento pleno.

DiBattista (2011, p. 55) refere que devido ao fato do *design* do objeto de aprendizagem permitir fácil navegação, usuários podem estruturar a experiência de aprendizagem para se encaixar com suas necessidades específicas a qualquer momento.

Tal possibilidade ajuda a tornar capaz uma proposta de aprendizagem que privilegie o pensamento reflexivo, alterando o papel dos estudantes para a condição de sujeitos ativos no processo de construção dos conhecimentos.

Conforme Matthíasdóttir (2004), um fato que torna os materiais de aprendizagem especialmente interessantes no estudo de ciência da computação é que os estudantes atualmente ingressando no ensino superior cresceram em contato com jogos eletrônicos, o que possibilita uma maior motivação ao interagir com objetos de aprendizagem digitais.

Para Nascimento (2007, p. 139) o objeto de aprendizagem deve ser capaz de ofertar ao aluno todos os recursos necessários para a resolução da atividade proposta, através de instruções de fácil entendimento, textos e outras ferramentas, e por isso deve ser projetado por um especialista sobre o conteúdo e por um pedagogo a fim de envolver o aluno no ambiente de aprendizagem e estimulá-lo a refletir e questionar por conta própria, além de prever os possíveis pontos de dificuldade encontrados pelo usuário e planejar o feedback adequado para tais situações.

Constata-se, portanto, que a proposição de um objeto de aprendizagem deve partir da articulação entre os diferentes profissionais envolvidos, como o designer instrucional e o pedagogo, no intuito de prever situações de aprendizagem que podem ser completadas e/ou desenvolvidas a partir da adequada utilização desta ferramenta.

2.1.1 METADADOS

Os metadados são um conjunto de atributos dos Objetos de Aprendizagem, que possuem a finalidade de possibilitar o armazenamento de OAs em repositórios e permitir a sua gerência. De acordo com Cervone (2012, p. 15):

Objetos de aprendizagem requerem uma organização intuitiva dos materiais utilizando várias aproximações de descoberta como palavras-chave, tópico/tema, nível educacional, tipo de recurso (tutorial *online*, atividade, animação, perguntas etc.) e também qual o formato (arquivo PDF, PowerPoint, jpg, animação Flash etc.). Para o entendimento da possível utilização ou reutilização de um item, a informação de metadados deve incluir vários aspectos fora do escopo de esquemas bibliográficos tradicionais como: objetivos de aprendizagem, audiência esperada, requerimentos especiais de *software*, data do depósito e porcentagem do conteúdo que é específico para um contexto particular (essencialmente uma maneira de medir a reusabilidade).

O autor detalha os elementos que devem estar presentes nos metadados de um objeto de aprendizagem. A fim de facilitar a busca e descoberta de material, são enfatizadas características como o tipo de recursos e o formato do OA, para que seja possível proporcionar meios adequados de catalogação e recuperação de objetos em repositórios, ampliando a possibilidade de reutilização dos conteúdos.

Conforme afirmam Silva, Café e Catapan (2010), os metadados permitem a descrição e posterior recuperação para reutilização dos objetos de aprendizagem nos repositórios, ou seja, os metadados tornam os objetos de aprendizagem acessíveis. A proposta desses padrões é facilitar o compartilhamento dos objetos criados, pois definem um conjunto de elementos que permitem identificar as principais características dos recursos disponíveis.

Ainda segundo Cervone (2012), os objetos inseridos num repositório de OAs devem ser projetados e construídos considerando a sua futura reutilização. Materiais produzidos deste modo almejam que um mesmo objeto seja capaz de suprir as

necessidades educacionais de diferentes contextos de aprendizagem, evitando assim reinvenção de duplicatas. Entretanto, certos contextos educacionais exigem da customização de OAs, o faz com que seja necessário que o repositório tenha mecanismos para criação de instâncias derivadas, de modo que demonstre claramente a relação com o objeto original.

Cervone (2012, p. 14) relata que a maioria dos repositórios digitais à disposição as instituições de ensino referem-se a materiais convencionais, como teses, dissertações, imagens, vídeos e outros. Embora estes tipos de material constituam uma importante base de dados educativos, deve-se ponderar a crescente demanda de muitas instituições de ensino por armazenamento, classificação, manutenção e recuperação de OAs através de seus sistemas de gerenciamento de aprendizagem.

2.1.2 APLICAÇÕES DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA INFORMÁTICA

Um primeiro ponto a considerar quando se avalia as aplicações dos objetos de aprendizagem na Informática é a possibilidade de o aluno atuar de forma autorregulada. Sob a ótica de Amaral (2003, p. 113), a relação ensino-aprendizagem deve contemplar as modificações advindas da realidade social, na qual os alunos se encontram inseridos, com vistas à formulação de metodologias mais convincentes e atraentes. Sob esta perspectiva, este autor considera que “Até mesmo a simples transmissão de informações pode ser feita mais ativamente, com recursos de animação e de som, desenvolvendo novas formas de lidar com o conhecimento disponível”.

Rodrigues (2003) esclarece que uma das aplicações essenciais dos OAs acontece nos ambientes de aprendizagem via internet, onde ocorre uma crescente demanda por ambientes maiores e mais complexos, exige-se cada vez mais uma infraestrutura que possua robustez, estabilidade, segura e que seja ampliável para suportar novos requerimentos conforme necessário.

Por sua vez, Dorça *et al.* (2016, p. 48) referem que os avanços tecnológicos têm conduzido a progressos na área de informática da educação, e que a incorporação dos objetos de aprendizagem no ensino contribui para este progresso. Eles afirmam que há uma cada vez maior aceitação de ambientes de ensino-aprendizado *web*, e que para minimizar o tempo e esforço gasto para a

criação de materiais para este tipo de ambiente a escolha do Objeto de Aprendizagem apresenta-se altamente vantajosa.

Conforme enfatizam os autores mencionados, o desenvolvimento de materiais de aprendizagem com suporte a ferramentas virtuais requer criatividade, disponibilidade de tempo e conhecimento das tecnologias que melhor se adéquam aos objetivos pretendidos. Tendo em vista suas características, os OAs representam uma opção favorável à criação de um ambiente educacional interativo

Rodrigues (2003, p. 16-17) complementa que uma das possíveis aplicações dos objetos de aprendizagem é a produção e veiculação de material *online* sobre conteúdos específicos de uma área do conhecimento, e podem ser direcionados à resolução de problemas concretos, assim como à explicação de conteúdos específicos. Dentre as vantagens dos OAs, Rodrigues menciona:

Por ser uma ferramenta orientada, aumenta a produtividade de aplicações educacionais, bem como facilita a condução nas etapas de produção da mesma; Amplia os horizontes de produção de aplicações educacionais, pois traz recursos que colocam o usuário diante de uma nova forma de abordar o que se pretende produzir; Possibilita a criação de objetos que englobem elementos de estudo em aplicações; Estes objetos podem ser reutilizados e projetados de forma a promover um intercâmbio entre produtores, o que possibilitará, no futuro, se criar um banco de objetos (repositório), que serão como tijolos para a construção de aplicações, facilitando por demais sua criação e incrementando progressivamente a produtividade.

Assim, infere-se que os OAs são ferramentas orientadas que contribuem de forma positiva para a ampliação da produção de conhecimento, estimulando os usuários a utilizar de novas formas de aprendizagem e a promover diferentes aplicações para um mesmo objeto. Forma-se, assim, uma rede de conhecimentos que podem ser intercambiados para outros contextos em situações igualmente diversas.

Também para Alharbi, Henskens e Hannaford (2014), o objetivo central da tecnologia instrucional dos objetos de aprendizagem é incrementar o processo de projeto e distribuição do material didático, tornando-os mais simples. Estes mesmos autores investigaram os benefícios potenciais de projetar materiais de aprendizagem baseados no conceito de objetos de aprendizagem para o contexto do ensino de ciência da computação, destacando a padronização do método de projeto e distribuição de material didático: um mesmo material projetado nos moldes dos OAs podem ser utilizado de maneira interoperável através de diferentes ambientes e contextos de aprendizagem. Além disso, é possível gerar dados a partir da interação

entre os estudantes e os OAs, e estes dados poderão ser posteriormente utilizados por pesquisadores e projetistas de Objetos de Aprendizagem.

Novamente reforça-se o amplo potencial educacional proporcionado através do desenvolvimento de objetos de aprendizagem, pois não só se evidencia a possível interoperabilidade entre diferentes ambientes de aprendizagem, como também a coleta de dados advindos da utilização do OA. Estes dados podem então ser utilizados pelos projetistas, possibilitando alterações e melhorias no material.

No que diz respeito à produção de objetos de aprendizagem, Pacheco (2016, p. 18) esclarece que é essencial a participação de uma “[...] equipe multidisciplinar composta por pedagogos, desenvolvedores, *designers* gráficos e especialistas de várias áreas [...]”, os quais devem interagir para atingir os objetivos tecnológicos e pedagógicos dos OA. Tendo em vista esta preocupação, o desenvolvimento, a padronização e a comunicação entre os envolvidos são primordiais para o sucesso da proposta de construção de um objeto de aprendizagem.

De forma a confirmar as aplicações dos OA na informática, busca-se em Carneiro e Silveira (2014, p. 237) informações que esclarecem e especificam as características que o diferem de outros materiais de ensino: um AO necessita funcionar como um elemento facilitador da aprendizagem, através da autocontenção do conteúdo abordado, de modo com que possa ser utilizado em contextos de ensino diferentes do qual foi originalmente projetado.

Na direção apontada pelas autoras, verifica-se que os OAs são ferramentas facilitadoras do processo ensino aprendizagem, pois atuam em vias de mão dupla, auxiliando estudantes e professores na organização de formas de ensinar e aprender a partir de contínuas interações entre os usuários e os conteúdos abrangidos por cada objeto.

No entanto, Prata, Nascimento e Pietrocola (2007, p. 117) enfatizam que a produção de repositórios e sua divulgação não se mostram suficientes para promover mudanças no contexto de sala de aula por si próprias. “A formação centrada no uso de OA – ou seja, aquela destinada a desenvolver as habilidades necessárias para a operacionalização dos sistemas informáticos – não garante os meios necessários para que os professores ultrapassem o obstáculo da cultura escolar vigente”. Para a superação destes entraves, os autores reforçam que é vital investir na formação de professores capazes de lidar com as especificidades

próprias da utilização dos AO, bem como no que diz respeito à integração dos OA, visando alcançar sequências de ensino mais eficientes.

2.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Matthíasdóttir (2004) relata uma experiência de desenvolvimento de OA com o projeto Codewitz Learning Objects. Desenvolvido na Tampere Polytechnic (TAMK), Finlândia, o projeto Codewitz buscou desenvolver e produzir objetos de aprendizagem baseados em *web* para estudantes de programação e professores, com a intenção de formar um repositório *online*.

Priesnitz Filho, Abegg e Simonetto (2012, p. 131) documentaram um estudo de caso da utilização de sua “lousa digital” em aulas da disciplina de algoritmo. Em seu trabalho, descrevem que esta disciplina introdutória usualmente apresenta altos índices de reprovação devido à existência de um elevado grau de dificuldade, uma vez que o ensino de algoritmos costuma apresentar conceitos e maneiras de pensar não habituais aos alunos recém-ingressados em cursos de computação. Segundo os autores do estudo, os ingressantes são confrontados com a exigência de um alto nível de abstração, além da rígida formalidade presente nas linguagens de programação, através de aulas expositivas com pouca interação professor-aluno, que dificulta o ensino destes novos conhecimentos.

Portanto, Priesnitz Filho, Abegg e Simonetto (2012) propuseram o uso de uma mídia de educação interativa (lousa digital), que permite uma demonstração mais clara dos mecanismos de funcionamento e da interação entre a lógica algorítmica, o português estruturado e a linguagem de programação.

O desenvolvimento das aulas aconteceu da seguinte maneira, os conteúdos previstos para aquele dia eram discutidos conceitualmente. Logo após eles eram problematizados e solucionados em linguagem C, os códigos-fonte eram então projetados na lousa digital, e as estruturas escritas na linguagem C eram destacadas e seu correspondente em português estruturado era escrito sobre o comando/termo marcado da linguagem de programação, [...]. (PRIESNITZ FILHO, ABEGG e SIMONETTO, 2012, p. 132)

Os referidos pesquisadores afirmam terem obtido resultados positivos com esta abordagem digital integrada, notando um alto grau de aprovação (87% dos alunos) na turma que utilizou da lousa digital. Por tratar-se de uma experiência didático-pedagógica com o auxílio de ferramentas digitais, o mencionado estudo aproxima-se desta pesquisa, considerando a relevância de se buscar alternativas metodológicas para o trabalho com os conteúdos da disciplina de Sistemas Operacionais.

Gasque (2016) realizou pesquisa exploratória sobre objetos de aprendizagem na consolidação do letramento informacional. Os sujeitos da pesquisa foram alunos de pós-graduação em uma universidade federal, buscando a percepção dos sujeitos sobre a escolha e produção de objetos de aprendizagem. As categorias de análise foram as seguintes: sentimentos e percepções dos estudantes em relação à escolha do *software* e a produção dos OAs, requisitos para a produção de OAs, potencial desses recursos na aprendizagem e avaliação dos programas usados na produção de OAs.

Também é afirmado por Gasque (2016) que existe uma complexidade inerente na construção de OAs devido à necessidade de dois tipos de conhecimento para a sua elaboração: o de ensino-aprendizagem e o técnico – conhecimento este que engloba o conceito de OA e especificidades envolvidas na sua elaboração e distribuição. Durante sua pesquisa também podemos confirmar que ao mesmo tempo que os participantes indicaram uma empolgação quanto a utilização de OA no ambiente de aprendizagem também demonstraram uma insatisfação quanto a dificuldade de uso das ferramentas, especificamente quanto a problemas no projeto das interações humano-computador.

Pagnossin (2014) realizou um estudo onde foram utilizados OAs como ferramentas de auxílio à distância num curso semipresencial de licenciatura em Ciências, da seguinte maneira: uma porção dos OAs consistia de atividades opcionais, enquanto a outra era composta de OAs obrigatórias que valiam nota. Notou-se um grande aumento no engajamento dos alunos quando havia uma “recompensa” associada à atividade.

Iepsen (2013) descreve um estudo de caso onde foi desenvolvida e testada uma ferramenta de resolução de exercícios de algoritmos, focado em lógica de programação.

Arévalo, Muñoz e Gómez (2008), realizaram um estudo exploratório com dois grupos de estudantes do primeiro ano de uma turma de programação, sob duas condições distintas: enquanto o primeiro grupo foi submetido aos meios tradicionais de ensino, o segundo trabalhou com objetos de aprendizagem.

Os resultados encontrados pelos autores conduziram às seguintes conclusões: que não se pode esperar que apenas o uso de objetos de aprendizagem em uma única aula possa trazer uma melhoria expressiva na performance dos estudantes, e em futuros estudos necessitam considerar outros fatores contextuais externos que possam influenciar o desempenho acadêmico, assim como acompanhar rigorosamente uma exposição prolongada aos OA (ARÉVALO, MUÑOZ e GÓMEZ, 2008).

Deste modo, Arévalo, Muñoz e Gómez (2008) concluem que, assim como outros modelos educativos que privilegiam a experimentação, o uso combinado de simulação e experimentação prática revelam a possibilidade de resultados promissores na construção da aprendizagem computacional.

2.3 ENSINO DE SISTEMAS OPERACIONAIS EM CURSOS SUPERIORES

Machado e Maia (2004) explicam que a disciplina de Sistemas Operacionais, obrigatória em cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de Computação e afins traz como objetivo geral levar o aluno a construir conhecimentos relativos aos fundamentos da arquitetura de um sistema operacional, tais como gerência do processador, da memória e de dispositivos de entrada e saída utilizados pelo computador. Os autores apontam que os conteúdos que compõem a ementa da disciplina envolvem teoria, abstração e projeto, abordando conceitos e mecanismos complexos, razão pela qual constatam um elevado grau de dificuldades por parte dos estudantes. Para Maziero (2014, p. 21), “uma das principais características da disciplina de Sistemas Operacionais é a relativa dificuldade em definir um sequenciamento didático claro entre seus diferentes tópicos”.

Matthíasdóttir (2004) refere que universidades estão utilizando diferentes métodos para melhorar o interesse dos estudantes no estudo de ciência da computação e matérias relacionadas, tendo a finalidade de auxiliá-los a aprender programação. Mudanças na grade curricular, e oferta de ambientes de aprendizagem *online* são algumas das alterações mencionadas pelo autor.

Na direção assumida por este estudo, entende-se que os objetos de aprendizagem podem assumir um papel de destaque no processo ensino aprendizagem de disciplinas dos cursos da área de Ciências da Computação.

Novamente recorre-se ao pensamento de Alharbi, Renkes e Hannaford (2012, p. 24) quando os autores mencionam que:

Objetos de aprendizagem podem melhorar o ensino e o aprendizado de diversas disciplinas. A educação de ciência da computação tem sido criticada por uma falta de referência às teorias pedagógicas. O ensino e aprendizado de conceitos de ciência da computação são tarefas desafiadoras tanto para os professores quanto aos estudantes. Isto tem refletido no baixo nível de retenção e sucesso entre estudantes de ciências da computação. Hoje, estudantes de ciência da computação tem diversos contextos de origem, experiências e preferências. Ciência da computação envolve o estudo de conceitos dinâmicos e abstratos que, quando utilizados métodos tradicionais de ensino e aprendizagem, são de difícil compreensão para os estudantes. Por exemplo, programadores novatos aparentam enfrentar desafios diferentes. Além disso, ciência da computação é uma área que rapidamente muda que é movida por novas tecnologias ao invés de pedagogia. Comportamento de aprendizagem auto-regulado é típico de estudantes de ciência da computação porque eles precisam aprender diferentes conceitos em um tempo muito curto para se manterem a par das mudanças dinâmicas neste campo.

Observa-se, assim, que os alunos dos cursos de Ciência da Computação devem ser preparados para se adaptar a constantes mudanças nos conceitos e aplicações dos conteúdos. Nestas condições, é conveniente a condução da aprendizagem autorregulada, a qual tem seu foco voltado para o papel do aluno no processo de aprendizado, assumindo o professor a condição de facilitador da aprendizagem. Alharbi, Renkes e Hannaford (2012, p. 24) definem aprendizagem autorregulada como “[...] a habilidade do aluno de ser participante ativo metacognitiva, motivacional e comportamentalmente no seu próprio processo de aprendizado”.

Esta participação ativa dos estudantes na construção dos conhecimentos representa uma das grandes vantagens do sistema de aprendizagem autorregulada e, nesta perspectiva, os OA apresentam características que contribuem para isto, por permitirem a adequação das necessidades individuais de alunos e professores no trabalho com os conteúdos específicos que os compõem.

Arévalo, Muñoz e Gómez (2008, p. 31) explicitam que a premissa básica dos OA volta-se para a oferta de [...] instruções escalonadas e adaptáveis

individualmente, que podem ser geradas de acordo com as necessidades do aprendiz por tecnologias semânticas inteligentes.

A partir da premissa evidenciada pelos autores, destaca-se que o fato de haver instruções que podem ser adaptadas de forma a atender as necessidades individuais dos usuários permite ampliar as possibilidades de reusabilidade destas ferramentas.

Entende-se que o foco em sistemas operacionais mostra-se bastante amplo. Por este motivo, é conveniente apontar alguns problemas clássicos de controle de concorrência.

Maziero (2014) explica que a coordenação entre tarefas é um ponto que merece destaque no desenvolvimento de um programa de ensino voltado à programação. O autor enfatiza que muitas implementações de sistemas complexos são estruturadas como várias tarefas interdependentes, que cooperam entre si para atingir os objetivos da aplicação, como por exemplo em um navegador Web. Tendo em vista a necessidade de cooperação entre as várias tarefas que compõem uma aplicação, Maziero (2014) explica que elas precisam comunicar informações umas às outras e coordenar suas atividades, para garantir que os resultados obtidos sejam coerentes. Acrescenta que algumas situações de coordenação entre atividades ocorrem com muita frequência na programação de sistemas complexos. Os problemas clássicos de coordenação retratam muitas dessas situações e permitem compreender como podem ser implementadas suas soluções.

Como exemplos de problemas clássicos, pode-se mencionar o problema dos produtores/consumidores, o jantar dos filósofos e o problema dos leitores/escritores, selecionado para a elaboração do objeto de aprendizagem deste trabalho. O quadro 3 apresenta elementos básicos destes três tipos de problemas.

Quadro 3- Problemas clássicos de coordenação de tarefas

Jantar dos filósofos	Um dos problemas clássicos de coordenação mais conhecidos é o jantar dos filósofos, que foi inicialmente proposto por Dijkstra [Raynal, 1986, Ben-Ari, 1990]. Neste problema, um grupo de cinco filósofos chineses alterna suas vidas entre meditar e comer. Na mesa há um lugar fixo para cada filósofo, com um prato, cinco palitos (hashis ou chopsticks), compartilhados e um grande prato de comida ao meio (na versão inicial de Dijkstra, os filósofos compartilhavam garfos e comiam spaguetti). Para comer, um filósofo precisa pegar os palitos à sua direita (π_i) e à sua esquerda (π_{i+1}), um de cada vez. Como os palitos são compartilhados, dois filósofos vizinhos nunca podem comer ao mesmo tempo. Os filósofos não conversam entre si nem podem observar os estados uns dos outros. O problema do jantar dos filósofos é representativo de uma grande classe de problemas de sincronização entre vários processos e vários recursos sem usar um coordenador central. Resolver o problema do jantar dos filósofos consiste em encontrar uma forma de coordenar suas atividades de maneira que todos os filósofos consigam meditar e comer. As soluções mais simples para esse problema podem provocar impasses, nos quais todos os filósofos ficam bloqueados. Outras soluções podem provocar inanição (starvation), ou seja, alguns dos filósofos nunca conseguem comer.
Produtores/ consumidores	Este problema também é conhecido como o problema do buffer limitado, e consiste em coordenar o acesso de tarefas (processos ou threads) a um buffer compartilhado com capacidade de armazenamento limitada a N itens (que podem ser inteiros, registros, mensagens, etc.). São considerados dois tipos de processos com comportamentos simétricos: Produtor: periodicamente produz e deposita um item no buffer, caso o mesmo tenha uma vaga livre. Caso contrário, deve esperar até que surja uma vaga no buffer. Ao depositar um item, o produtor “consome” uma vaga livre. Consumidor: continuamente retira um item do buffer e o consome; caso o buffer esteja vazio, aguarda que novos itens sejam depositados pelos produtores. Ao consumir um item, o consumidor “produz” uma vaga livre.
Leitores/ escritores	Outra situação que ocorre com frequência em sistemas concorrentes é o problema dos leitores/escritores. Neste caso, um conjunto de processos ou threads acessam de forma concorrente uma área de memória comum (compartilhada), na qual podem fazer leituras ou escritas de valores. As leituras podem ser feitas simultaneamente, pois não interferem umas com as outras, mas as escritas têm de ser feitas com acesso exclusivo à área compartilhada, para evitar condições de disputa.

Fonte: Adaptado de Maziero, 2014, p. 99-103

Na sequência, são apresentados os resultados de pesquisa documental referente aos conteúdos elencados nas ementas de cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas e afins, em diferentes localidades do território brasileiro.

2.4 EXEMPLOS DE EMENTAS

O quadro 4 evidencia os resultados de pesquisa referente aos conteúdos que constituem a ementa de cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, comparando cursos nacionais de destaque assim como os principais campi do Instituto Federal do Paraná.

Quadro 4 - Principais conteúdos das ementas de cursos de Análise e Desenvolvimento de Sistemas

	IFPR - Paranaguá-IFPR	IFPR - Foz do Iguaçu	IFPR - Assis Chateaubriand	FATEC -Ourinhos	IFBA - Salvador	IFES - Santa Teresa
Conceitos Básicos / Definição						
Conceitos de Hardware/Software						
Programação concorrente						
Concorrência, Interrupção e execução						
Estrutura dos SOs						
Processos						
Threads						
Sincronização e comunicação entre processos						
Condição de corrida, deadlock, exclusão mútua, semáforos						
Gerência de recursos						
Gerência de processador/processos						
Gerência de memória						
Gerência de tarefas						
Gerência de disco						
Gerência / Sistema de arquivos						
Gerência de dispositivos						
Sistemas cm múltiplos processadores						
Desempenho, redundância e proteção de dados						
Montagem de dispositivos						
Particionamento						
Comandos básicos de manipulação de arquivos						
Instalação e configuração GNU/Linux/SO						

Fonte: O autor, 2017.

Conforme se pode comprovar pela visualização dos dados constantes da Quadro 4, os conteúdos que integram as ementas das seis instituições pesquisadas

são os conceitos básicos e definição; gerência de processador e processos e gerência de memória.

A programação concorrente, tema do objeto de aprendizagem deste trabalho, foi encontrada como conteúdo na ementa de quatro das seis instituições pesquisadas. No entanto, os conteúdos de concorrência, interrupção e execução são listados em apenas três das instituições que compõem a amostra aqui analisada.

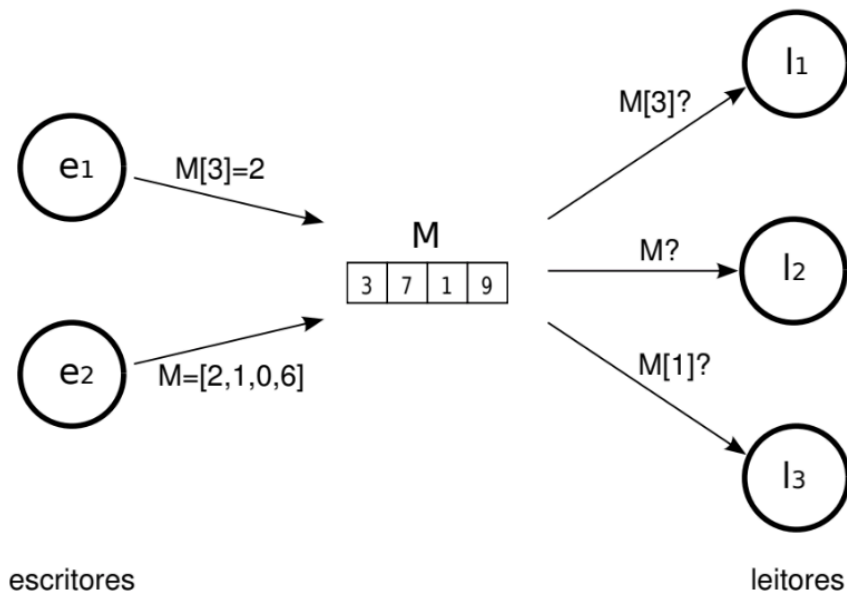
2.5 PROBLEMAS CLÁSSICOS DE COORDENAÇÃO

Conforme Maziero (2014, p. 99), dentro do contexto de programação de atividades coordenadas, existem certas situações problemáticas específicas que ocorrem com grande frequência em diferentes projetos de sistemas. Estas situações muitas vezes tornam-se conhecidas como “problemas clássicos”, e são amplamente estudados em busca de possíveis soluções.

2.5.1 O PROBLEMA DOS LEITORES/ESCRITORES

O problema escolhido para ser estudado e representado foi o problema dos leitores/escritores. De acordo com Maziero (2014), este problema ocorre quando múltiplos processos compartilham uma área de memória na qual podem realizar escritas e leituras. As leituras podem ocorrer de maneira simultânea entre si, porém escritas necessitam de acesso exclusivo à região de memória, caso o contrário abre-se a possibilidade de ocorrência de condições de disputa.

Figura 1 – Representação do problema dos leitores/escritores



Fonte: Maziero, 2014, p. 101

Uma solução simples é a implementação de um semáforo de exclusão mútua, permitindo que apenas um processo acesse a região compartilhada de memória por vez. Porém, enquanto esta solução garante a integridade dos dados armazenados e lidos, ela tem um custo alto à performance, pois leituras simultâneas não são possíveis com esta solução.

Quadro 5 – Solução através da utilização de mutex

```
1 sem_t mutex_area ;           // controla o acesso à área (inicia em 1)
2
3 leitor () {
4     while (1) {
5         sem_down (&mutex_area) ;    // requer acesso exclusivo à área
6         ...                          // lê dados da área compartilhada
7         sem_up (&mutex_area) ;     // libera o acesso à área
8         ...
9     }
10 }
11
12 escritor () {
13     while (1) {
14         sem_down (&mutex_area) ;    // requer acesso exclusivo à área
15         ...                          // escreve dados na área compartilhada
16         sem_up (&mutex_area) ;     // libera o acesso à área
17         ...
18     }
19 }
```

Fonte: Maziero, 2014, p. 102

Outra possível solução seria permitir o acesso simultâneo aos leitores, como demonstrado no quadro 6, porém esta solução apresenta outro novo problema: a priorização dos leitores sobre os escritores.

Quadro 6 – Solução através de leitura simultânea

```

1 sem_t mutex_area ;           // controla o acesso à área (inicia em 1)
2 int conta_leitores = 0 ;     // número de leitores acessando a área
3 sem_t mutex_conta ;         // controla o acesso ao contador (inicia em 1)
4
5 leitor () {
6     while (1) {
7         sem_down (&mutex_conta) ; // requer acesso exclusivo ao contador
8         conta_leitores++ ;         // incrementa contador de leitores
9         if (conta_leitores == 1) // sou o primeiro leitor a entrar?
10            sem_down (&mutex_area) ; // requer acesso à área
11        sem_up (&mutex_conta) ;    // libera o contador
12
13        ...                          // lê dados da área compartilhada
14
15        sem_down (&mutex_conta) ; // requer acesso exclusivo ao contador
16        conta_leitores-- ;         // decrementa contador de leitores
17        if (conta_leitores == 0) // sou o último leitor a sair?
18            sem_up (&mutex_area) ; // libera o acesso à área
19        sem_up (&mutex_conta) ;    // libera o contador
20        ...
21    }
22 }
23
24 escritor () {
25     while (1) {
26         sem_down(&mutex_area) ;    // requer acesso exclusivo à área
27         ...                          // escreve dados na área compartilhada
28         sem_up(&mutex_area) ;      // libera o acesso à área
29         ...
30     }
31 }

```

Fonte: Maziero, 2014, p. 103

2.6 EXTREME PROGRAMMING

Conforme Sommerville (2011), Extreme Programming (XP) é uma metodologia de desenvolvimento ágil que busca aplicar o uso de boas práticas de programação em níveis extremos. Nele, os requisitos do sistema são escritos forma de histórias de usuário, e depois derivam-se tarefas a partir das histórias. É praticada a programação em pares a fim de garantir a geração de código de alta qualidade, e o desenvolvimento é *test-first* - os programadores programam primeiro o conjunto de testes antes de programar qualquer linha de código do sistema.

O desenvolvimento no XP busca ser incremental através sucessivos releases diminutos, e faz com que o cliente (normalmente um representante) seja parte da equipe, definindo os requisitos e participando de testes de aceitação. Objetiva-se a simplicidade nos sistemas desenvolvidos por meio da refatoração de código antigo assim como a busca por soluções simples que não necessitem de

futuras alterações.

3 METODOLOGIA

Durante a etapa de pesquisa deste trabalho foi utilizada a obra de Wazlawick (2009) como referência, tendo sido preparado o trabalho de pesquisa de material bibliográfico, seguida do desenvolvimento da fundamentação teórica. Com a etapa de coleta de referências bibliográficas finalizada, o trabalho foi direcionado ao planejamento e desenvolvimento do trabalho, que consistiu na execução das seguintes tarefas:

- Escolha do problema de concorrência;
- Modelagem do *software* do problema escolhido;
- Desenvolvimento do *software*.

A tecnologia utilizada para o desenvolvimento desta ferramenta foi o *game engine Unity 3D*, podendo ser apontados os seguintes motivos para a escolha desta ferramenta:

- Grande facilidade de criação de representações visuais de alta qualidade;
- Baixo custo (licença gratuita);
- Familiaridade com a ferramenta;
- Facilidade de exportação de um projeto para diversas plataformas (Windows, macOS, Linux, HTML5).

A proposta deste trabalho teve majoritariamente elementos de simulação e pedagogia, com um pouco de elementos de jogo através de interações com a simulação e retorno visual, a fim de tornar mais interessante o aprendizado de conceitos da disciplina Sistemas Operacionais, além de mostrar de maneira simulada o funcionamento dinâmico dos algoritmos apresentados.

Objetivou-se a criação de um protótipo de OA neste trabalho, a fim de gerar um objeto de maneira veloz e com baixo custo, e rapidamente ser capaz de analisar sua efetividade ou possíveis deficiências. Seguindo o modelo proposto por Sommerville, primeiro foi elaborado um plano de prototipação, no qual foram definidos quais os objetivos do protótipo. Em seguida, produziu-se a definição geral,

que especifica quais são as funcionalidades do protótipo, para então ocorrer o desenvolvimento do protótipo em si.

Na sequência são descritas as diferentes etapas da documentação do protótipo do OA.

3.1 PLANO DE PROTOTIPAÇÃO

Os objetivos do protótipo do objeto de aprendizagem Problema Clássico de Concorrência: Leitores/Escritores são:

- Exposição clara e acessível dos conteúdos;
- Demonstrar as possíveis interações entre o usuário e o AO;
- Reusabilidade.

3.2 DEFINIÇÃO GERAL DO PROTÓTIPO (FUNCIONALIDADES)

- Simular o funcionamento de um sistema onde há condição de disputa entre leitores e escritores num espaço de memória compartilhado;
- Demonstrar erros de leitura e de escrita;
- Demonstrar possíveis soluções para o problema;
- Representar o estado atual do sistema através de interface gráfica e/ou animações;
- Apresentar fundamentação teórica que explique a simulação para o usuário;
- Permitir a interação entre o usuário e o sistema que está sendo simulado.

3.3 DOCUMENTAÇÃO DO EXTREME PROGRAMMING (XP)

Foram feitas as seguintes adaptações na metodologia XP para o presente trabalho. No que diz respeito ao cliente, não há um cliente neste projeto. Quanto aos testes, reforça-se que nem todos os testes do OA podem ser automatizados e a presente proposta considerou os seguintes:

- Teste de unidade para testar se existem bugs nos cálculos do OA;
- Teste de métricas de interface humano/computador;
- Proposta de teste de validação (futuro).

Convém ainda reforçar que a programação em duplas não será possível, pois se trata de um projeto individual. Apresentam-se no quadro 7 os cartões de estórias que serão utilizados no objeto.

Quadro 7 – Cartões de estórias

Estória 1: Estudando a teoria do problema dos Leitores / Consumidores
<p>Frida é uma estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, e deseja utilizar o Objeto de Aprendizagem para aprender sobre problemas clássicos de coordenação para uma prova da matéria de Sistemas Operacionais.</p> <p>Ao abrir o programa, ela clica na opção “Estudar Conteúdo”, a fim de entender a conceitualização do problema de Leitores/Consumidores. Em seguida, é apresentada a ela uma explicação mista de animação gráfica e textos, descrevendo cada passo do problema e mostrando pedaços do algoritmo em execução. Durante cada passo, ela pode clicar no botão “avançar” para acessar o próximo passo ou o botão “voltar” para rever um passo anterior. A qualquer momento, pode voltar para a tela inicial através do botão “menu principal”.</p>
Estória 2: Simulando a execução do problema dos Leitores / Consumidores
<p>No menu principal, Frida seleciona a opção “Iniciar simulação”, onde ela terá acesso a uma representação visual de uma situação de concorrência entre leitores e consumidores sendo simulada na tela.</p>

A princípio, a simulação encontra-se pausada no estado inicial. Através de botões de controle, Frida clica em “Iniciar simulação” e a animação começa a rodar na tela. Outros botões de controle que ela pode acessar são os botões auto-descritivos de “Parar simulação”, “Acelerar simulação” e “Reiniciar simulação”, os quais permitem que ela ajuste de maneira fina a simulação, a fim de observar de maneira melhor os diferentes aspectos dela.

A simulação em seu estado padrão demonstra uma situação de conflito onde erros ocorrem na saída de dados. Frida então pausa a execução da simulação e clica no menu “Solução”, onde encontra duas possíveis soluções: “Semáforo simples” e “Semáforo – Leitura compartilhada”. Em seguida, ela clica na primeira solução, observa seu funcionamento simulado, e depois clica na segunda e observa as mudanças no comportamento da simulação. Caso a simulação esteja em execução quando uma solução é escolhida, ela será reinicializada.

E por fim, Frida clica nas opções “Adicionar/Remover Escritores”, “Adicionar/Remover Memória” e “Adicionar/Remover Leitores”, a fim de visualizar como o funcionamento da simulação é afetado. Porém, todas estas três opções possuem um limite mínimo (a fim de garantir que a simulação sempre funcionará) e um limite máximo (a fim de evitar um número demasiado de elementos visuais na tela).

3.4 SELEÇÃO DE ESTÓRIAS DE USUÁRIO PARA O RELEASE 1

Para que este objeto de aprendizagem funcione, é minimamente necessário que ao menos a simulação da condição de concorrência entre leitores/consumidores esteja funcionando. O cartão “Estudando a teoria do problema dos Leitores / Consumidores” necessita que a funcionalidade da simulação esteja construída para que possa ser implementada.

Portanto, o Release 1 irá apenas desenvolver tarefas contidas no “Simulando a execução do problema dos Leitores / Consumidores”, pois o conteúdo dele descreve as funções minimamente necessárias para o funcionamento deste

Objeto de Aprendizagem.

A seguir são apresentados os cartões de Tarefas do Release 1.

Quadro 8 – Cartões de tarefas selecionados para o Release 1

Tarefa 1: Simular condição de concorrência entre leitores e consumidores
<p>A simulação de leitores e consumidores exibe uma representação visual do algoritmo do problema em funcionamento.</p> <p>Nesta simulação, haverá dois escritores, 3 leitores e 5 espaços de memória. Caso não exista nenhuma forma de controle dos espaços de memória, é possível que mais de um escritor e/ou leitor acesse a mesma área de memória ao mesmo tempo, gerando uma condição de disputa (escrita de dados inválidos ou leitura de dados inválidos).</p> <p>A execução dos processos é realizada uma vez através de cada “passo”. Os “passos” simulam a execução das chamadas de escrita e leitura, e são realizados em uma velocidade muito mais lenta do que o processamento real, a fim de que o usuário consiga acompanhar o que está acontecendo na tela do programa.</p> <p>Deve ser exibido visualmente o dado que cada escritor pretende escrever, o dado atualmente armazenado em cada posição de memória e o último dado que foi acessado por cada um dos leitores.</p>
Tarefa 2: Controlar a execução da simulação
<p>O controle da simulação permite ao usuário controlar o andamento e a velocidade da simulação a partir de 4 funções: início, pausa, reinicializar e alterar velocidade.</p> <p>O botão de início e pausa permite que a simulação seja paralisada ou retomada a qualquer momento, e ambas funções estão atribuídas ao mesmo botão: quando a simulação estiver ativa, o botão assume a função de “pausa”, e quando a simulação está dormente ele assume a função de “início”.</p> <p>A alteração de velocidade permite que o usuário torne a duração do “passo” de execução menor ou maior.</p> <p>A reinicialização da simulação congela a execução dela e retorna todas as</p>

características da simulação aos seus devidos estados iniciais: dados armazenados, velocidade de execução, etc.

Tarefa 3: Adicionar/remover leitores, escritores e memória

A simulação pode ser alterada através da adição ou remoção de leitores, escritores e espaços de memória.

Para alterar a quantidade de cada elemento, o usuário poderá clicar na opção “Adicionar/remover Elementos”, onde poderá escolher o elemento a ser alterado. Em seguida, poderá clicar tanto no botão “+” ou no botão “-”, o que aumentará ou reduzirá a quantidade de elementos do tipo selecionado em uma unidade por clique.

Caso um próximo clique altere a quantidade de um dado elemento acima da sua quantidade máxima ou abaixo da quantidade mínima o clique será ignorado.

Tarefa 4: Adicionar solução

Ao clicar no botão “Adicionar Solução”, uma lista contendo as soluções possíveis é exibida. As soluções propostas contidas neste Objeto de Aprendizagem são duas: “Semáforo simples” e “Semáforo – Leitura compartilhada”. Uma terceira opção, “Remover Solução”, permite a remoção de qualquer solução atualmente aplicada.

Ao clicar na opção selecionada, o funcionamento dos leitores e dos escritores será alterado a fim de utilizar o tipo de semáforo escolhido. Cada semáforo terá uma representação gráfica na interface, a fim de indicar o seu estado atual.

No planejamento do Release 1, devem ser considerados os seguintes aspectos:

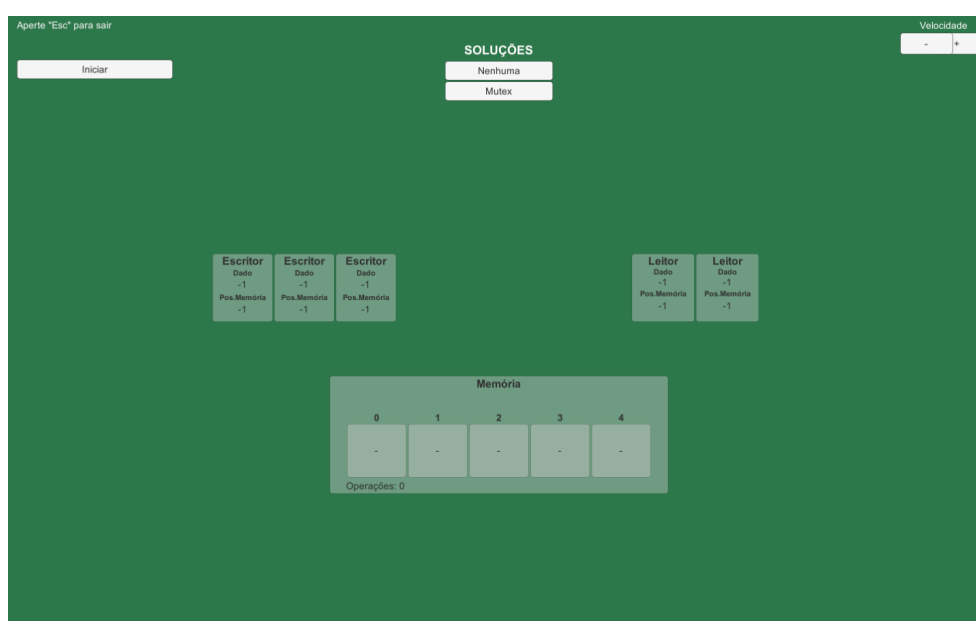
O objetivo do Release 1 será o desenvolvimento do protótipo baseado no conteúdo do cartão “Estória 2”. As tarefas mínimas necessárias para a consolidação deste protótipo são:

- Tarefa 1: Simular condição de concorrência entre leitores e consumidores
- Tarefa 4: Adicionar solução.

4 RESULTADOS

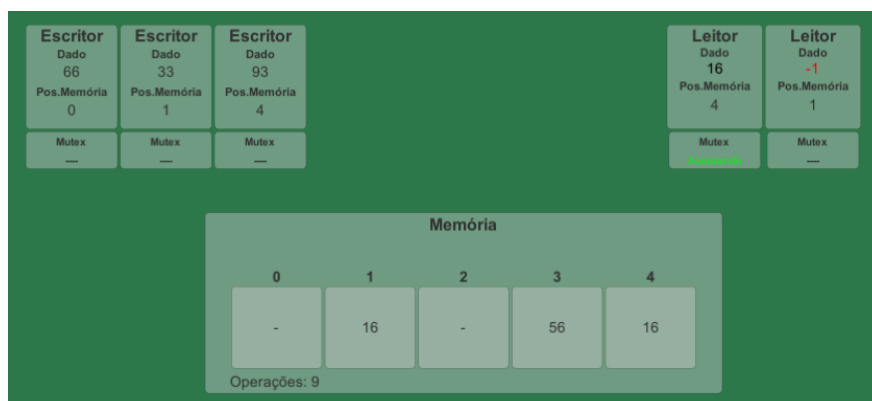
Ao final da etapa de desenvolvimento foi obtido um protótipo do objeto de aprendizagem proposto. Esta versão apresenta a simulação do problema de coordenação representada através de uma interface gráfica, e o usuário pode interagir com o programa através de botões localizados na interface.

Figura 2 – Tela da versão do protótipo do Release 1



A área central da tela é utilizada para representar uma área compartilhada de memória, os escritores e os leitores. Todos eles possuem seus dados e estados internos – conteúdo da memória, dado a ser escrito, dado lido, posse do mutex, índice de leitura/escrita, número de operações realizadas – são apresentados ao usuário através de maneira textual, como demonstrado na figura 3.

Figura 3 – Representações da memória, dos leitores e dos escritores



Na parte superior da tela encontram-se os botões de controle da simulação, permitindo iniciar e pausar a simulação, aplicar uma ou nenhuma solução de coordenação e também aumentar ou reduzir a velocidade de execução. Segue abaixo a figura 4, demonstrando a parte superior da interface:

Figura 4 – Botões de controle



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho, cujo objetivo foi de desenvolver um objeto de aprendizagem para exposição visual de assuntos teóricos da disciplina de Sistemas Operacionais, com foco nos problemas clássicos de análise de concorrência, permitiu encontrar resultados que confirmam o potencial desta ferramenta para o trabalho com diferentes conteúdos relacionados ao ensino de computação. Desta forma, entende-se que o campo de aplicação dos conhecimentos aqui trabalhados mostra-se bastante amplo.

Partiu-se do pressuposto de que a área de conhecimento da Computação requer o aprendizado sobre algoritmos lógicos que são executados de maneira dinâmica. No entanto, alguns conceitos podem ser de difícil compreensão, sobretudo quando não são utilizadas metodologias ativas para a proposição de atividades. Desta forma, a proposição de um objeto de aprendizagem para exposição visual de assuntos teóricos como conceitos e problemas clássicos da análise da concorrência, pode se revelar uma maneira bastante oportuna para representar de maneira dinâmica os aspectos dos algoritmos apresentados.

Na pesquisa bibliográfica sobre objetos de aprendizagem (OAs), foi possível ter uma melhor compreensão de como utilizar efetivamente um software dentro do contexto educacional, além de técnicas a serem aplicadas no desenvolvimento e maneiras de abordar o conteúdo a ser tratado. Dentre as vantagens dos OAs, destaca-se um potencial aumento da produtividade de aplicações educacionais, bem como a ampliação dos horizontes de produção de aplicações educacionais, diante da possibilidade de colocar o usuário em frente de uma nova forma de abordar o que se pretende ensinar. Mas certamente a principal vantagem dos OAs refere-se à possibilidade de eles poderem ser reutilizados e projetados de forma a promover um intercâmbio entre produtores, o que possibilitará, no futuro, a criação e ampliação de repositórios.

Podem ser mencionadas ainda as características fundamentais reuso, composição, agregação e interoperabilidade, que potencializam a capacidade de interação que está presente em qualquer objeto de aprendizagem.

Na parte prática do estudo, durante a qual foi elaborado um objeto de aprendizagem a partir do problema de leitores/escritores, utilizando como ferramenta de programação o *game engine Unity 3D*, evidenciou-se que esta ferramenta

apresenta potencial de gerar uma ferramenta útil ao ensino de Sistemas Operacionais.

Contudo, o protótipo que foi desenvolvido neste trabalho está carente de características que o fariam se encaixar dentro do conceito de Objetos de Aprendizagem. O principal conceito não presente neste trabalho é o da autocontenção: ele não possui uma explicação sobre os conceitos e teoria sobre concorrência e sobre o problema dos leitores/escritores, necessitando de ferramentas exteriores para que o aluno possa usufruir da simulação. Além disso, o conteúdo é apresentado de maneira altamente abstrata, o que pode vir a tornar o conteúdo do protótipo mais difícil de ser compreendido.

Possíveis expansões deste trabalho incluem a ideia da coleta e processamento de dados dos usuários da ferramenta de ensino, a continuação do desenvolvimento do protótipo sobre o *Problema dos Leitores/Escritores*, o desenvolvimento de protótipos para *O Jantar dos Filósofos* e para o *Problema dos Produtores/Consumidores*, e também a implantação de um repositório online para a distribuição destes OAs.

Pode-se sugerir que o campo dos OAs pode ser beneficiado com novos estudos experimentais que possam propiciar a seus desenvolvedores alcançar uma visão mais clara das circunstâncias sob as quais estes objetos podem ser mais efetivos para o desempenho dos estudantes. Por este motivo, sugere-se o aprofundamento, em futuros trabalhos, das questões aqui discutidas e apresentadas.

Ao associar os resultados encontrados ao longo das diferentes etapas que constituíram este trabalho, verifica-se a relevância dos objetos de aprendizagem como elemento facilitador do processo cognitivo e se aproximando da realidade do aluno contemporâneo, que se encontra inserido num universo digital no qual a mudança é a palavra-chave.

REFERÊNCIAS

ALHARBI, Ali; HENSKENS, Frans; HANNAFORD, Michael. Personalised Learning Object System Based on Self-Regulated Learning Theories. **IJEP**. v. 4, Issue 3, 2014.

ARÉVALO MERCADO, Carlos Argelio; MUÑOZ ANDRADE, Estela Lizbeth; GOMEZ REYNOSO, Juan Manuel. The Effect of Learning Objects on a C++ Programming Lesson. **Communications of the IIMA**. v. 8, n. 4, 2008, p. 30-40.

AMARAL, S. F. As novas tecnologias e as mudanças nos padrões de percepção da realidade. In.: SILVA, T. E. **A leitura nos oceanos da internet**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 107 – 126.

AMORIM, M. S. *et al.* Aprendizagem e Jogos: diálogo com alunos do ensino médio-técnico. **Educação e Realidade**, v. 41 (1), p.91-116, 2016.

BALREIRA, D.G; WALTER, M., FELLNER, D.W. **What we are teaching in Introduction to Computer Graphics**. Eurographic Digital Library, 2017.

CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes; SILVEIRA, Milene Selbach. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 235-260. Editora UFPR.

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de aprendizagem sob o ponto de vista dos alunos: um estudo de caso. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n.3, p. 363-393, 2012.

CERVONE, H. Frank. **Digital learning object repositories**, OCLC Systems & Services: International digital library perspectives, Vol. 28 Issue: 1, p.14-16, 2012.

DIBATTISTA, D. Evaluation of a Digital Learning Object for the Monty Hall Dilemma. **Teaching of Psychology**. v. 38(1), 2011, p. 53-59.

DORÇA, F. A. *et al.* An Automatic and Dynamic Approach for Personalized Recommendation of Learning Objects Considering Students Learning Styles: An Experimental Analysis. **Informatics in Education**, 2016, Vol. 15, No. 1, p. 45–62.

DUTRA, I. M. *et al.* Blog, wiki mapas e conceituais digitais no desenvolvimento de projetos de aprendizagem com alunos do ensino fundamental. **RENOTE**. Porto Alegre: UFRBS, v. 4, n. 2, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigosrenote/25064.pdf>> Acesso em: out., 2017.

FAURGS. Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Projeto OBAA**. Relatório Técnico RT-OBAA-01. Proposta de padrão para metadados de objetos de aprendizagem multiplataforma. Porto Alegre: FAURGS, jul., 2009.

GASQUE, Kelley Cristine Gonçalves Dias. Objetos de aprendizagem para o letramento informacional. **RICI: R.lbero-amer. Ci. Inf.**, ISSN 1983-5213, Brasília, v. 9, n. 2, p. 387-405, jul. / dez. 2016.

IEEE. **Standard for Learning Object Metadata**. Learning Technology Standards Committee of the IEEE. 2002.

IEPSEN, E. F. *et al.* Avaliando a Dimensão Afetiva para Apoio ao Processo de Aprendizagem na Disciplina de Algoritmos: um Estudo de Caso. **RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**. v.12(2), p.55-66, 2013.

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para apresentação de trabalhos acadêmicos do Instituto Federal do Paraná (IFPR)**. Curitiba, 2010.

LAVERDE, A.; CIFUENTES, Y.; RODRIGUEZ, H. Toward an instructional design model based on learning objects. **Educational Technology Research and Development**. v. 55, p. 671-681, 2007.

MACHADO, F. B.; MAIA, L.; Um framework construtivista no aprendizado de sistemas operacionais - uma proposta pedagógica com o uso do simulador sosim. In: **XII Workshop Sobre Educação em Computação (WEI)** Salvador, 2004.

MATTHÍASDÓTTIR, Ásrún. Learning objects in a multimedia interactive environment. The Codewitz Project. **International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech' 2004**.

MAZIERO, Carlos A. **Sistemas Operacionais: Conceitos e Mecanismos**. Prentice Hall, 2014.

NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo. Objetos de aprendizagem: entre a promessa e a realidade. In: PRATA, Carmem Lúcia; NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. (Orgs.) Brasília: MEC, SEED, 2007, p. 135-146.

PACHECO, Edson. **GAIA PDOA: Processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) Londrina: UEL, 2016.

PAGNOSSIN, Ivan Ramos et al. Objetos de aprendizagem interativos: participação e desempenho de estudantes de ciências. , Campinas, SP, v. 16, n. 2, p. 362-, maio/ago. 2014. ISSN 1676-2592. Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/6459>> Acesso em out., 2017.:

PRATA, Carmem Lúcia; NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo, PIETROCOLA, Maurício. Políticas para fomento de produção e uso de objetos de aprendizagem. In: PRATA, Carmem Lúcia; NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. (Orgs.) Brasília: MEC, SEED, 2007, p. 107-127.

PRIESNITZ FILHO, W., ABEGG, Ilse; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Uma

abordagem diferenciada no ensino de algoritmos através da utilização de uma lousa digital. **Revista GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**. v. 2(2), p.129-137, 2012.

RODRIGUES, Soelaine. Estruturação dos Objetos de Aprendizagem para Ambientes de Educação Online. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) Florianópolis, 2003.

SILVA, Edna Lúcia; CAFÉ, Lígia; CATAPAN, Araci Hack. Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação **Ci. Inf.**, Brasília, DF, v. 39 n. 3, p.93-104, set./dez., 2010.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Softwar**. tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves. Revisão técnica Kechi Hiramã. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TAROUCO, Liane M. R.; DUTRA, Renato. Padrões e Interoperabilidade. In: : PRATA, Carmem Lúcia; NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. (Orgs.) Brasília: MEC, SEED, 2007, p. 82-91.

WATANABE, Carmen Ballão; MORETO, Eutália Cristina do Nascimento; DUTRA, Renato Roxo Coutinho. **Normas para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos do Instituto Federal do Paraná (IFPR)**. Curitiba: IFPR, 2010.

WAZLAWICK, R.S. **Metodologia de pesquisa para Ciência da Computação**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier. 2009.

WILEY, D. **The instructional use of learning objects**. 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/>> Acesso em ago., 2017.