Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Eduardo Savino Gomes

Narrativas OC2-RD2 e PBL: uma proposta para o ensino da programação de computadores

Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

São Paulo
2021

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Eduardo Savino Gomes

Narrativas OC2-RD2 e PBL: uma proposta para o ensino da programação de computadores

Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção de título de DOUTOR em Tecnologias da Inteligência e Design Digital e área de concentração de Modelagem de Software, sob a orientação do Prof. Dr. Ítalo Santiago Vega.

São Paulo
2021

Banca Examinadora

_____

_____

_____

_____

_____

É expressamente proibida a comercialização deste documento tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

DEDICATÓRIA

Dedico meu trabalho aos meus pais, Juvenal de Jesus Gomes (*in memoriam*) e Wilma Savino responsáveis por boa parte de minha formação intelectual, sendo graças a eles que pude observar a importância do pensamento reflexivo e da dialética para o desenvolvimento profissional. Dedico também a minha filha Beatriz Vilella Gomes que transformou minha vida e a Sandra Regina Cavalcante, minha eterna amada, por todo apoio e dedicação para comigo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da FUNDASP (Fundação São Paulo) com a concessão de bolsa dissídio integral.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu orientador, Prof. Dr. Ítalo Santiago Vega, pela paciência, compreensão, dedicação, confiança e às inestimáveis intervenções certeiras, mostrando os caminhos a trilhar.

Aos meus familiares, em especial minha irmã Paula Savino Gomes que tanto me ajudou em vários aspectos, principalmente em 2020.

A PUC-SP, onde conclui minha graduação, meu mestrado e exerço minha profissão, a qual permitiu que eu realizasse esse trabalho.

Aos meus amigos da PUC-SP: Daniel Gatti, Flávio Morgado, Júlio Arakaki, Carlos Eduardo da Barros Paes, Maurício Nacib Pontuschka, Fernando Giorno, Lisbete Madsen Barbosa, Rogério Cardozo, Edith Ranzini, Celina Abar, Barbara Bianchini, Jefferson de Oliveira Silva, Diogo Cortiz, Fabio Fernandez, Sergio Basbaum, Eliseu Lopes (*in memoriam*) entre tantos outros que tive o privilégio de conhecer e conviver. Cada um desses, de alguma forma, também contribuiu com esse trabalho.

Gomes, ES. Narrativas OC2-RD2 e PBL: uma proposta para o ensino da programação de computadores [tese]. São Paulo: Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia; 2021.

RESUMO

A capacidade de análise, reflexão e elaboração de hipóteses são importantes habilidades que um aprendiz deve desenvolver no seu processo de formação. A criação de ambientes de ensino de forma que envolvam o aluno e permitam que este desenvolva a capacidade de análise, reflexão e elaboração de hipóteses tem sido uma preocupação de várias metodologias de ensino. Dessa forma tem-se pesquisado a utilização das metodologias ativas como possíveis respostas, em particular a *Problem Based Learning* (PBL), que coloca a problematização como fato iniciador do processo de ensino e aprendizagem. Porém a metodologia PBL se inicia com o estudo de um problema, não fazendo nenhuma especificação sobre como elaborar sua apresentação, de forma a permitir que o aluno se envolva com o contexto e possa experimentar o processo de análise, reflexão e elaboração de hipóteses. A questão que surge então é: Como ajudar o professor do ensino superior da computação a elaborar problemas para a metodologia PBL? Uma possibilidade é de se apresentar um problema na forma de narrativa. Nesse sentido a OC2-RD2 é uma técnica para construção de narrativas no ensino de disciplinas ligadas à computação. A técnica leva o nome dos tipos de cena que devem compor uma narrativa (Cenas: Objetivo, Contratempo, Catástrofe, Reação, Dilema e Decisão). Mas antes da construção das cenas, a técnica OC2-RD2 propõe a elaboração de um Plano de Conteúdo, um Plano de Motivação e um Plano de Fábulas, planos estes que devem balizar a construção da narrativa. Esse trabalho propõe a utilização da técnica OC2-RD2, por meio dos elementos plano de conteúdo, plano de motivação, cena Objetivo, cena Contratempo e a cena Catástrofe na construção de narrativas para a apresentação de um problema na metodologia ativa PBL. Esse trabalho apresenta no final uma aplicação dessa proposta no curso de Engenharia Biomédicas da PUC-SP.

Palavras-chave: Pensamento Reflexivo; OC2-RD2; Elaboração de Hipóteses; PBL; Narrativas

Gomes, ES. Narrativas OC2-RD2 e PBL: uma proposta para o ensino da programação de computadores [Narratives OC2-RD2 and PBL: a proposal for teaching computer programming] [thesis]. São Paulo(BR): Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia; 2021. Portuguese

ABSTRACT

The ability to analyze, reflect and hypothesize are important skills that an apprentice must develop in his training process. The creation of teaching environments in a way that involves the student and allows him to develop the capacity for analysis, reflection and hypothesis elaboration has been a concern of several teaching methodologies. In this way, the use of active methodologies has been researched as possible answers, in particular the Problem Based Learning (PBL), which places problematization as the initiating fact of the teaching and learning process. However, the PBL methodology starts with the study of a problem, making no specification on how to elaborate its presentation, in order to allow the student to get involved with the context and to experience the process of analysis, reflection and hypothesis elaboration. The question that then arises is: How to help the professor of higher education in computing to elaborate problems for the PBL methodology? One possibility is to present a problem in the form of narrative. In this sense, OC2-RD2 is a technique for building narratives in the teaching of subjects related to computing. The technique takes its name from the types of scene that must compose a narrative (Scenes: Objective, Counter-Strike, Catastrophe, Reaction, Dilemma and Decision). But before the construction of the scenes, the OC2-RD2 technique proposes the elaboration of a Content Plan, a Motivation Plan and a Fables Plan, plans that must guide the construction of the narrative. This work proposes the use of the OC2-RD2 technique, through the elements content plan, motivation plan, Objective scene, Contratempo scene and the Catastrophe scene in the construction of narratives for the presentation of a problem in the active PBL methodology. In the end, this work presents an application of this proposal in the Biomedical Engineering course at PUC-SP.

Keywords: Reflective Thinking; OC2-RD2; Elaboration of Hypotheses; PBL; Narratives

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do foco da disciplina de Laboratório de Programação 47
Figura 2: Modelos para Ensino Híbrido 57
Figura 3: Modelo de Rotação 57
Figura 4: Exemplo de rotação por estação 58
Figura 5: Exemplo de rotação por laboratório 59
Figura 6: Sala de aula invertida 59
Figura 7: Quatro fases do IBL (*Inquiry Based Learning*) 62
Figura 8: Tipos de cenas em ciclos OC2-RD2 73
Figura 9: Dependência entre itens de conhecimento 77
Figura 10: Dependência entre itens de investigação (motivação) 79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quatro fases para solução de um problema segundo Polya 49
Tabela 2: Personagens OC2-RD2 76
Tabela 3: Plano de Conteúdo 78
Tabela 4: Plano de Motivação..... 79
Tabela 5: Plano de Fábulas – Números Inteiros Positivos 80
Tabela 6: Plano de Fábulas – Números Inteiros Negativos..... 81
Tabela 7: As 7 etapas para construção da narrativa 87
Tabela 8 : Plano de Conteúdo 89
Tabela 9 : Plano de Motivação 90
Tabela 10 : Cena Objetivo 91
Tabela 11 : Cena Contratempo..... 94
Tabela 12: Cenas Contratempo e Catástrofe 95
Tabela 13: Cena Catástrofe (Final)..... 98
Tabela 14: Divisão do Ciclo PBL em uma semana (PUC-SP)..... 101
Tabela 15: Retorno dos alunos (Resumo Crítico)..... 106
Tabela 16: Retorno dos alunos (Questionário da Coordenação)..... 108

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

1.1 Contextualização 13

1.2 Questão de Pesquisa 17

1.3 Hipótese 18

1.4 Objetivo 18

1.5 Metodologia 19

1.6 Estrutura da Tese 20

2 PENSAMENTO REFLEXIVO: ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES COMO PRÁTICA DE ENSINO 21

2.1 Dewey e as 5 fases do pensamento reflexivo 21

2.1.1 Resultados x Objetivos 22

2.2 Schön e o Profissional Reflexivo 29

2.3 Freire e a Capacidade de Reflexão 31

2.3.1 Transitividade Crítica 32

2.3.2 Condução na formulação de hipóteses – caso exemplificativo 36

2.4 Categorias de Saber e Formulação de Hipóteses 41

2.5 O Futuro profissional 43

2.6 Hipóteses, Modelagem e Implementação 44

2.7 Problematização como estratégia de ensino 47

3 METODOLOGIAS ATIVAS E PBL 52

3.1 Metodologias ativas 55

3.1.1 Ensino Híbrido 56

3.1.2 Aprendizagem Baseado em Investigação 61

3.1.3 Aprendizagem Baseado em Projetos 63

3.2 Aprendizagem baseado em Problemas (PBL) 64

3.2.1 Os 7 Passos do PBL por Schmidt e Nuutila 65

4 ELEMENTOS DA TÉCNICA OC2-RD2..... 71

4.1 As cenas OC2-RD2..... 74

4.2 Os personagens OC2-RD2 75

4.3 Etapas do Roteiro..... 76

4.3.1 Plano de Conteúdo 77

4.3.2 Plano de Motivações..... 78

4.3.3 Plano de Fábulas..... 80

4.3.4 Criação da História 82

4.3.5 Implementação da História 82

4.4 Outros Estudos sobre a técnica OC2-RD2..... 82

5 NARRATIVAS OC2-RD2 e PBL 86

5.1 As 7 etapas para construção de narrativas OC2-RD2 para metodologia PBL 87

5.2 Uma narrativa OC2-RD2 para a metodologia PBL..... 88

5.3 Aplicação da técnica: experiência e resultados..... 100

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 110

REFERÊNCIAS..... 115

1 INTRODUÇÃO

> *"Nada ou quase nada existe em nossa educação, que desenvolva no nosso estudante o gosto da pesquisa, da constatação, da revisão dos 'achados' — o que implicaria no desenvolvimento da consciência transitivo-crítica."* (FREIRE, 1967)

1.1 Contextualização

A dificuldade do ensino de Programação de Computadores e Algoritmos é tema recorrente em diversos estudos e trabalhos com propostas de metodologias de ensino, que citam dificuldades dos alunos em abstração, raciocínio lógico, visão sistêmica, capacidade de análise, reflexão, entre outros motivos(BARBOSA, 2001; LIMA, J. W. F.; MEIRELES, 2014; VEGA, 2018).

A capacidade de reflexão é uma importante habilidade que o aprendiz deve desenvolver no seu processo de formação. Reflexão é uma habilidade necessária para fazer análise de qualquer objeto de estudo. Ao se fazer uma reflexão sobre um objeto, pretende-se ter como resultado a elaboração de hipóteses que possam explicar o fenômeno, resolver o problema ou embasar uma tomada de decisão, a depender o objeto de estudo.

Essa habilidade é necessária para que o aprendiz possa ter uma maior autonomia profissional, sendo esta imprescindível em um mundo no qual as mudanças tecnológicas tornam-se cada vez mais rápidas, obrigando que o novo profissional tenha cada vez mais a necessidade de se manter atualizado e capacitado para lidar com os desafios que aparecerem. Logo, acredita-se que o processo de formação do aprendiz (futuro profissional) deve levá-lo à prática rotineira de análise e reflexão para a elaboração de hipóteses, bem como à validação destas.

A dificuldade de alunos adquirirem as habilidades de análise, reflexão e elaboração de hipóteses a respeito de um problema não é uma preocupação recente. Paulo Freire chama essa habilidade de “Transitividade Crítica” (FREIRE, 1967) e a descreve como uma interpretação mais profunda dos problemas, que procura testar os “achados” (as suas hipóteses). Freire alerta para o fato de que a educação, por muitas vezes, se torna uma ato de “depositar” conhecimento no aluno, sendo os alunos os “depositários” e o professor o “depositante”, nomeando essa forma de educação de “Educação Bancária” (FREIRE, 1987). Para Freire, a “Educação Bancária” faz do aprendiz um ator passivo no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o educador depositaria conteúdos nos educandos passivos.

Colocado dessa forma, a “Educação Bancária” não favorece o aluno a desenvolver habilidades como reflexão, análise e elaboração de hipóteses. Freire então sugere a “Educação Problematizadora”, que traz o problema como gatilho para a exploração de um novo conhecimento, tornando a educação e a investigação momentos de um mesmo processo. Freire afirma também que, ao exercitarem o pensar crítico como reflexão sobre a própria condição de existir, os alunos se engajam, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais efetivos. Dessa forma, Freire tira o aluno da posição passiva (como um depositário de conteúdo), colocando-o em uma posição ativa, quando os aprendizes “em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também” (FREIRE, 1987, p. 40), deixando claro sua preocupação em que o aluno desenvolva sua capacidade de reflexão.

A criação de ambientes de ensino de forma que envolvam o aluno e permitam que este desenvolva a capacidade de análise, reflexão e elaboração de hipóteses tem sido uma preocupação no desenvolvimento de várias metodologias de ensino. Na tentativa de minimizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos com a elaboração de modelos de softwares, entre outros, em disciplinas ligadas à programação de computadores, se tem pesquisado a utilização das metodologias ativas, em particular a *Problem Based Learning* (PBL) para o ensino de disciplinas como Algoritmos e programação de

computadores (AMBRÓSIO; COSTA, 2010; ANGELO et al., 2014; NUUTILA; TÖRMÄ; MALMI, 2005).

Nas metodologias ativas, o aluno tem papel de protagonista no processo de ensino e aprendizagem, com a orientação do professor. Em particular, a metodologia PBL estimula a análise, reflexão e elaboração de hipóteses por parte dos alunos, que deverão ser depois verificadas, validadas ou refutadas (BACICH; MORAN, 2017). Neste sentido, Moran destaca que

> Essas metodologias [ativas] tiram o foco do conteúdo que o professor quer ensinar, permitindo que o aluno estabeleça um vínculo de aprendizagem baseado na ação-reflexão-ação. Os projetos podem ser centrados em cada área de conhecimento isoladamente (projetos dentro da cada disciplina) ou integrar áreas de conhecimento de forma mais ampla (projetos interdisciplinares) (MORAN, 2007, p. 33).

As Metodologias Ativas se contrapõem ao modelo Conteudista (focado no conteúdo), dando maior ênfase a problemas (ou projetos) ao criar um modelo de aprendizagem baseado na ação-reflexão-ação; ou seja, o ponto de partida não é mais, na visão do aluno, a apresentação do conteúdo, mas sim o problema apresentado pelo professor, que deve direcioná-lo para o conteúdo a ser aprendido.

Conforme já afirmado, uma das características das metodologias ativas é enfatizar o protagonismo do estudante. Entende-se protagonismo como um maior envolvimento direto, participativo e reflexivo do aluno, sempre com a orientação/condução do professor (BACICH; MORAN, 2017), cabendo a este propiciar contextos que permitam ao discente essa experimentação de forma adequada.

Em "*How to Solve It – New Aspect of Mathematical Method*", G. Polya já sinalizava a problematização como prática de ensino:

> "Um professor de Matemática tem, assim, uma grande oportunidade. Se ele preenche o tempo que lhe é concedido a exercitar seus alunos em operações rotineiras, aniquila o interesse e tolhe o desenvolvimento intelectual dos estudantes,

> desperdiçando, dessa maneira, a sua oportunidade. Mas se ele desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os seus conhecimentos e auxiliando-os por meio de indagações estimulantes, poderá incutir-lhes o gosto pelo raciocínio independente e proporcionar-lhes alguns meios para alcançar este objetivo.” (POLYA, 1973, p. V)

Portanto, segundo Freire, Moran e Polya, a problematização é uma abordagem relevante em um processo de ensino e aprendizagem; dessa forma, este trabalho parte do pressuposto de que o PBL (*Problem Based Learning*) é uma das respostas possíveis para a criação de um contexto de ensino e aprendizagem que permita ao aluno exercitar a análise, reflexão, e elaboração de hipóteses.

Conforme será apresentado no Capítulo 3, a metodologia PBL foi inicialmente aplicado na medicina e tem como fundamento dois postulados que norteiam a metodologia, um deles se referindo explicitamente ao profissional de medicina (BARROWS e TAMBLYN, 1980) :

1 Aprendizado através da resolução de problemas é muito mais eficaz para criar na mente do aluno um corpo de conhecimentos utilizável no futuro do que o aprendizado tradicional baseado na memória.
2 As habilidades do médico mais importantes para o paciente são habilidades de resolução de problemas, não habilidades de memória

Essa metodologia vai exatamente ao encontro das propostas de Freire e Polya, colocando a problematização como fato iniciador do processo de ensino e aprendizagem. Porém a metodologia PBL se inicia com o estudo de um problema, não fazendo nenhuma especificação sobre como elaborar sua apresentação, de forma a permitir que o aluno realmente se envolva com o contexto e possa experimentar o processo de análise, reflexão e elaboração de hipóteses.

Uma possibilidade de se apresentar um problema é fazê-lo na forma de narrativa. Nesse sentido, a OC2-RD2 é uma técnica para construção de narrativas no

ensino de disciplinas ligadas à computação. A utilização de narrativas tem sido uma ferramenta importante para a geração destes contextos (SCHMIDT, 1983; AMBRÓSIO e MOREIRA COSTA, 2010; ABREU, 2009; BACICH e MORAN, 2017), isto é, ao invés de apresentar uma situação problema para o aluno de maneira direta (por exemplo, “Faça um programa de computador que calcule a área de um círculo”), se constrói uma narrativa que justifique a situação e envolva mais o aluno na situação proposta, de modo que a necessidade de se calcular a área de um círculo surja quase naturalmente para o aluno.

A construção de um ambiente de ensino e aprendizagem centrado em narrativas é o foco central da técnica OC2-RD2 (anacrônico dos tipos de cenas Objetivo, Contratempo e Catástrofe - Reação, Dilema e Decisão), na qual “a narração assume um importante papel nas interações entre três atores: aprendiz, mestre e tecnologia computacional” (VEGA, 2018, p. 7). Essa técnica vem sendo utilizada para o ensino de Programação de Computadores no ensino superior, foco deste trabalho. A técnica leva o nome dos tipos de cena que devem compor a narrativa (Cenas: Objetivo, Contratempo, Catástrofe, Reação, Dilema e Decisão), mas antes da construção das cenas, a técnica OC2-RD2 propõe a elaboração de um Plano de Conteúdo, um Plano de Motivação e um Plano de Fábulas, planos estes que devem balizar a construção da narrativa. Essa técnica será detalhada no Capítulo 4 deste trabalho.

1.2 Questão de Pesquisa

Esse trabalho tem como ponto de partida a constatação da dificuldade do aluno na elaboração de hipóteses para solução de problemas. No processo de investigação, verificou-se que vários autores já discorreram, de alguma forma, sobre esse tema (Dewey, Polya, Freire, entre outros) e entendem que o processo de ensino e aprendizagem deve levar o aluno à análise, reflexão e elaboração de hipóteses. Para isso, esses autores sugerem problematização como uma estratégia interessante de apresentação de conteúdo, de modo que leve o aluno à reflexão. Na continuação desta pesquisa constatou-se que as Metodologias

Ativas, em particular o PBL (*Problem Based Learning)*, são metodologias que direcionam o processo de ensino e aprendizagem à problematização.

Ao investigar sobre PBL, essa pesquisa não encontrou na literatura nenhuma metodologia ou uma técnica, minimamente procedimental, de como o professor deve elaborar e apresentar o problema para o aluno dentro na metodologia PBL de modo que o aluno se engaje e se envolva com o problema.

A partir dessa constatação, levantou-se então duas questões de pesquisa a saber:

1 Como ajudar o professor do ensino superior da computação a elaborar problemas para a metodologia PBL (*Problem Based Learning)*?

2 Como comunicar o problema, de modo a envolver e engajar o aluno, em um processo de aprendizagem considerando a metodologia PBL?

1.3 Hipótese

A técnica OC2-RD2, por meio dos elementos plano de conteúdo, plano de motivação, cena objetivo e cena contratempo, permite construir narrativas de apresentação de um problema na metodologia ativa PBL. Ressalte-se que esta hipótese parte do pressuposto de que o plano de motivação deve conter um contexto problemático.

1.4 Objetivo

1.4.1 Geral:

Instrumentalizar o professor do ensino superior da computação a elaborar narrativas para a apresentação de problemas na metodologia PBL e na discussão de soluções (elaboração de hipóteses) para o problema.

1.4.2. Específicos:

Descrever a metodologia PBL;

Apresentar a técnica OC2-RD2 e seus elementos;

Identificar os estudos anteriores realizados com a técnica OC2-RD2;

Relacionar os elementos da técnica OC2-RD2 com a metodologia PBL;

Aplicar o OC2-RD2 em processo de aprendizagem que utiliza PBL para verificar o método proposto;

1.5 Metodologia

As classificações sobre a natureza e os objetivos de uma pesquisa científica ajudam a elucidar o processo formal que essa pesquisa pretende percorrer, indicando assim a metodologia utilizada. Quanto à natureza, uma pesquisa pode ser básica ou aplicada, sendo que a aplicada "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos" (FONTELLES; SIMÕES;FARIAS, 2009). De fato, o objetivo desse trabalho, como já descrito, é propor um procedimento de elaboração de narrativas para o ensino de Programação de Computadores. Nesse sentido considera-se essa pesquisa de natureza aplicada.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é exploratória descritiva. Entende-se que essa pesquisa é do tipo exploratória pois visa "*proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses*" (FONTELLES; SIMÕES;FARIAS, 2009). Ora, conforme já exposto, este estudo descreve a técnica OC2-RD2 com o objetivo de apresentá-la como opção para a construção de narrativas quando se usa a metodologia ativa de ensino baseado em problemas (PBL).

Trata-se, pois, de um estudo reflexivo fundamentado na formulação discursiva, que teve como base a leitura crítica de publicações nacionais e internacionais. Este tipo de estudo aproxima-se das pesquisas de abordagem qualitativa, pois fundamenta-se na descrição e análise de constructos teóricos apreendidos por

via de levantamento bibliográfico, possibilitando a compreensão mais aprofundada sobre o objetivo de estudo (MINAYO, 2010).

Por meio de levantamento bibliográfico, se identificou o estado da arte da utilização da técnica OC2-RD2 e da metodologia ativa PBL. Foram utilizados como referencial teórico as obras de Schmidt, Freire, Dewey, Nuutila, Moran e Ítalo Vega.

O método aqui proposto foi aplicado no segundo semestre de 2020 no módulo "Fundamentos computacionais" do curso de Engenharia Biomédica na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Este estudo também teve como base empírica os 29 anos de experiência do pesquisador como docente, sendo os últimos 26 na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC-SP.

1.6 Estrutura da Tese

Esse trabalho encontra-se organizado em 6 capítulos. O primeiro capítulo apresenta os objetivos e justificativa desta tese, bem como a metodologia utilizada e a organização dos capítulos. O Capítulo 2 descreve a importância em desenvolver a capacidade de reflexão do aluno capacitando-o para elaborar hipóteses. O Capítulo 3 apresenta estudo sobre as Metodologias Ativas, com aprofundamento na metodologia PBL que inclui, no seu processo, a formulação de hipóteses. O Capítulo 4 descreve o OC2-RD2 como uma técnica de criação de narrativas, de forma a possibilitar um maior engajamento do aluno/aprendiz. O Capítulo 5 formaliza uma proposta de utilização da OC2-RD2 como uma técnica que permita ao professor preparar dinâmicas de ensino utilizando PBL, de forma mais sistemática e assertiva, apresentado uma experiência de aplicação ao final, que inclui as avaliações dos alunos sobre a experiência. O Capítulo 6 apresenta as conclusões envolvendo as principais descobertas deste trabalho, bem como suas limitações e considerações finais.

2 PENSAMENTO REFLEXIVO: ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES COMO PRÁTICA DE ENSINO

O pensar pode ser considerado apenas como um ato de estar consciente. O pensamento pode vir por meio de experiências diretas (ao ver uma flor tem-se consciência dela) ou de forma indireta, pensando em algo que não se viu, ouviu ou sentiu, mas tem-se a crença (ou a descrença) no que se está pensado. Nesse sentido a crença é aceita como verdade com pouca ou quase nenhum fundamento declarado que possa sustentá-la. Quando se vê a Lua, nesse sentido, apenas se acredita que ela esteja lá, não se questiona como se pode ver a Lua, se ela tem luz própria ou não. Porém, o pensamento que interessa a essa pesquisa ocorre quando uma crença não é simplesmente aceita, mas, de forma deliberada, busca-se fundamentos para a crença (DEWEY, 2016); isto é, busca-se outras verdades de forma a confirmar e sustentar a primeira como verdadeira. Dewey chama este processo de Pensamento Reflexivo, considerando quando algo é acreditado (ou desacreditado) não por sua própria conta direta, mas por meio de outra coisa que permanece como testemunha, evidência, prova, comprovante, garantia; ou seja, quando uma crença é uma consequência lógica de outras crenças, fundamentado-a.

2.1 Dewey e as 5 fases do pensamento reflexivo

Quando John Dewey propõe distinguir as 5 fases do pensamento reflexivo, ele traz a problematização no processo de ensino e aprendizagem, e como consequência, a elaboração de hipóteses nesse processo. As fases propostas por Dewey são:

> 1- perplexidade, confusão e dúvida, devidas ao fato de que a pessoa está envolvida em uma situação incompleta cujo caráter não ficou ainda plenamente determinado;
>
> 2- uma previsão conjectural — tentativa de interpretação dos elementos dados, atribuindo-lhes uma tendência para produzir certas consequências;

> 3- um cuidadoso exame (observação, inspeção, exploração, análise) de todas as considerações possíveis que definam e esclareçam o problema a resolver;
>
> 4- a consequente elaboração de uma tentativa de hipótese para torná-lo mais preciso e mais coerente, harmonizando-se com uma série maior de circunstâncias;
>
> 5- tomar como base a hipótese concebida, para o plano de ação aplicável ao existente estado de coisas; fazer alguma coisa para produzir o resultado previsto e por esse modo pôr em prova a hipótese (DEWEY, 1979, p. 164).

Na perspectiva do processo de ensino e aprendizagem, a primeira etapa se caracteriza por apresentar alguma dificuldade ao aluno de modo a motivá-lo a buscar (investigar) uma solução ou entendimento da situação; na segunda etapa se formula o problema, delimitando seus domínios, sem ainda apresentar uma solução, pois a tomada de decisão sobre uma possível resposta só deve ocorrer no final do processo. Na terceira etapa o aluno deve sugerir ideias (conhecimentos prévios que possam ajudar na solução) e hipóteses como possíveis caminhos de resolver o problema. Na quarta etapa se apresenta de forma efetiva o raciocínio do aluno, elaborando as hipóteses de forma mais consistentes de modo a eliminar as incompatíveis e na última etapa a(s) hipótese(s) selecionada(s) deve(m) ser testada(s) e o aluno deve tomar a decisão se a hipótese selecionada resolve o problema ou a que melhor explica a situação (SILVA; PEIXOTO; JERÔNIMO, 2012).

Segundo Dewey, tal sequência deveria seguir as aulas escolares, propondo uma escola nova ou escola experimental, contribuindo para a formulação das Metodologias Ativas de Aprendizagem (BACICH; MORAN, 2017; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; LIMA, V. V., 2017).

2.1.1 Resultados x Objetivos

Dewey diferencia “resultados” de “fins” ou “objetivos:

> Nosso primeiro problema consiste em definir a natureza de um objetivo surgido de dentro de uma atividade, e não de fora. Nós

> nos aproximamos da definição pelo contraste entre meros resultados e fins (DEWEY apud WESTBROOK, ROBERT B.; TEIXEIRA, 2010, p. 73).

Para Dewey toda ação ou atividade terá algum resultado como consequência, mas não necessariamente um fim ou objetivo. O vento quando espalha areia gera um resultado, mas não há um objetivo intrínseco na passagem do vento, diferente da abelha, que quando retira o pólen das flores tem o objetivo de fazer o mel(DEWEY, 1979).

Para Dewey todo conhecimento humano resulta do seu esforço para resolver problemas, assim como abelha, as ações tomadas pelo humano, no desenvolvimento de um conhecimento específico, têm um objetivo, um propósito intrínseco. Ou seja, para Dewey, resolver problemas, entender situações incompletas é o objetivo do desenvolvimento do conhecimento, e problemas são situações de dúvida, situações incompletas. Ora, tem-se então, aqui, a importância de o aluno saber do objetivo a ser alcançado em um determinado processo de ensino e aprendizagem.

> Uma vez que os objetivos sempre se referem aos resultados, a primeira coisa a observar em uma discussão sobre objetivos é se determinada tarefa tem continuidade intrínseca. Ou seria ela apenas uma série de atos agregados, fazendo-se primeiro uma coisa e depois outra? É um contrassenso falar de objetivo educacional quando, na maioria das vezes, cada ato de um aluno é estabelecido pelo professor, quando a única ordem na sequência de seus atos é aquela que vem da atribuição de lições e das imposições de outras pessoas(DEWEY apud WESTBROOK, ROBERT B.; TEIXEIRA, 2010, p. 74).

Importante observar que alguma questão surgiu na origem do desenvolvimento de um conhecimento específico e resolver esta questão é o fim ou objetivo de toda atividade no desenvolvimento desse conhecimento específico. O que ocorre é que, uma vez que o conhecimento foi desenvolvido, este é formalizado e abstraído dos problemas nos quais foi originalmente desenvolvido (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010) e dessa forma transmitido aos alunos sem contextualização, sem uma questão de origem, sem um propósito, portanto sem

um objetivo. Ora, a execução de um programa pelo computador gera um resultado, mas se objetivo da execução não for claro, como avaliar seu resultado? Não faz sentido apresentar padrões de projeto de software, mesmo apresentando exemplos de aplicações, sem antes enunciar um problema, um objetivo (um fim) a ser atingido.

Dessa forma deve-se perguntar: Qual o propósito de cada ação do professor em um processo de ensino e aprendizagem considerando o conhecimento específico a ser desenvolvido junto com o aluno? Basta o professor conhecer o propósito para que o aprendiz também tenha conhecimento deste? Partiu-se de um problema - uma situação de "perplexidade, confusão e dúvida" (DEWEY, 1979, p. 164) - para se definir o objetivo a ser perseguido?

A fase 1 do processo reflexivo proposto por Dewey define um propósito para as demais fases. Segundo este autor, ter a capacidade de formar seus próprios propósitos é uma expressão de liberdade. Para isso ele cita Platão que definiu "*escravo como pessoa que executa propósitos de outrem*"; nesse sentido Dewey define a formação de um propósito como(DEWEY, 1979b, p. 65):

> 1. observações das condições e circunstâncias ambientes,
> 2. conhecimento do que aconteceu em situações similares no passado e
> 3. julgamento ou juízo para concluir sobre o que significa toda situação, para tomar então, o propósito de ação.

Ou seja, para Dewey um propósito difere de um impulso ou desejo; um propósito é formulação intelectual ("julgamento ou juízo para concluir sobre o que significa toda situação"), por isso uma expressão de liberdade. Poder tomar as ações com liberdade, como a formulação de um propósito, leva a um maior engajamento:

> Não há, penso eu, ponto mais certo na filosofia de educação progressiva do que sua ênfase na importância da participação do educando, na formação dos propósitos que dirigem suas atividades, no processo de aprendizagem; do mesmo modo que não há defeito maior na educação tradicional do que sua falha em assegurar a cooperação ativa do aluno na elaboração dos propósitos envolvidos no seu estudo (Ibid, p. 65).

Por conseguinte, a apresentação de alguma dificuldade ao aprendiz de modo a motivá-lo a buscar (investigar) uma solução ou entendimento da situação é definir um propósito, um objetivo para o aprendiz em todas as ações a serem tomadas; dessa forma fica clara a diferenciação da fase 1 e fase 2 do processo reflexivo proposto por Dewey na perspectiva do processo de ensino e aprendizagem:

Etapa 1: Se caracteriza em apresentar alguma dificuldade ao aluno de modo a motivá-lo a buscar (investigar) uma solução ou entendimento da situação,

Etapa 2: Se formula o problema, delimitando seus domínios.

Cabe ao professor apresentar a dificuldade; já a formulação do problema é uma etapa com a participação do aluno. Ora, se o objetivo de um processo de ensino e aprendizagem é resolver problemas ou entender situações incompletas, permitir ao aluno participar na formulação do problema é permitir que ele formule o propósito de todo o processo que irá experimentar.

Por exemplo, o professor quer apresentar as limitações da representação de números reais em computadores, uma vez que o conjunto dos reais é um conjunto contínuo e a sua representação no computador se dá de forma discreta. De uma outra forma, considerando-se a operação de divisão envolvendo números racionais, a avaliação da expressão $\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}$ produz o número $1 \in \mathbb{Q}$ como valor. Por outro lado, seria este o mesmo valor produzido pela execução de um programa de computador? O professor pode apresentar o seguinte código em Java:

```
class Main {
   public static void main(String[] args) {
     double a=1/3;
     double b=1/3;
     double c=1/3;
     System.out.print("a+b+c=");
     System.out.println(a+b+c);
     a=1f/3f;
     b=1f/3f;
     c=1f/3f;
     System.out.print("a+b+c=");
```

```
        System.out.println(a+b+c);
        }
}
```

Que ao ser executado em um computador, fará que este apresente o seguinte resultado:

a+b+c=0.0
a+b+c=1.0000000298023224

Ora, nenhum dos dois resultados é o esperado pelo aluno, ou seja, o professor apresentou uma dificuldade ao aluno de modo a motivá-lo a buscar (investigar) uma solução ou entendimento da situação, nesse caso o entendimento de uma situação que, na visão do aluno, é inesperada, cabendo ao aluno formular o problema junto com o professor.

Tem-se então que as etapas 1 e 2 de Dewey definem o propósito, o objetivo das ações do aluno e do professor, enquanto a etapa 5 é quando o aluno deve tomar a decisão de se a hipótese selecionada e verificada é a mais adequada para resolver ou entender a situação.

Para Dewey, o objetivo da educação é habilitar o aluno a continuar sua educação, isto é, torná-lo capaz de se desenvolver constantemente. Este trabalho também pressupõe que as metodologias de ensino devem priorizar, não só a transmissão de conhecimento, mas, principalmente, o desenvolvimento do estudante na sua autonomia para aquisição do conhecimento, oferecendo possibilidades deste desenvolver habilidades de análise, reflexão e elaboração e verificação de hipóteses; assim, diante de uma situação nova, incompleta, inesperada, seja um problema, um projeto ou um novo conceito, tão importante quanto saber fazer a pergunta, o aluno deve também ter a capacidade de elaborar hipóteses e como testá-las de forma a confirmá-las ou refutá-las.

Muraro (2013) elabora estudo sobre as relações dos trabalhos de Freire e Dewey, quando define as etapas do Pensamento Reflexivo, sendo uma delas a elaboração de hipóteses:

> Para superar, o método de tentativa e erro e tornar o ato de pensar numa experiência autenticamente reflexiva são necessários dois movimentos nesta etapa: examinar os dados oriundos da observação atenta da situação que origina o ato de pensar para retirar dela os dados relevantes e, por outro lado, buscar as informações, conhecimentos, conteúdos acumulados em experiências anteriores do sujeito ou da cultura. Esses dois movimentos articulados permitem localizar e definir a situação e o problema. Na etapa seguinte, a reflexão continua com a elaboração de hipóteses e suas consequências como soluções possíveis para o problema. A conclusão do processo reflexivo consiste na elaboração de um plano de ação para pôr à prova a hipótese (verificação). [...] o pensar reflexivo permite dar um salto no desconhecido a partir do que é conhecido pelo processo da inferência, da interpretação, da suposição, da observação cuidadosa (MURARO, 2013,p. 818).

Nada mais comum em um aprendiz de programação de computador do que querer resolver um problema na base na tentativa e erro; a compilação e a execução de um programa pelo computador é rápido, tornando atrativas as tentativas aleatórias (com pouca ou nenhuma reflexão) e o computador "validando ou não" as tentativas. Muraro destaca, então, o Pensamento Reflexivo como oposição ao método de tentativa e erro, como foi descrito, comumente usado por aprendizes em programação de computador. Na análise comporativa entre Dewey e Freire, Muraro conclui que a educação para ambos é a transformação da própria vida, sendo mais especificamente para Dewey "*como ampliação das possibilidades de vida pela aquisição da capacidade de pensar reflexivamente os problemas*" e para Freire "*como desenvolvimento da consciência crítica que problematiza a própria realidade*" (MURARO, 2013, p. 827).

A importância do pensamento reflexivo também é citada em Bezerra, Schneider e Brisola (2017), quando afirmam que a quantidade de informação disponível atualmente mediada pela tecnologia exige uma capacitação do indivíduo para absorção, avaliação e utilização das informações, sendo fundamental o amadurecimento do senso crítico e esse amadurecimento exige o pensamento reflexivo. Concluem que:

> Embora Freire tenha escrito em outro contexto, sua proposta pedagógica permanece importante para a reflexão atual em

> torno da competência crítica em informação. Ao subscrevermos o pensamento de Freire, reiteramos a necessidade de um processo educacional, dentro e fora da escola, por todos os meios possíveis, que propicie e estimule o pensar mediante a capacidade de reflexão (BEZERRA; SCHNEIDER; BRISOLA, 2017,p. 14).

Ora, como será apresentado mais adiante, a partir do conceito de Transitividade Ingênua proposto por Freire, pode-se inferir que uma das razões para a enorme disseminação das chamadas *Fake News* (Notícias Falsas) nas redes sociais é a falta ou a pouca ênfase em um processo educacional que propicie o pensar reflexivo e a competência crítica em informação.

O Pensamento Reflexivo (a falta dele) é objeto de estudo não só no caso de alunos de graduação, mas também para alunos de mestrado e doutorado. Gasque (2011) apresenta estudo sobre o pensamento reflexivo proposto por Dewey e as competências empregadas na busca e análise da informação na comunicação científica por pesquisadores em formação, alunos de mestrado e de doutorado. Segundo o mesmo trabalho, a dificuldade do Pensamento Reflexivo pode ser explicado, entre outras coisas, pelo fato de que

> O processo meta cognitivo, de pensar sobre a própria aprendizagem, parece não ser uma ação consciente para grande parte desses pesquisadores. [...] parece existir uma relação entre o tipo de ensino a que foram submetidos, menos reflexivo e dialógico, e as próprias competências de aprendizagem(GASQUE, 2011, p.30).

Concluem que

> [...]buscar e usar a informação devem ser conteúdos de aprendizagem e de avaliação vinculados à experiência de sala de aula. Tal aprendizagem exige revisão da concepção de ensino aprendizagem de forma a privilegiar o desenvolvimento do pensamento reflexivo (ibid, p.35).

2.2 Schön e o Profissional Reflexivo

Mas para ter-se um processo de ensino e aprendizagem de forma a privilegiar o pensamento reflexivo devemos capacitar o professor, para que este seja um professor reflexivo ou profissional reflexivo (SCHÖN, 1997). O profissional reflexivo deve se contrapor aos profissionais formados por cursos cuja a característica é conteudista na qual, inicialmente, se apresenta a teoria científica e depois suas aplicações profissionais, assim:

> [...]não consegue dar respostas às situações que emergem no dia-a-dia profissional, porque estas ultrapassam os conhecimentos elaborados pela ciência e as respostas técnicas que esta poderia oferecer ainda não estão formuladas (PIMENTA, 2002,s.p.).

Segundo (SCHÖN, 1997), um professor reflexivo (ou um professor que seja um profissional reflexivo) se permite ser surpreendido pelo que o aluno faz, pensa sobre aquilo que o aluno disse ou fez e, simultaneamente, procura compreender a razão por que foi surpreendido, reformula o problema suscitado pela situação, por exemplo, coloca uma nova questão ou estabelece uma nova tarefa para testar a hipótese que formulou sobre o modo de pensar do aluno denominando este de processo de reflexão-na-ação.

Schön também afirma que "*É impossível aprender sem ficar confuso*". É possível relacionar a noção de confusão com a primeira fase do pensamento reflexivo proposto por Dewey (*"perplexidade, confusão e dúvida, devidas ao fato de que a pessoa está envolvida em uma situação incompleta cujo caráter não ficou plenamente determinado ainda"*). Schön afirma que um professor reflexivo deve "*encorajar e reconhecer, e mesmo dar valor à confusão dos seus alunos*" (SCHÖN, 1997, [não paginado]).

A importância do profissional reflexivo também se encontra nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação quando esta descreve o perfil do egresso (grifos nossos):

1.2. Perfil dos Egressos dos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação

Levando em consideração a flexibilidade necessária para atender domínios diversificados de aplicação e as vocações institucionais, espera-se que os egressos dos cursos de bacharelado em Ciência da Computação:

1. Possuam sólida formação em Ciência da Computação e Matemática que os capacitem a construir aplicativos de propósito geral, ferramentas e infraestrutura de software de sistemas de computação e de sistemas embarcados, gerar conhecimento científico e inovação e que os incentivem a estender suas competências à medida que a área se desenvolva;

2. Possuam visão global e interdisciplinar de sistemas e entendam que esta visão transcende os detalhes de implementação dos vários componentes e os conhecimentos dos domínios de aplicação;

3. Conheçam a estrutura dos sistemas de computação e os processos envolvidos na sua construção e análise;

4. Conheçam os fundamentos teóricos da área de Computação e como eles influenciam a prática profissional;

5. Sejam capazes de agir de forma reflexiva na construção de sistemas de computação por entender que eles atingem direta ou indiretamente as pessoas e a sociedade**;** [grifos nossos]

6. Sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação;

7. Reconheçam que é fundamental a inovação e a criatividade e entendam as perspectivas de negócios e oportunidades relevantes (BRASIL, 2016)

Conclui-se então que a capacidade de reflexão é uma importante habilidade que o aprendiz deve desenvolver e acredita-se que métodos de ensino devem favorecer esse desenvolvimento. Reflexão é uma habilidade necessária para fazer análise de qualquer objeto (fenômeno, problema ou um programa de computador), e ao refletirmos sobre o objeto de análise (podendo ser inclusive nós mesmos) devemos elaborar hipóteses que possam explicar o fenômeno, resolver o problema ou, por exemplo, mudar o comportamento de um programa

de computador que já não se comporta de acordo com as novas necessidades dos atores que com ele interagem.

Ora, se deseja-se dar autonomia profissional a quem vai desenvolver programas de computador, torna-se imprescindível que este desenvolva a competência de elaborar e testar hipóteses, para que, minimamente, este, quando for codificar seu programa, saiba o que está fazendo. Claro que toda teoria da Engenharia de Software é necessária para isto também, mas para ela (Engenharia de Software) ser bem executada é necessário que o profissional tenha boa capacidade de análise, que consiste, entre outras coisas, formular boas hipóteses e saber testá-las. Logo, acredita-se que o processo de formação deste profissional deve levá-lo à prática rotineira de análise para a formulação e a verificação da validade de hipóteses ou, como propõe Schön, um profissional reflexivo.

2.3 Freire e a Capacidade de Reflexão

Nesse sentido, Paulo Freire em “Educação como Prática de Liberdade” de 1967, indica que só a educação liberta, desde que essa mesma educação propicie ao humano a capacidade de reflexão:

> O incompromisso com a existência a que já nos referimos, característico da intransitividade se manifesta assim, numa dose maior de acomodação do homem do que de integração (FREIRE, 1967,p. 61).

O “*incompromisso com a existência*” é a negação de querermos ser, uma vez que não somos, mas nos fazemos ser. E nesse sentido, só podemos ser quem e o que quisermos de fato ser se formos livres, e ser livre pressupõe capacidade de reflexão:

> E esta passagem, absolutamente indispensável à humanização do homem brasileiro, não poderia ser feita nem pelo engodo, nem pelo medo, nem pela força. Mas, por uma educação que, por ser educação, haveria de ser corajosa, propondo ao povo a reflexão sobre si mesmo, sobre seu tempo, sobre suas

> responsabilidades, sobre seu papel no novo clima cultural da época de transição. Uma educação, que lhe propiciasse a reflexão sobre seu próprio poder de refletir e que tivesse sua instrumentalidade, por isso mesmo, no desenvolvimento desse poder, na explicitação de suas potencialidades, de que decorreria sua capacidade de opção (FREIRE, 1967, p. 57).

Pode-se dizer que uma das funções da educação é transformar, ou permitir ao ser humano se transformar, se descobrir e ser quem ou o que queira ser decorrendo de "*sua capacidade de opção*", capacidade, esta, amplificada por uma educação que proponha "*a reflexão sobre si mesmo"*.

Nesse sentido, a capacidade de reflexão, sobre si ou qualquer outro objeto de análise, leva a elaboração de hipóteses, que precisam ser testadas, e não serem tomadas como verdades absolutas, por mais coerente ou óbvia que seja a hipótese. Freire, então, nomeia, esse processo, de transitividade da consciência (de si e do mundo), onde "*poder de dialogação*" é a capacidade de elaborar e testar hipóteses, no sentido de se aproximar da verdade, ou seja, dialética.

> Na medida, porém, em que amplia o seu poder de captação e de resposta às sugestões e às questões que partem de seu contorno e aumenta o seu poder de dialogação, não só com o outro homem, mas com o seu mundo, se 'transitiva'. Seus interesses e preocupações, agora, se alongam a esferas mais amplas do que à simples esfera vital (FREIRE, 1967, p. 59).

2.3.1 Transitividade Crítica

Freire nomeia o primeiro estado dessa consciência transitiva de "*Transitividade Ingênua*", que pode explicar os fenômenos atuais de "Fake News" e a "Pós-Verdade".

> A consciência transitiva é, porém, num primeiro estado, preponderantemente ingênua. A transitividade ingênua, fase em que nos achávamos e nos achamos hoje nos centros urbanos, mais enfática ali, menos aqui, se caracteriza, entre outros aspectos, pela simplicidade na interpretação dos problemas.

> Pela tendência a julgar que o tempo melhor foi o tempo passado. Pela subestimação do homem comum. Por uma forte inclinação ao gregarismo, característico da massificação. Pela impermeabilidade à investigação, a que corresponde um gosto acentuado pelas explicações fabulosas. Pela fragilidade na argumentação. Por forte teor de emocionalidade. Pela prática não propriamente do diálogo, mas da polêmica. Pelas explicações mágicas. Esta nota mágica, típica da intransitividade, perdura, em parte, na transitividade. Ampliam-se os horizontes. Responde-se mais abertamente aos estímulos. Mas se envolvem as respostas de teor ainda mágico. É a consciência do quase homem massa, em quem a dialogação mais amplamente iniciada do que na fase anterior se deturpa e se distorce (FREIRE, 1967,p; 69).

Destaca-se aqui a atualidade desse parágrafo de Paulo Freire, pois não é difícil encontrar "*diálogos*" nas redes sociais pautados por "*polêmicas* e *explicações mágicas"*, nos quais há um "*forte teor emocional*" e uma grande "*fragilidade na argumentação*". Esse estado da "*consciência transitiva*" colocado por Freire, procura caracterizar um primeiro estágio da capacidade de reflexão, ou seja, deixamos (o seres humanos) o estágio da intransitividade, no qual não há poder nenhum de reflexão, para um primeiro estágio, o da "*Transitividade Ingênua"*, quando já há alguma reflexão, no sentido de explicar um fenômeno (fenômeno como qualquer acontecimento, fato), porém sem maior profundidade. Nesse estágio, podemos dizer, já há elaboração de hipóteses, porém as hipóteses não são questionadas, dessa forma, nem mesmo testadas, não há uma investigação ("*impermeabilidade à investigação")*, há uma satisfação natural com "*explicações fabulosas"*. Paralelamente, um aluno de programação de computadores que se encontra nesse estágio demonstra dificuldade em ter autonomia para se desenvolver na tarefa de codificação de programa de computadores.

O aluno, normalmente, parte da hipótese de que tal codificação deve funcionar, não há erro sintático, o compilador compila e executa o código, mas a computação não gera o resultado o esperado. Nesse momento o aluno se pergunta "*Por quê?". S*e o aluno se encontra na *Transitividade Ingênua*, ele se desestimulará, não conseguindo elaborar e testar novas hipóteses. Outra situação muito comum em aulas de programação é quando um programa que estava funcionando, pelas alterações que o aluno fez, para de funcionar, e o

aluno não consegue elaborar hipóteses para tentar entender o motivo pelo qual o programa parou de funcionar. Isso também é constatado em Perkins e Martin (1985), caracterizando esse estágio no aluno de programação como de Conhecimento Frágil se caracterizando em quatro sentidos:

> **O conhecimento parcial** é o caso direto de um impasse devido ao conhecimento que o aluno não reteve ou mesmo nunca aprendeu, conforme revelado por avaliações que não revelam sinais do conhecimento.
>
> **O conhecimento inerte** refere-se às situações em que o aluno falha em recuperar o conhecimento de comando, mas de fato o possui, conforme revelado por uma investigação clínica.
>
> **O conhecimento embaralhado** designa circunstâncias em que um estudante importa estruturas de comandos adequadas a alguns contextos em uma linha de código onde eles não pertencem.
>
> **O conhecimento conglomerado** significa situações em que um aluno produz códigos que agrupam vários elementos díspares de maneira sintática ou semanticamente anômala, na tentativa de fornecer ao computador as informações necessárias (PERKINS; MARTIN, 1985, p. 7).[1]

Ou seja, a *Transitividade Ingênua* se manifesta no *Conhecimento Embaralhado* e no *Conhecimento Conglomerado*, "*pela simplicidade na interpretação do problema"* e por "*respostas de teor ainda mágico*", agrupando elemento e/ou importando estruturas, sem nenhuma fundamentação pelas escolhas feitas, acreditando que de forma "*mágica*" o programa de computador executará o que se deseja.

Contrapondo a *Transitividade Ingênua*, Paulo Freire propõe o que chama de *Transitividade Crítica*:

---

[1] Tradução do autor, a partir do original em inglês: ***Partial knowledge*** *is the straightforward case of an impasse due to knowledge the student has not retained or even never learned, as revealed by clinical probes failing to reveal signs of the knowledge.* ***Inert knowledge*** *refers to situations where the student fails to retrieve command knowledge but in factpossesses it, as revealed by a clinical probe.* ***Misplaced knowledge*** *designates circumstances where a studeat imports commands structures appropriate to some contexts into a line of code where they do not belong.* ***Conglomerated knowledge*** *signifies situations where a student produces code that jams together several disparate elements in a syntactically or semantically anomalous way in an attempt to provide the computer with the information it needs* (PERKINS; MARTIN, 1985).

> A transitividade crítica por outro lado, a que chegaríamos com uma educação dialogal e ativa, voltada para a responsabilidade social e política, se caracteriza pela profundidade na interpretação dos problemas. Pela substituição de explicações mágicas por princípios causais. Por procurar testar os "achados" e se dispor sempre a revisões. Por despir-se ao máximo de preconceitos na análise dos problemas e, na sua apreensão, esforçar-se por evitar deformações. Por negar a transferência da responsabilidade. Pela recusa a posições quietistas. Por segurança na argumentação. Pela prática do diálogo e não da polêmica. Pela receptividade ao novo, não apenas porque novo e pela não-recusa ao velho, só porque velho, mas pela aceitação de ambos, enquanto válidos. Por se inclinar sempre a arguições (FREIRE, 1967, p. 60) .

Paulo Freie descreve aqui no sentido mais amplo de educação, mas não podemos negar que tais características descritas para a *Transitividade Crítica* são também importantes para o ensino de programação para computador. Freire propõe uma "*Educação Dialogal e Ativa*", se caracterizando pela "*profundidade na interpretação dos problemas*", testando as hipóteses("*achados*") e sempre revisando eventuais certezas. Ora, não revisar as certezas é um dos principais problemas da educação, que deve reconhecer e enfrentar as incertezas:

> Daí decorre a necessidade de reconhecer na educação do futuro um princípio de incerteza racional: a racionalidade corre risco constante, caso não mantenha vigilante autocrítica quanto a cair na ilusão racionalizadora. Isso significa que a verdadeira racionalidade não é apenas teórica, apenas crítica, mas também autocrítica (MORIN, 2000,p. 24).

> É impressionante que a educação que visa a transmitir conhecimentos seja cega quanto ao que é o conhecimento humano, seus dispositivos, enfermidades, dificuldades, tendências ao erro e à ilusão, e não se preocupe em fazer conhecer o que é conhecer (MORIN, 2000, p. 13).

A grande questão que se pode fazer aqui é: como conceber o ensino de programação de computador de forma que seja um ensino de diálogo e ativo, que permita ao aluno se desenvolver no sentido de uma interpretação mais profunda dos problemas, que faça o aluno a elaborar e testar suas hipóteses, em um processo investigativo, de forma que aluno entenda sempre a necessidade de revisar suas certezas?

Como já visto por Freire (1967) e Perkins e Martin (1985), a ilusão com respostas mágicas ou simplesmente "importar estruturas" para a codificação de um programa de computador pode trazer a ilusão para o aluno que ele tem o conhecimento, sendo dessa forma um conhecimento frágil ou ingênuo. Morin propõe então fazer o aluno "*conhecer o que é o conhecer*":

> O conhecimento do conhecimento, que comporta a integração do conhecedor em seu conhecimento, deve ser, para a educação, um princípio e uma necessidade permanentes (MORIN, 2000, p.31)

Pode-se dizer que a "*Transitividade Crítica*" descrita por Freire descreve de forma adequada um caminho para o conhecimento do conhecimento "[...]***por procurar testar os 'achados' e se dispor sempre a revisões***"*.*

Levar o aluno à reflexão, à crítica e à autocrítica, elaborando novas hipóteses de forma a se contrapor as hipóteses iniciais na solução de algum problema, pode ser um exercício não só para identificar erros no conhecimento adquirido como ampliar o próprio conhecimento.

2.3.2 Condução na formulação de hipóteses – caso exemplificativo

Um exemplo de apresentação de conteúdo com reflexão e crítica, para conduzir o aluno na formulação de hipóteses, pode ser dado no ensino de Representação Binária de Números Inteiros para alunos do curso de Ciência da Computação. O relato a seguir descreve como o autor desta tese conduzia o tema em docência iniciada há mais de 25 anos, quando já lecionava na PUC-SP, em aulas que foram sendo aperfeiçoadas intuitivamente com a prática.

Com o objetivo de apresentar ao aluno a Representação Binária de Números Inteiros, se diz inicialmente que a "memória" do computador tem apenas 2 estados, ligados e desligados, representados pelos números 0(desligado) e 1(ligado); dessa forma, qualquer tipo de dado (números, textos, sons, cores, etc.) devem, de alguma forma, ser codificados em termos de 0´s e 1´s para que seja

possível armazenar na memória de um computador, considerando apenas 8 bits (1 Byte). Essa exposição inicial já expõe o aluno ao contorno do problema e a necessidade da representação binária, surgindo naturalmente a questão: Se queremos fazer cálculos com o computador como codificar números (em um primeiro momento) inteiros em uma representação binária? Essa pergunta já tem como intenção levar o aluno à reflexão (sobre o contorno no problema) e estimulá-lo a elaborar hipóteses. Mas antes que o aluno comece a elaborar hipóteses pergunta-se: como representamos os números Inteiros no “nosso dia-a-dia”? A resposta é óbvia, representamos utilizando os algarismos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A essa representação se chama de representação na Base 10, pois se tem 10 algarismos; por sua vez a representação binária se chama Base 2, pois só temos 2 algarismos (0 e 1) para representar os números. Essa exposição já introduz o aluno um novo vocabulário (Base 10 e Base 2), mas tem como objetivo principal subsidiá-lo para a formulação da hipótese.

Nota-se que em cada passo na construção do conhecimento se faz uma afirmação e se gera uma indagação; o conhecimento se dá respondendo perguntas, perguntas estas oriundas da reflexão sobre o objeto de análise, no nosso exemplo, a codificação de números inteiros em uma representação binária. Nesse momento recupera-se com o aluno a construção dos números na Base 10, ou seja, inicialmente temos os números 0, 1, 2, ...9 e depois compomos os algarismos, indicando a dezena e a unidade, da forma 10,11,...19, 20,21..30,..40..90..99,100, quando o primeiro algarismo agora representa a centena, o segundo a dezena e o terceiro a unidade, e assim sucessivamente. Feita esta exposição inicial pergunta-se novamente ao aluno: Como codificar números inteiros em uma representação binária (Base 2)? Espera-se nesse momento que o aluno já tenha mais segurança em formular e apresentar sua hipótese, sugerindo que a representação será por um sequência de 1´s e 0´s, de forma que $0_2=0_{10}$ (0 na Base 2 é igual a 0 na Base 10), $1_2=1_{10}$, como não temos mais algarismos então $10_2=2_{10}$, $11_2=3_{10}$ e assim sucessivamente. Bem, mas isso é uma hipótese! Como testá-la? Novamente uma pergunta, para levar o aluno à reflexão e à crítica, forçando o aluno, mas uma vez, a formular hipóteses a partir da questão “Como testar?”. Essa condução na apresentação do conteúdo faz com que o aluno entenda o que é uma hipótese, e como hipótese, esta deve ser

testada e não assumida como uma verdade a priori, fazendo com que o aluno saia da Transitividade Ingênua (FREIRE,1967) e do Conhecimento Frágil (PERKINS e MARTIN, 1985) e migre para a Transitividade Crítica (FREIRE, 1967).

Nesse instante da aula é preciso dar mais subsídios para o aluno formular hipótese e recordar por que a sequência de algarismos na Base 10 representa o valor equivalente, ou seja, por que a sequência, por exemplo, 452 na Base 10 equivale ao valor 452. Bem, como já foi dito o algarismo 4, nesse caso, representa a centena (400), o 5 a dezena (50) e 2 a unidade, temos então que, 400+50+2=452. Como se está na Base 10, é possível escrever a expressão anterior em termos de potência de 10, ficando da forma $4x10^2+5x10^1+2x10^0=452$. Isso exposto espera-se que aluno se indague como essa construção se aplica na Base 2 e ele mesmo tente responder. Transpondo o mesmo raciocínio para base 2 se chega a:

$0_2=0x2^0=0x1=0$

$1_2=1x2^0=1x1=1$

$10_2=1x2^1+0x2^0=1x2+0x1=2+0=2$

$11_2=1x2^1+1x2^0=1x2+1x1=2+1=3$

E por último, 100_2 deve ser igual a 4, ou seja

$100_2=1x2^2+0x2^1+0x2^0=1x4+0x2+0x1=4+0+0=4$

Aparentemente a hipótese está sendo validada, mas não é suficiente, pois se deseja fazer as operações aritméticas com os números, e operações entre as representações binárias de números inteiros devem dar resultados em binários equivalentes aos das operações decimais. Neste momento, o professor pode lembrar que não se quer fazer uma prova formal, mas apenas se não é possível refutar a hipótese de maneira simples. Por exemplo, pode-se realizar a operação de adição entre os números 1 e 3 da base 10, ficando da forma:

$1_{10}+3_{10}=4_{10}$

Ao fazer a operação equivalente na representação binário, tem-se a forma

00000001_2 +
00000011_2
_____

00000100_2

Ora, como foi apresentado anteriormente que 00000001_2 é igual a 1_{10}, 00000011_2 é igual a 3_{10} e 00000100_2 é igual a 4_{10}, logo a operação feita com a representação binária resulta em um valor equivalente na representação decimal. Porém se deve alertar o aluno do limite dessa representação pois:

00000001_2 +
11111111_2
_____
00000000_2

Ou seja, convertendo para Base 10 temos que $1_{10}+255_{10}$ resultou em 0_{10} (Zero) e não 256_{10} como esperaria, mostrando a limitação da representação, caso se utilize 32 bits o limite para representação ficam bem maior. Após essa exposição, o aluno deve entender que foi construído uma boa Representação Binária de Números Inteiros Positivos (apesar da limitação). Mas nesse momento deve-se mais uma vez duvidar da certeza (MORIN, 2000), fazendo uma reflexão sobre o que foi construído, quando se pode indagar por exemplo: “E números inteiros negativos? Como representá-los?”

Novamente o professor solicita para os alunos que elaborem hipóteses para a representação de números inteiros negativos considerando o padrão binário e que o computador processa bits. De forma geral os alunos propõem utilizar o bit menos significativo para representar o sinal, sendo 1(um) o Negativo e o 0(zero) Positivo, como sugere o exemplo abaixo:
$10000001_2=-1_{10}$ e $00000001_2=1_{10}$

Da mesma forma que para número inteiro Positivo testado na hipótese dada, nesse caso também se deve testar essa hipótese. E a pergunta a ser feita é, “Como testar essa hipótese?”. Os alunos vão falar que se deve fazer a conversão de Base 2 para Base 10 considerando apenas os 7 bits mais significativos e o bit menos significativo determina o sinal. De fato, fazendo esse tipo de conversão os resultados serão coerentes. Mas, assim como na situação anterior, essa

verificação não é suficiente, pois se quer também fazer as operações aritméticas com representações binárias de números inteiros negativos, e os resultados, como já foi visto, devem ser equivalentes à representação decimal. Tem-se que:

$1_{10}+(-1_{10})=0_{10}$

Essa operação utilizando a representação binário sugerida ficaria da forma

00000001_2 +
10000001_2
_____
10000010_2

Ora, convertendo o resultado para Base 10 (utilizando a representação sugerida) se tem como resposta -2_{10} e não 0_{10} como seria o esperado. Assim, essa representação não é a mais adequada para se utilizar em computadores que precisarão fazer operação entre números positivo e negativos, dessa forma se faz necessário uma outra forma (uma nova hipótese) para representação binária de números inteiros negativos. Cabe agora o professor conduzir o aluno a elaboração de uma nova hipótese, colocando a seguinte indagação:

Queremos uma sequência de bits (b) de tal forma que:

00000001_2 +
$bbbbbbbb_2$
_____
00000000_2

Qual sequência de bits que faria a expressão anterior ser verdadeira?
Os alunos já viram a resposta dessa pergunta quando verifica-se o limite da representação binária em 8 bits, que a sequência 11111111 faria a expressão anterior verdadeira, ficando

00000001_2 +
11111111_2
_____
00000000_2

Ou seja 11111111_2 pode ser uma boa representação para -1_{10}.

Mas e 1_{10}+-2_{10}=(-1_{10}), como ficaria na Base 2 ou seja, qual sequência de 8bits que somando com 1_2 resultaria em 111111111_2 que representa -1_{10}. Da mesma forma temos então que:

00000001_2 +
11111110_2
_____
11111111_2

E agora para 1_{10}+-3_{10}=(-2_{10}), temos então que

00000001_2 +
11111101_2
_____
11111110_2

Nesse momento pergunta-se ao aluno se ele percebe alguma lei de formação do binário positivo para o negativo; surgirão hipóteses que devidamente encaminhadas pelo professor chegarão no conceito do Complemento de 2 como representação de números negativos na Base 2 com 8 bits.

O exemplo acima ilustra a importância de se desenvolver um conteúdo de forma interativa entre o professor e o aluno, com elaboração e teste de hipóteses. Contudo tal caso apresentado carece claramente de uma formalização procedimental, de forma que se possa replicar esse exemplo em diversas situações. No Capítulo 4 retomaremos a esse exemplo, mas com a ótica do OC2-RD2 aplicado à metodologia PBL. Tal aplicação será apresentada como uma formulação procedimental, passível de ser replicada em diversas situações, e que permite ao professor conduzir o aluno na elaboração de suas hipóteses.

2.4 Categorias de Saber e Formulação de Hipóteses

Uma outra forma de se observar a elaboração de hipóteses é a classificação do conhecimento como *Know-What, Know-How* e *Know-Why*. Considere-se um computador composto de vários componentes que, juntos, fornecem alguma utilidade para o usuário. Esse exemplo diz que *know-what* (saber o que)

representa um entendimento das configurações específicas e dos diferentes usos para os quais os usuários podem dar ao computador.
Já o *know-how* (saber como) representa o entendimento dos procedimentos necessários para produzir o computador, como se deve “juntar” os componentes para que o computador possa funcionar.

Por último, *know-why* (saber porque) significa conhecer os princípios subjacentes da construção de cada componente e das interações entre eles (GARUD, 1997).

Ou seja, enquanto o *know-how* se aprende fazendo, acumulando experiência e *know-what* se aprende usando, o *know-why* aprende-se estudando, por vezes, pode parecer que o *know-why* é gerado durante os momentos de inspiração e a criatividade. No entanto, esses momentos "*eureka*" resultam de uma síntese cumulativa de insights que se constroem de forma evolutiva (Ibid).

O *know-how* e *know-what*, embora necessários, não são suficientes para habilitar o aluno a continuar sua educação, tornando-se capaz de se desenvolver constantemente, mas o *know-why* sim, pode permitir isso ao aluno; mas para que o discente atinja o *know-why* é necessário que ele seja conduzido em um processo de lembrança, recuperando o conhecimento acumulado, para que possa elaborar a hipótese e ter seu momento “eureka” e entender o porquê, como explica Garud. Em outras palavras, o *know-what* é conhecer o fenômeno, sem exata preocupação como ele ocorre, já o *know-how* é entender como ele ocorre, mas sem o conhecimento suficiente para interferir, enquanto o *know-why* é o entendimento do porquê o fenômeno ocorre, porque ele apresenta determinado comportamento, permitindo a elaboração de hipótese que determinada mudança de configuração possa alterar o comportamento apresentado.

Voltando ao exemplo de Garud, o entendimento do porquê aquela relação de componentes permite que o computador tenha determinado comportamento, por hipótese, é conhecimento necessário para saber que se alterar um determinado componente, ou a relação entre eles, pode alterar o comportamento do computador e, ainda por hipótese, tornando-o mais eficiente em relação a

alguma tarefa específica. Ou seja, levar o aprendiz do *know-what* ao *know-why* é um caminho para torná-lo um profissional com maior autonomia. Perguntar o porquê, elaborar uma hipótese para tentar responder à pergunta e ser capaz de testá-la torna esse profissional um profissional reflexivo, como propôs Shön.

2.5 O Futuro profissional

A necessidade de dar uma maior autonomia para o aprendiz no sentido de ser capaz de se desenvolver continuamente e para isso estimular o pensamento reflexivo com elaboração de hipóteses a partir de situações problematizadas não é só uma constatação de quem está dentro da sala de aula. Os avanços tecnológicos também tem tido uma ação transformadora nas atividades profissionais, o ritmo de adoção da tecnologia pelas empresas deve se manter, podendo até acelerar em algumas áreas, sendo que, em 2025 o tempo gasto em tarefas atuais no trabalho por humanos e máquinas serão iguais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020), deslocando parte da força de trabalho atual dos humanos para máquinas e algoritmos.

Essa mudança nas atividades profissionais altera também o perfil das contratações das empresas. Segundo o World Economic Forum de 2020 (WEF-2020), até 2025, cerca de 43% das empresas tendem a reduzir sua força de trabalho devido à integração com a tecnologia, 41% planejam expandir o uso de contratados para tarefas especializadas e 34% planejam contratar devido à integração de tecnologia. Essa rápida mudança no perfil das contratações (cinco anos) evidenciam lacunas de habilidades necessárias para as novas atividades, e de acordo com a WEF-2020 as principais habilidades que o novo profissional deverá ter até 2025 são (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020):

1. **Pensamento analítico e inovação**
2. **Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem**
3. **Resolução de problemas complexos**
4. **Pensamento crítico e análise**

5. **Criatividade, originalidade e iniciativa**
6. Liderança e influência social
7. Uso, monitoramento e controle de tecnologia
8. Design e programação de tecnologia
9. Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade
10. **Raciocínio, resolução de problemas e ideação**
11. Inteligência emocional
12. Solução de Conflitos e experiência do usuário
13. Orientação de serviço
14. Análise e avaliação de sistemas
15. Persuasão e negociação

Ora, desenvolver a Transitividade Crítica (habilidades de análise, reflexão e elaboração de hipóteses) no aprendiz, como propõe Freire, é desenvolver algumas habilidades necessárias listadas pelo WEF-2020. Deve-se observar que muitas das habilidades (principalmente as em destaque) passam pelo processo de análise, reflexão e elaboração de hipótese. O que seria um processo de "Pensamento Analítico e Inovação" senão um processo de Análise, Reflexão e Elaboração de Hipótese? O mesmo pode-se dizer de "Resolução de Problemas complexos". Assim como as 5 fases do pensamento reflexivo proposto por Dewey e o conceito de "Profissional Reflexivo" proposto por Schön, ambos vão da direção de desenvolver no aprendiz as habilidades profissionais necessárias para os próximos 5 anos, conforme o documento da WEF-2020.

2.6 Hipóteses, Modelagem e Implementação

Descreveu-se até aqui a importância em se desenvolver no aluno a capacidade de análise, reflexão e elaboração de hipóteses, bem como da importância da problematização para que o aluno tenha um objetivo, um propósito para as ações no processo de ensino e aprendizagem. Viu-se também que a elaboração de hipóteses é uma das fases do pensamento reflexivo, de sua importância para o *know-why*, e de como essas habilidades serão cada vez mais exigidas. Cabe

neste momento, então, refinar a ideia de hipótese ou o processo de elaboração de uma hipótese no contexto do processo de ensino e aprendizagem.
Assume-se aqui a elaboração de hipótese como um olhar crítico e reflexivo sobre um determinado objeto de análise:

> Acontece, porém, que a toda compreensão de algo corresponde, cedo ou tarde, uma ação. Captado um desafio, compreendido, admitidas as hipóteses de resposta, o homem age. A natureza da ação corresponde à natureza da compreensão. Se a compreensão é crítica ou preponderantemente crítica, a ação [a partir das hipóteses geradas] também o será. Se é mágica a compreensão[2], mágica será a ação (FREIRE, 1967, p.105-106).

E, especificamente para o ensino de computação, temos que:

> Após a confusão inicial, o grupo [de alunos] ... geralmente começa a examinar o código [fonte de um programa de computador] mais de perto e é capaz de formar muitas hipóteses sobre o que diferentes construções podem significar (NUUTILA; TÖRMÄ; MALMI, 2005, p.138).

Porém, Charles S. Peirce, por meio do conceito de "abdução", talvez seja o que melhor traduza o entendimento desse trabalho sobre elaboração de hipóteses. Segundo Peirce, abdução "é o processo de **formação de uma hipótese** [g.n] exploratória. É a única operação lógica que apresenta uma ideia nova" (PEIRCE, 2000,p.220). Dessa forma, considere que se tenha A como um fato surpreendente observado, incompleto, difícil de ser compreendido (DEWEY, 1976), porém se tem B como um fato verdadeiro (hipótese), então B explicaria A, tornando A natural. Resumidamente, pode-se dizer que os argumentos abdutivos consistem no enunciado de uma evidência (um fato ou conjunto de fatos) e de hipóteses alternativas para explicar um fato observado.

Do ponto de vista do desenvolvimento de programas para computadores, pode-se exemplificar a abdução descrita por Peirce da seguinte forma:

[2] Freire entende esse processo (compreensão mágica) como Transitividade Ingênua, já discutida neste capítulo.

1- Observa-se o resultado da execução de um programa de computador que faz o seguinte cálculo: a partir de uma entrada $\boldsymbol{x}$ gera uma saída $\boldsymbol{y}$ ($\boldsymbol{y}$ corresponde ao fato observado *A*).

2- Se o código fonte do programa descrever uma determinada sequência de passos computacionais (hipótese *B*) explicaria *A*. (abdução)

De outra forma:

1- Necessita-se desenvolver um programa de computador para executar um cálculo (fato *A* que se deseja observar),

2- Se o código fonte do programa descrever uma determinada sequência de passos (hipótese *B*) provavelmente se observará o fato *A*. (abdução)

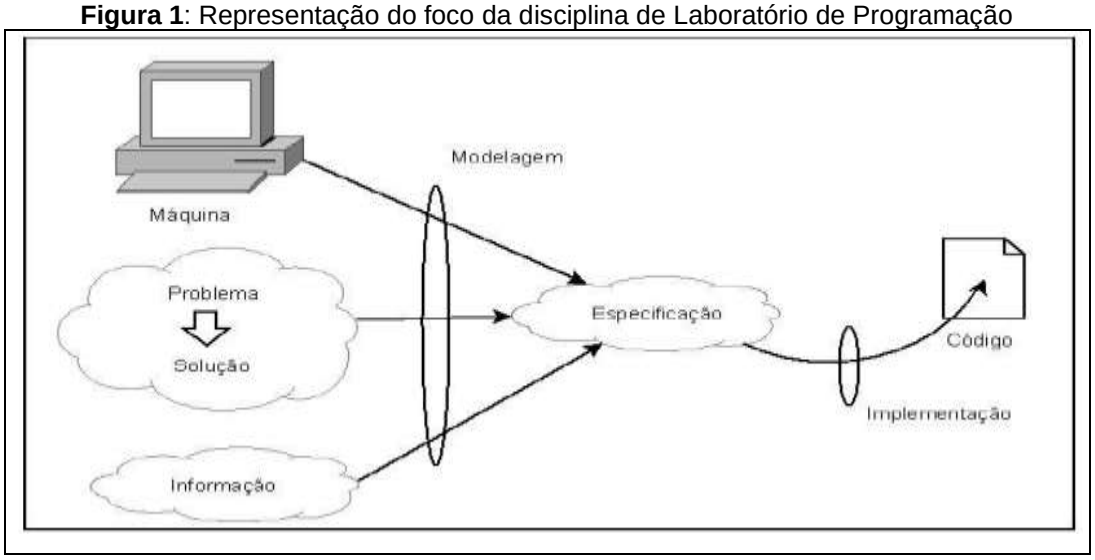
Exemplificando:

Seja *P* um programa que calcula o valor y quando processa a entrada x, uma vez que implementa a função $f(x) = 2x$. Em um experimento, o processamento da entrada 1(x) produziu 2 ($f(x)$) como resultado. Por meio de abdução, o que se pode imaginar em relação à função efetivamente implementa por P? Pode ser, por exemplo, a seguinte função implementada em Java:

```
int dobrar (int x) {
   int y = 2*x;
   return y ;
}
```

Uma grande dificuldade observada entre os alunos ao aprender computação é a de elaborar e testar hipóteses, condição importante para o desenvolvimento de softwares. Gatti (2009) descreve a importância, no âmbito da disciplina Laboratório de Programação, de se atuar na modelagem e na implementação, conforme a ilustração seguinte:

Figura 1: Representação do foco da disciplina de Laboratório de Programação



Fonte: (GATTI, 2009, p.114)

Ou seja, retomando o processo de elaboração e teste de hipóteses, dificuldade observada entre os alunos, entende-se que a modelagem inclui o processo de elaboração de hipóteses, e a implementação é a forma de testá-la.

Apresentou-se até agora a importância do pensamento reflexivo e a problematização como um fator desencadeador deste processo, apresenta-se, na próxima seção, a problematização como estratégia de ensino e a importância da sua sistematização por meio de novas metodologias de ensino

2.7 Problematização como estratégia de ensino

As primeiras experiências de aprendizado, em geral, se dão de forma ativa, isto é, a realidade nos é apresentada, a percebemos a partir de nossos sentidos, interagimos, analisamos o resultado da interação e vamos formando uma imagem (ou modelo) de mundo. “Aprendemos desde que nascemos a partir de situações concretas, que pouco a pouco conseguimos ampliar e generalizar...” (BACICH; MORAN, 2017; p. 2).

As metodologias ativas de ensino não podem ser consideradas como uma grande novidade oriunda do atual momento tecnológico do mundo. Como exemplo pode-se citar a Escola Nova ou a Escola Experimental de John Dewey (BACICH; MORAN, 2017; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; LIMA, V. V.,

2017), que tem como principal característica o aprender fazendo (“*learning by doing*”), não no sentido popular de “aprender por experiência” ou “aprender na prática”, mas o processo de experiência “atinge, então, esse nível de percepção das relações entre as coisas, de que decorre sempre a aprendizagem de alguns novos aspectos”(WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010).

Para Dewey não haveria aquisição de conhecimento de fato em um processo de ensino e aprendizagem divorciado da experiência. A ausência da experiência gera um conhecimento superficial, sem qualquer relacionamento com algum contexto (um problema por exemplo), com total ausência de significado (ABREU, 2009).

Como já foi visto em capítulos anteriores, Dewey e Freire colocam a problematização como um gatilho para disparar o processo de ensino e aprendizagem, Freire propondo a “Educação Problematizadora” para contrapor a “Educação Bancária”(FREIRE, 1987) e Dewey no 3ª fase do pensamento relfexivo:

> 3 - um cuidadoso exame (observação, inspeção, exploração, análise) de todas as considerações possíveis que definam e esclareçam o problema a resolver (DEWEY, 1976).

Também foi apresentado a visão de Polya sobre e importância da problematização no processo de ensino e aprendizagem:

> “Um professor de Matemática [...que...] desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os seus conhecimentos [...], poderá incutir-lhes o gosto pelo raciocínio independente e proporcionar-lhes alguns meios para alcançar este objetivo.” (POLYA, 1973, p. V)

Polya sugere então 4 fases (ou passos) para a solução de um problema:

Tabela 1: Quatro fases para solução de um problema segundo Polya

Fases(Passos)	Descrição
ENTENDER O PROBLEMA	Por vezes o aluno não entende o problema, quando não só deveria entender como desejar resolvê-lo.
ESTABELECER UM PLANO	Após o entendimento do problema pelo aluno, esse deve recuperar os conhecimentos que tem sobre o problema e estabelecer um plano a partir de alguma hipótese.
EXECUÇÃO DO PLANO	Ao executar o seu plano, o aluno deve verificar cada passo do seu plano, sempre considerando, pelo menos, duas questões: É possível *verificar* se o passo está correto? É possível *demonstrar* que o passo está correto?
REFLETIR SOBRE O TRABALHO REALIZADO	O professor, de alguma forma, acaba encaminhando o plano e sua execução, e por isso, mas não só por isso, alunos por vezes esquecem da solução(Do Plano e sua Execução). A reflexão sobre todo o processo, obriga o aluno a revisitar cada fase do processo e fixar melhor a experiência. Duas perguntas são fundamentais nessa fase: É possível chegar ao resultado por um caminho diferente? É possível utilizar o resultado, ou o método, em algum outro problema?

Vygotsky também considera a problematização uma importante ferramenta na formação de conceito, conforme afirmações:

> [...] a formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento do adolescente. Só como resultado da solução desse problema surge o conceito”
>
> [...] um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim, uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento, e da solução de problemas" (Vygotsky apud GEHLEN; DELIZOICOV, 2020)

Durante 10 anos (1997 a 2006) na disciplina de Estrutura de Dados do curso de Ciência da Computação da PUC-SP, na primeira aula era colocado os seguintes problemas para os alunos:

1- Uma loja de sapato abre pela manhã e seu gerente conta o estoque e constata que há 100 (cem) pares de sapatos. No final do dia são registrados a venda de 20 (vinte) pares de sapato. Pergunta (problema): Quantos pares de sapato ainda devem constar no estoque?

Apesar da expressão de alguns alunos indicarem uma indagação “A onde está pegadinha?”, todos conseguem responder corretamente. A resposta é tão imediata que os alunos não se dão conta de que houve um processo de abstração e modelagem para a solução desse problema, quando o número 100 representou o estoque inicial, o número 20 as vendas e a operação de subtração (100-20=80) equivaleu a retirada de 20 pares do estoque inicial.

Em seguida se propõe um segundo problema:

2- Um tijolo pesa 1kg mais o peso de ½ (meio) tijolo. Pergunta (problema): Quanto pesa 1 (um) tijolo?

Alguns alunos se apressam em responder 1,5 kg, quando essa reposta é facilmente refutada pelo enunciado. Mas o fato importante aqui é que em 10 anos apenas 3 alunos (em 3 turmas diferentes) enxergaram nesse problema uma equação de 1º grau (T=1+½T; onde T é o peso do Tijolo), sendo isto um forte indicativo como o conhecimento da técnica de resolução de equações de 1º grau carece de alguma significação para muitos alunos, incapazes de levantar, como hipótese, qual modelo matemático apropriado para resolver o problema dado. Se fosse dado 1000 (mil) equações de primeiro grau para os alunos resolverem, a grande maioria (se não todos) seriam capazes de resolver todas, mas diante de um problema, apenas 3 alunos foram capazes de relacioná-lo com um modelo matemático.

Ao término desta aula os alunos eram convidados a ficarem atentos, pois, no decorrer da disciplina, eles iriam ter contato com vários modelos computacionais (Estrutura de Dados como Listas, Filas, Pilhas, entre outras) e que de nada serviriam se diante de um problema (um jogo de paciência por exemplo) eles não fossem capazes de relacionar, por hipótese, que algumas destas estruturas podem ser modelos interessantes para serem utilizados na implementação; em outras palavras, que algum elemento do software, um baralho por exemplo, tenha um comportamento similar à estrutura de dados denominada Pilha. Portanto, pode ser interessante, pelo menos em hipótese, modelar o baralho como uma Pilha, assim como foi interessante modelar o problema do tijolo como uma equação de 1º Grau.

Esse exemplo procura apenas indicar a importância, para o aluno, de ter experiência com problemas e a partir destes levantar hipóteses de como resolvê-los, bem como da sua dificuldade em utilizar o conhecimento adquirido na resolução dos mesmos. O exemplo citado acima carece de qualquer formalização metodológica, mas evidencia a importância da problematização no processo de ensino e aprendizagem, como citado por vários autores.

Este capítulo levantou aspectos importantes sobre o pensamento reflexivo, a problematização e a importância da elaboração de hipóteses no processo de aprendizagem. Os próximos capítulos se ocuparão da construção de um ambiente de ensino e aprendizagem que favoreça o desenvolvimento do aluno na sua capacitação de análise, reflexão e elaboração de hipóteses.

3 METODOLOGIAS ATIVAS E PBL

As transformações que a sociedade vem experimentando nos últimos tempos, principalmente nos últimos 20 anos com a popularização da internet, tem modificado a forma como nos comunicamos, nos divertimos, trabalhamos e como estudamos. Nunca a humanidade gerou tanta informação e estas nunca foram tão acessíveis como são agora, tanto que pode-se dizer que a humanidade não está mais na Era da Informação, mas sim na “Era da Curadoria, quando o que importa é saber o que importa”(CORTELLA; DIMENSTEIN, 2015). Ou seja nunca se gerou tantos dados e se teve acesso com tamanha facilidade, mas isso também gerou a necessidade de ter mediadores (curadores) para que os usuários possam ser mais efetivos na busca de informações nesse novo contexto. Da mesma forma (ou por isso mesmo), as instituições de ensino, já faz algum tempo, não são mais as únicas fornecedoras de conteúdo, devendo estas mudar sua postura, procurando novas formas de apresentá-lo. Esse novo cenário tornou ainda mais importante o pensamento reflexivo (BEZERRA; SCHNEIDER; BRISOLA, 2017; GASQUE, 2011) bem com a necessidade da formação de um profissional reflexivo (SCHÖN, 1997).

O ensino chamado de tradicional ou conteudista, no qual os alunos são meros receptores de informação, sentados em uma estrutura fixa, um ao lado do outro, em carteiras individuais, "proibidos” de trocar ideias com os colegas (DIESEL e colab., 2017), em uma postura passiva e o professor atuando apenas como um depositário deste conteúdo (FREIRE, 1987) que é apresentado de maneira quase pronta, já não é mais suficiente no contexto da “Era da Curadoria”. Afinal, esse aluno pode ter acesso ao mesmo conteúdo em inúmeras plataformas disponíveis da internet, de forma até mais interessante do que a apresentada dentro de uma sala de aula. Os métodos tradicionais, como já foi dito, faziam sentido quando o acesso a informação era difícil, atualmente pode-se aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com muitas pessoas diferentes (MORAN, 2015).

Desse fato então surgem pelo menos duas questões:

1- O conteúdo acessado na internet é verdadeiro, é confiável? É apresentado de maneira adequada não permitindo a formação de conceitos falhos, incompletos e até mesmo errados?

2- A forma como esse conteúdo é apresentado desenvolve a capacidade de análise crítica e reflexiva do aluno? Permite que o aluno elabore hipóteses?

Em geral, os conteúdos apresentados na internet seguem o formato conteudista, por vezes mais lúdicos, mais interessantes pelos inúmeros recursos tecnológicos, mas sem, necessariamente, propiciar uma mudança na atitude do aluno, ele continua de maneira passiva a receber um conteúdo. Muitas vezes não há a problematização, e quando há não se estabelece um espaço para reflexão, análise, elaboração de hipóteses e um debate sobre elas. Seu formato, em geral, conteudista e unidirecional, pode induzir o aluno a erros conceituais sobre um determinado assunto, não raramente o aluno forma uma imagem mental equivocada em função de uma metáfora dita. Nesse sentido, não basta o professor ser apenas um curador, ele deve promover uma participação mais ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem, deslocando sua função um pouco mais para o aprender (do aluno) do que simplesmente o de ensinar (do professor),

Não obstante ao fato de que esse tema já vem sendo estudado a um certo tempo, uma das visões que pode ajudar a compreender melhor esse cenário é quando Bauman (2009) contrasta o estágio atual da humanidade denominado **líquido**, com o anterior denominado **sólido**, e o impacto dessa mudança da relação ensino aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017)

O estágio sólido corresponde a um período "dos princípios duradouros”, já no mundo líquido a

> “solidez das coisas, tanto quanto a solidez das relações humanas, vem sendo interpretadas como ameaça. [...] A perspectiva de assumir uma coisa pelo resto da vida é absolutamente repugnante e assustadora (BAUMAN, 2009, p. 662)*”*.

Um mundo líquido, no qual a durabilidade de algo já não é uma qualidade, o imediatismo se impõe nas mais diversas relações. O conhecimento a ser transmitido deve atender a uma necessidade imediata e Bauman compara a evolução da necessidade do conhecimento com a de um míssil balístico:

> Podemos dizer que os mísseis inteligentes seguem a estratégia da racionalidade instrumental, entendida na sua versão líquida, fluida; isto significa que se abandona o pressuposto de que objetivo seja estabelecido, fixo e irremovível durante toda a duração do lançamento e que portanto devem ser calculados e manipulados somente os instrumentos de voo. Também a utilização de mísseis ainda mais inteligentes não será limitada a alvos preestabelecidos, mas a alvos escolhidos no ar (BAUMAN, 2009, p. 672)*.*

*“*Alvos escolhidos no ar”, ou seja, a ideia de transmitir conhecimentos solidificados, como um modelo de mundo estático, não cabe mais no mundo líquido; os alvos estão constantemente mudando de lugar e os alvos a serem atingidos também mudam, são “escolhidos no ar”. Importante salientar que não se deve entender aqui que o imediatismo do mundo líquido, sugerido por Bauman, como um imediatismo de falta de valores onde tudo seria fugaz, passageiro ou efêmero, mas em um mundo onde as mudanças ocorrem de maneira cada vez mais profunda e rápida, o imediatismo se torna uma realidade, afinal quantas habilidades e competências profissionais eram valorizadas há pouco tempo e hoje já não tem mais serventia? Só na área da computação, há muitas tecnologias cujo especialista era contratado a peso de ouro e hoje são obsoletas, tendo obrigado esse profissional a mudar seu alvo e se reciclar em pleno voo.

Esse trabalho objetiva trazer ferramenta para o professor de forma a tornar o aluno mais autônomo na aquisição do conhecimento, e como já foi dito, tais ferramentas devem propiciar, em um ambiente de ensino e aprendizagem, que o aluno desenvolva sua capacidade de análise, reflexão e elaboração de

hipóteses, de forma a se tornar mais apto a se desenvolver e, ao “escolher seu alvo no ar”, ter autonomia para mudar de direção e atingir seu novo alvo escolhido.

Por tudo o que já foi dito até aqui, e pode-se dizer muito mais, surge a necessidade de buscar novos caminhos e novas metodologias de ensino, que foquem no protagonismo do aluno, pois esse deverá ser seu papel nesse mundo líquido, o de protagonista de seu próprio desenvolvimento, o conhecimento adquirido hoje pode não mais servir ou ser de interesse amanhã. Os alvos mudam, ou porque a realidade mudou, ou porque os interesses mudaram ou ambos; apenas fornecer um conhecimento de maneira gradual, sólida e estática, descolada da problematização que o gerou não permite que o aluno desenvolva habilidades que o tornarão mais autônomo e capaz de escolher e atingir seus próprios alvos.

As Metodologias Ativas de ensino têm se apresentado como uma alternativa nesse novo mundo "líquido" (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017), uma vez que elas têm como característica propiciar ao aluno o papel de protagonista no processo de ensino e aprendizagem; dessa forma, apresenta-se nesse capítulo um estudo sobre as Metodologias Ativas e suas principais técnicas.

> As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor; a aprendizagem híbrida destaca a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias que compõem esse processo ativo. Híbrido, hoje, tem uma mediação tecnológica forte: físico-digital, móvel, ubíquo, realidade física e aumentada, que trazem inúmeras possibilidades de combinações, arranjos, itinerários, atividades (LILIAN BACICH; JOSÉ MORAN, 2017, p. 4).

3.1 Metodologias ativas

Nas últimas décadas, diversas metodologias ativas de ensino vêm sendo desenvolvidas, como Ensino Híbrido (*Blended Learning)* , Sala de Aula Invertida (*Split Classroom*), Aprendizagem Baseado em Problemas (PBL- *Problem Based*

Learning), Aprendizagem Baseado em Projetos (PBL – *Project Based Learning*), Aprendizagem Baseado em Investigação (IBL- *Inquery Based Learning*), entre outras (LIMA, 2017; BACICH e MORAN, 2017).

A seguir, após aspectos gerais de algumas metodologias ativas, será apresentada a metodologia *Problem Based Learning* (PBL), abordada com maior detalhamento já que se trata da técnica selecionada por este trabalho acadêmico.

3.1.1 Ensino Híbrido

O Ensino Híbrido (*Blended Learning*) tem sua origem no ensino *on-line* como uma inovação disruptiva, mas com um longo caminho ainda para se desenvolver, sendo, inicialmente, uma alternativa secundária e barata ao ensino presencial, sendo utilizado muitas vezes como um ensino complementar para os alunos recuperarem notas, tendo pouco apelo para alunos de cursos regulares. Não demorou muito para que escolas e professores unissem o ensino *on-line* com a experiência física da escola tradicional, surgindo então o termo “Ensino Híbrido” (HORN; STAKER, 2015).

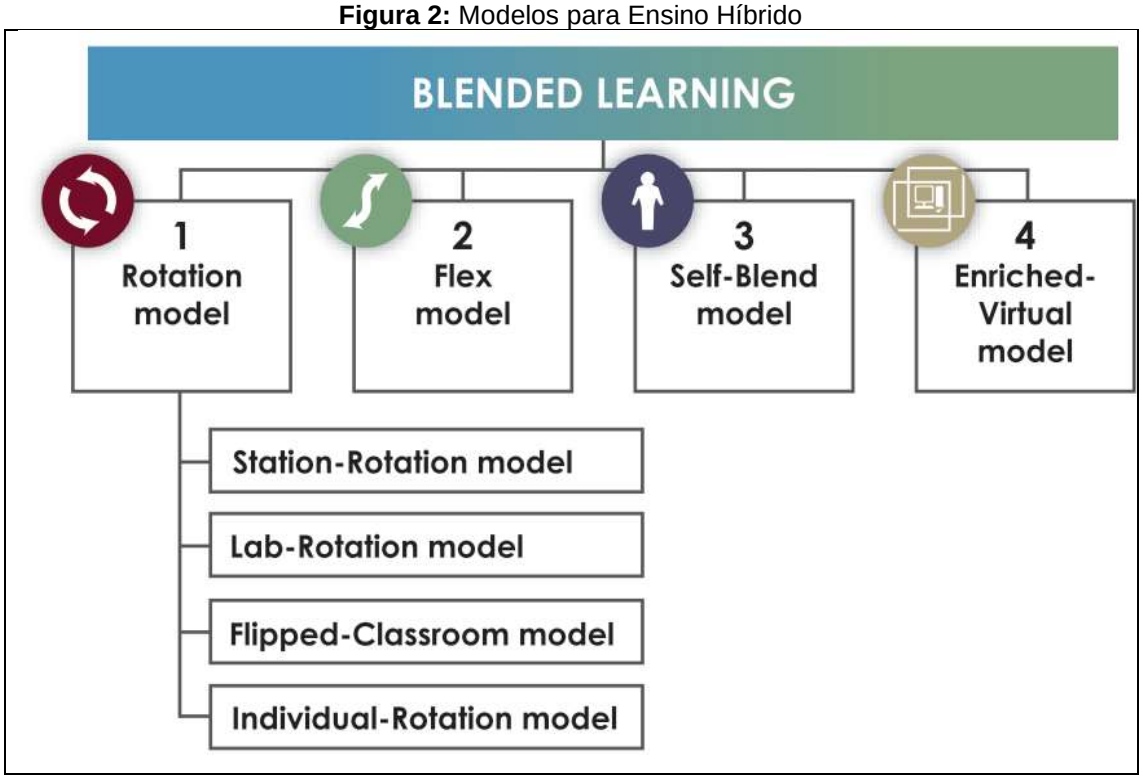
Baseado em experiências no ensino fundamental e médio americano, Staker e Horn (2012) definem o Ensino Híbrido como sendo :

> [...]um programa de educação formal no qual o aluno aprende, pelo menos em parte, por meio da entrega on-line de conteúdo e instrução com algum elemento de controle do aluno sobre o tempo, lugar, caminho ou ritmo e pelo menos em parte em um ambiente físico supervisionado localização longe de casa (STAKER; HORN, 2012, p 3).

O aspecto formal colocado pelos autores é para diferenciar das situações de aprendizagem informal, como cursos livres na internet. Além disso, a parte presencial deve contar necessariamente com a supervisão de um professor, valorizando as interações interpessoais (com o professor e outros alunos) e ser complementar às atividades online, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente, interessante e personalizado (VALENTE, 2014) .

Staker e Horn (2012) definem 4 modelos de Ensino Híbrido:

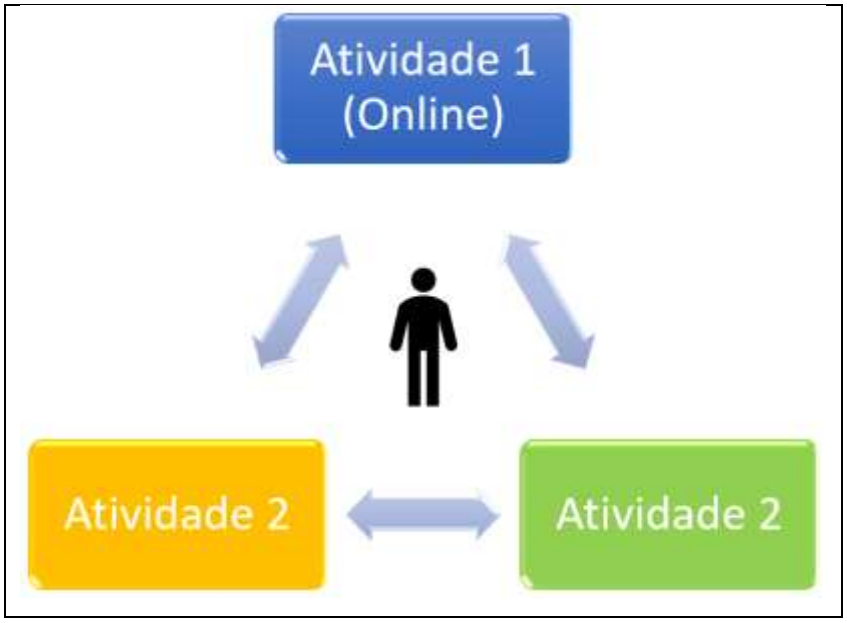
Figura 2: Modelos para Ensino Híbrido



Fonte: (STAKER; HORN, 2012, p. 2)

O **Modelo de Rotação** (Rotation Model) consiste em permitir ao aluno a chance de alternar entre diversas modalidades de ensino sendo uma delas online.

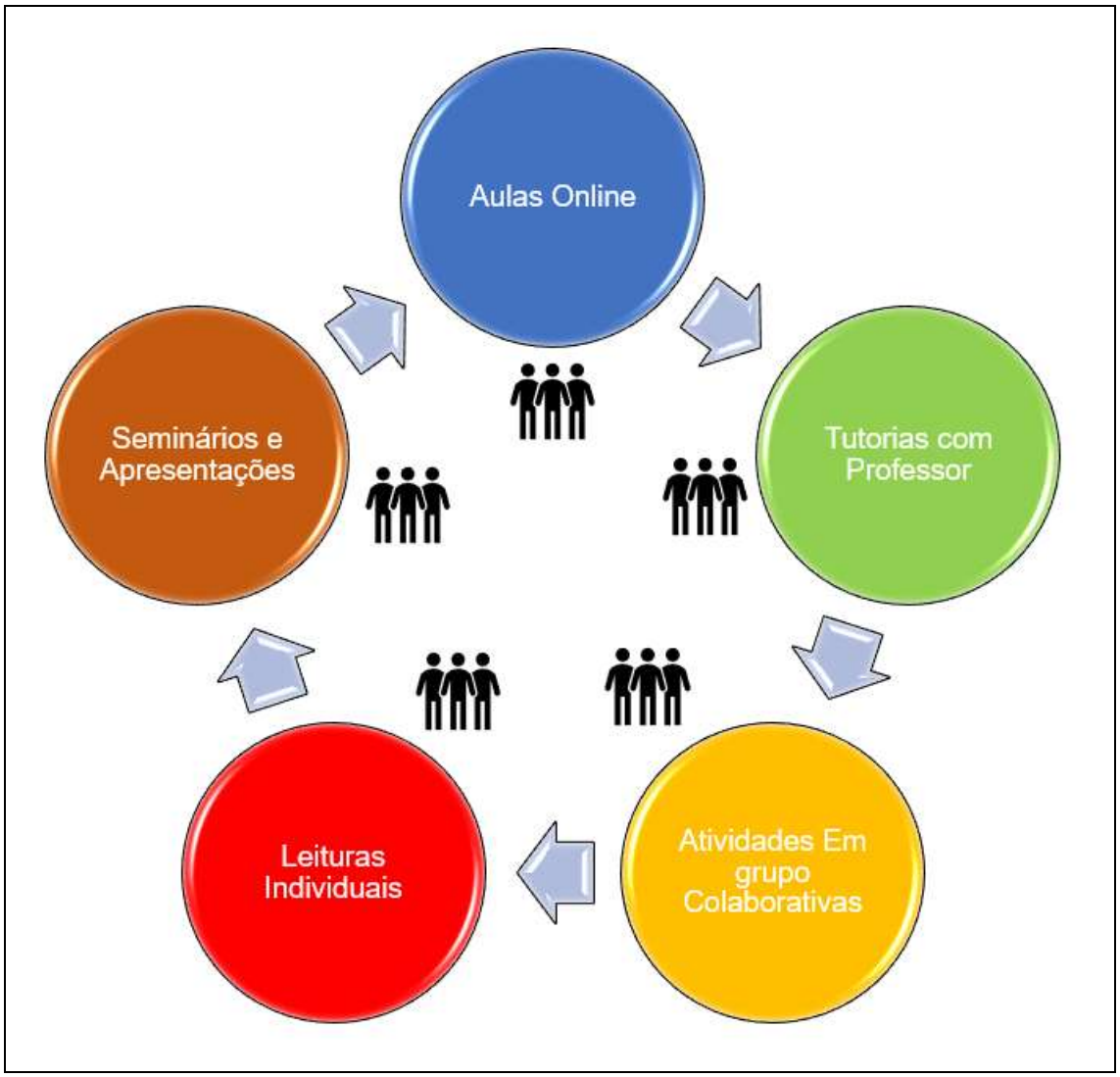
Figura 3: Modelo de Rotação



O Modelo de Rotação é subdividido em 4 grupos, Rotação por Estação, Rotação por Laboratório, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual.

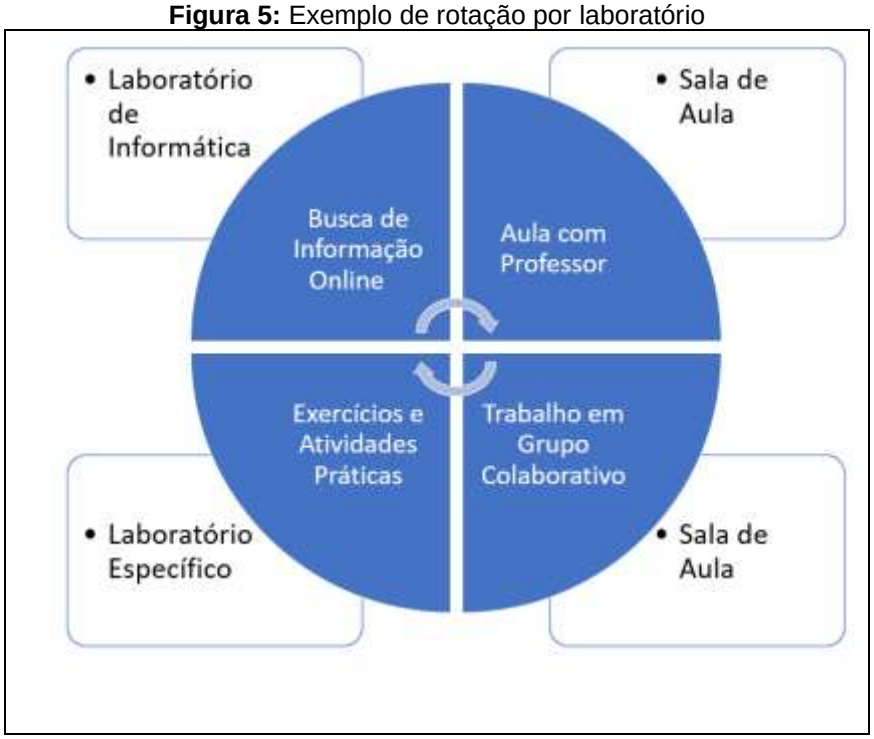
Na Rotação por Estação, o professor planeja atividades dentro de um curso ou disciplina, cada atividade é considerada como uma “estação”, sendo pelo menos uma estação online; o aluno circula entre as estações de acordo com seu ritmo e/ou por períodos fixos determinado pelo professor.

Figura 4: Exemplo de rotação por estação



Na Rotação por Laboratório, o aluno circula por diferentes espaços dentro do campus, por diferentes laboratórios, sendo um ambiente necessariamente de aprendizagem online.

Figura 5: Exemplo de rotação por laboratório



Na Sala de Aula Invertida, diferentemente do modelo tradicional, quando o aluno recebe o conteúdo na sala de aula e depois vai resolver os exercícios em casa, os conteúdos são recebidos online pelos alunos antes de frequentar a sala de aula, tornando esse espaço para trabalhar conteúdos já estudados, com atividades práticas como resolução de problemas, discussão em grupos e atividades em laboratórios (BACICH; MORAN, 2017).

Figura 6: Sala de aula invertida

Já a rotação individual difere das demais rotações na medida que cada aluno circula pelas atividades em horários prefixados (VALENTE, 2014), podendo o professor personalizar percurso do aluno conforme suas dificuldades e facilidades (BACICH; MORAN, 2017).

Retomando os outros modelos de ensino híbrido diversos de rotação, no **Modelo Flex** o foco do processo de ensino e de aprendizagem é o conteúdo e as instruções que o aluno recebe via plataforma on-line. A parte flexível corresponde ao tipo de suporte que o aluno recebe na situação presencial, fornecendo um apoio mais específico e individual adaptado as necessidades do aluno (STAKER; HORN, 2012; VALENTE, 2014).

O modelo **Self-Blend** "descreve um cenário no qual os alunos optam por fazer um ou mais cursos totalmente online para complementar seus cursos tradicionais e o professor oficial é o professor online" (STAKER; HORN, 2012).

E por último o **Modelo Virtual Enriquecido,** que é uma experiência que envolve toda a escola, com os alunos dividindo seu tempo em aulas presenciais e aprendizado remoto. Esse modelo

> [...] difere da Sala de Aula Invertida porque nos programas Virtual Enriquecido os alunos raramente frequentam o campus todos os dias da semana. É diferente do modelo Self-Blend porque é uma experiência de toda a escola, não um modelo de curso a curso.(STAKER; HORN, 2012).

Assim, o Ensino Híbrido se caracteriza por uma forte mediação tecnológica utilizando-se de ferramentas físicas-digitais, móveis, ubíquas, realidades física, virtuais e aumentadas, que trazem inúmeras possibilidades de combinações (BACICH; MORAN, 2017). Ele permite uma aprendizagem personalizada, podendo ser individual, quando cada aluno desenvolve sua trilha de aprendizagem considerando seu ritmo e sua realidade, em pares (com diferentes grupos em rede) e mediada ou tutorada (por professores, tutores ou orientadores).

Caberá ao professor, nesse modelo, equilibrar a colaboração com a personalização, podendo ser planejado e desenvolvido de várias formas e em contextos diferentes, utilizando-se de problemas e projetos num modelo

disciplinar e em modelos sem disciplinas; com modelos mais abertos - de construção mais participativa e processual - e com modelos mais roteirizados, preparados previamente, mas executados com flexibilidade e forte ênfase no acompanhamento do ritmo de cada aluno e do seu envolvimento também em atividades em grupo (MORAN, 2017).

3.1.2 Aprendizagem Baseado em Investigação

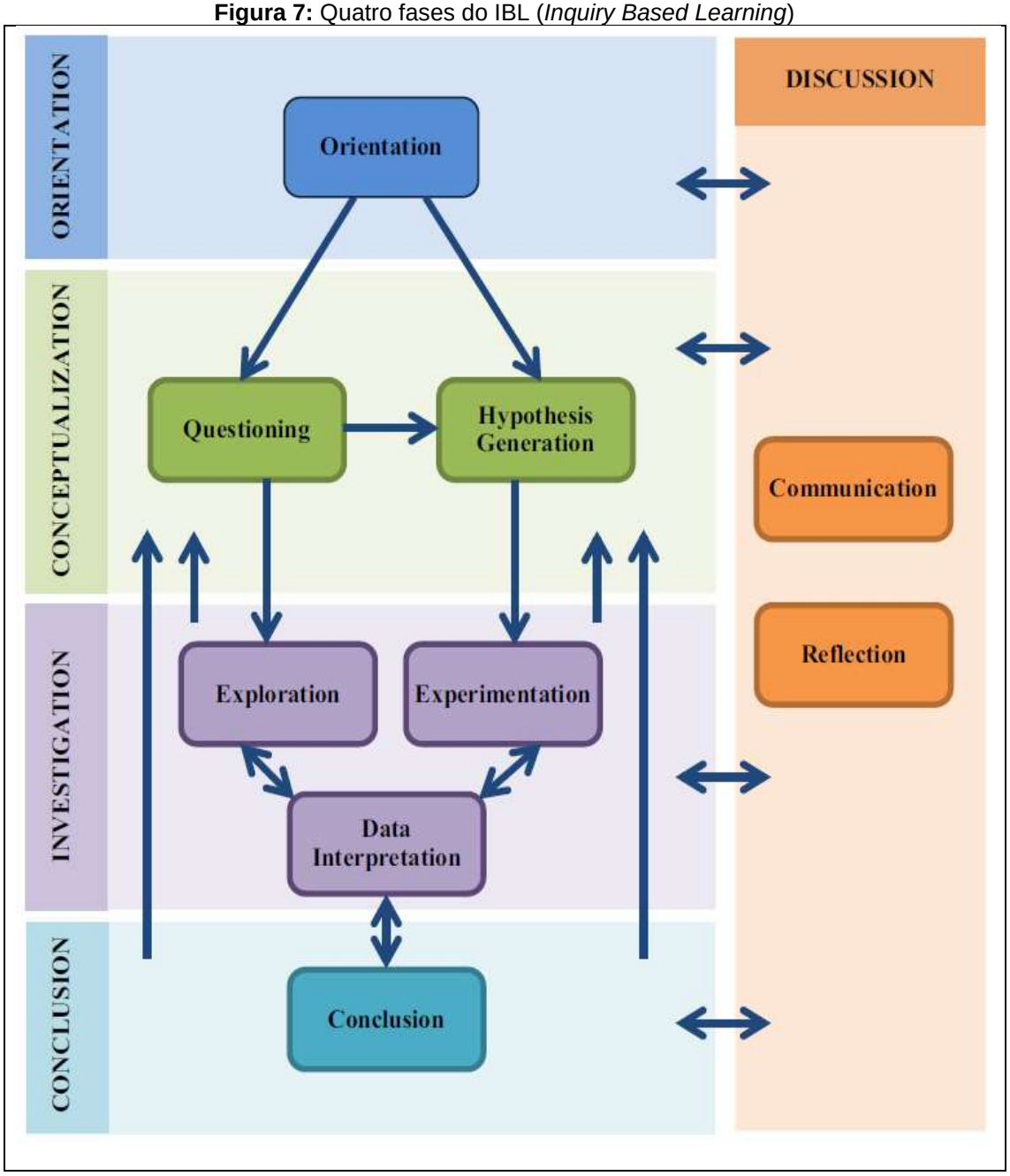
A *Inquery Based Learning* (IBL) pode ser considerada uma estratégia de ensino em que os alunos seguem métodos e práticas semelhantes aos de cientistas profissionais para construir conhecimento (PEDASTE et al., 2015). Também é apresentada como um conjunto de técnicas aplicadas no processo de ensino e aprendizagem, pelas quais os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações com base em evidências derivadas de seu estudo (PANASAN; NUANGCHALERM; MUANG, 2010), podendo ajudar e aprofundar a aprendizagem de conhecimentos científicos por partes dos alunos(ROMERO-ARIZA et al., 2019).

Na figura 7 a seguir, Pedaste et al.(2015) apresentam uma proposta de *framework* com o objetivo de sistematizar o processo de IBL. A estrutura é composta de 4 fases (Orientação, Conceitualização, Investigação e Conclusão) e algumas subfases. A fase **Orientação** se caracteriza pela introdução do tópico da aula, apresentação da teoria, seguido pelo desafio da aprendizagem, envolvendo o aluno, fazendo com que este investigue questões cientificamente orientadas. Já a fase de **Conceitualização** é dividida em duas subfases, *Questionamento* e *Elaboração de Hipóteses*, nessa fase o aluno deve fazer questionamentos e elaborar hipóteses que possam responder as questões elaboradas. O Questionamento e a Elaboração de Hipóteses são etapas que devem ser executadas antes que o aluno possa começar a planejar uma exploração ou investigação.

Por sua vez, a fase de **Investigação** é dividida em duas subfases, Exploração e Experimentação e compartilham a subfase de Coleta de Dados. A Exploração

está relacionada a um simples processo de observação, quando os alunos fazem descobertas relacionadas às suas perguntas sem hipóteses claras em mente. A Experimentação é uma subfase em que os alunos coletam evidências sobre uma hipótese. Já a fase de Coleta de Dados, inclui não só a coleta, mas a análise de dados, permitindo uma reflexão sobre a Exploração (fatos observados) e a Experimentação (testes e coletas de evidências sobre uma hipótese).

Figura 7: Quatro fases do IBL (*Inquiry Based Learning*)



Fonte: (PEDASTE et al., 2015)

A **Conclusão** é a fase em que as considerações básicas do estudo são apresentadas, é uma conclusão final sobre os resultados da aprendizagem baseada em investigação (IBL), respondendo às questões ou hipóteses da pesquisa.

A fase de **Discussão** pode se dar em dois níveis:

1- Comunicar ou refletir sobre todo o processo no final da aprendizagem baseada em investigação ou

2- Em relação a uma única fase do ciclo, podem estar em todas as fases, por tanto em todo o processo da IBL.

A fase Discussão também tem duas subfases, Comunicação e Reflexão, sendo a primeira é um processo onde os alunos apresentam e comunicam suas descobertas e conclusões aos outros, e recebem feedback, e a Reflexão é um processo interno do aluno, quando este reflete sobre qualquer coisa, por exemplo, sobre o sucesso do processo ou ciclo de investigação, atividades como redação e questões norteadoras podem auxiliar no processo de reflexão.

A metodologia IBL, na forma apresentada, tem como parte do seu processo a reflexão e a elaboração de hipóteses, habilidades necessárias para que o aprendiz possa ter uma maior autonomia profissional, como já apresentado nos Capítulos 1 e 2 deste trabalho.

3.1.3 Aprendizagem Baseado em Projetos

A *Project Based Learning* (PBL) é uma metodologia de ensino e aprendizagem na qual os conceitos de um determinado currículo são apresentados por meio de projetos. A abordagem da aprendizagem é dirigida pelo aluno e facilitada pelo professor (BELL, 2010). Os alunos buscam o conhecimento fazendo perguntas que despertam sua curiosidade natural. A gênese de um projeto é a investigação. A escolha do aluno é um elemento-chave dessa abordagem, supervisionados

pelos professores em cada etapa do processo, aprovando cada escolha do aluno antes que este embarque em uma direção. PBL é uma estratégia fundamental para a criação de pensadores e alunos independentes (BELL, 2010).

A metodologia Aprendizagem baseada em Projetos tem fortes conexões com outras abordagens pedagógicas, como a Aprendizagem baseada em Problemas (*Problem Based Learnig* - PBL). Em ambas metodologias os alunos devem alcançar um objetivo compartilhado por meio da colaboração. A principal diferença entre os dois PBLs é que, enquanto os alunos da aprendizagem baseada em problemas se concentram principalmente no processo de aprendizagem, na aprendizagem baseada em projetos os alunos precisam entregar um produto (KOKOTSAKI; MENZIES; WIGGINS, 2016).

Além da identidade de siglas, há muitas semelhanças entre as duas metodologias Aprendizado baseado em Projetos e Aprendizado baseado em Problemas. Como esta segunda é o foco da presente monografia entre as metodologias ativas, se passará a seguir para a caracterização do *Problem Based Learning.*

3.2 Aprendizagem baseado em Problemas (PBL)

O método *Problem Based Learning* (PBL)[3] surgiu da década de 1960 na McMaster Univesity no Canadá, a partir dos trabalhos de Barrows e Tambly (BACICH; MORAN, 2017; BARRETT; MAC LABHRAINN; FALLON, 2005) e na Maastricht University, na Holanda. Em ambos os casos essa metodologia foi aplicada nas escolas de medicina (BACICH; MORAN, 2017), fato que explica ter o seu 2º postulado a contextualização explícita no profissional da medicina. São eles:

[3] A partir deste ponto do trabalho, a sigla PBL sempre fará referência a Problem Based Learning. Quando PBL fizer referência a Project Based Learning será feito de maneira explícita.

> 1º O aprendizado através da resolução de problemas é muito mais eficaz para criar na mente do aluno um corpo de conhecimentos utilizável no futuro do que o aprendizado tradicional baseado na memória.
>
> 2º As habilidades do médico mais importantes para o paciente são habilidades de resolução de problemas, não habilidades de memória (BARROWS, H. AND TAMBLYN, 1980).

Embora esse método tenha sido inicialmente desenvolvido para o ensino de medicina, atualmente ele é utilizado nas mais diversas áreas, afinal a habilidade de resolução de problemas não é uma necessidade exclusiva no profissional de medicina, nem tão pouco somente dos profissionais da área da saúde, mas também de profissionais ligados a desenvolvimento de projetos, entre eles, desenvolvedores de software. Nesse sentido trabalhos vem sendo publicados sobre a aplicação do PBL no ensino de programação de computadores (AMBRÓSIO; COSTA, 2010; ANGELO et al., 2014; NUUTILA; TÖRMÄ; MALMI, 2005).

3.2.1 Os 7 Passos do PBL por Schmidt e Nuutila

Existem várias maneiras de implementar o PBL, mas esse trabalho fará referência apenas ao método descrito por (SCHMIDT, 1983), pois foi a partir deste que Nuutila, Törmä e Malmi (2005) fizeram uma adaptação para o ensino de programação de computadores. Tal adaptação irá permitir que esse trabalho apresente a OC2-RD2 como uma técnica de construção de narrativas para exposição e encaminhamento de problemas dentro do método PBL.

Qualquer que seja a maneira de implementar o PBL, esta deverá iniciar com a escolha de um problema, devendo obedecer às seguintes condições facilitadoras para que o aluno adquira o conhecimento desejado (SCHMIDT, 1983):

1- O problema selecionado deverá ter características que levem o estudante à ativação de conhecimento prévios relevantes, pois serão destes conhecimentos que o aluno poderá desenvolver hipóteses para a resolução do problema;

2- A segunda condição facilitadora de aprendizagem deve ser atendida na utilização de problemas que têm uma grande semelhança com as dificuldades que os alunos encontrarão na vida profissional posterior;

3- A terceira condição facilitadora é que o problema apresentado deve oferecer aos alunos a possibilidade de discussão em grupo como forma de aprofundar seus conhecimentos, discussão esta que pode amplificar e alterar estruturas de conhecimento existente, levando-o a adquirir novos conhecimentos e conectando conhecimentos antes não relacionados.

Considerando que o problema foi selecionado, Schmidt (1983) apresenta então 7 passos para a implementação do PBL:

Passo 1 - Esclarecer termos e expressões no texto do problema: Como parte da compreensão do problema, a primeira atividade deve ser a classificação de termos e conceitos não compreendidos pelo estudante. Não se pode entender o problema se o vocabulário e os conceitos exigidos não são totalmente familiares.

Passo 2 - Definir o problema: Após o Passo 1 os alunos deverão ser capazes de definir qual(is) o(s) problema(s) que precisa(m) de resposta. Os problemas podem exigir uma solução empírica, aplicável, implementável (por exemplo, uma cirurgia, um tratamento com medicamentos) ou simplesmente indagações sobre o problema como: Quais os fenômenos devem ser explicados? (Exemplo: Como o paciente conseguiu se recuperar sem o tratamento indicado?).

Passo 3 - Analisar o problema: Definido o problema, os alunos devem fazer uma análise cuidadosa do texto, mas nesse momento não apenas ativando conhecimentos prévios, mas também tentar formular hipóteses relevantes por um bom raciocínio (' Será que poderia ser isso ...? ').

Passo 4 - Sistematizar análise e hipóteses de explicação ou solução do problema: Nesse passo os alunos devem elencar todas as hipóteses levantadas

(seja para implementação de uma solução, seja para explicar um fenômeno). Nessa etapa a pergunta que deve ser respondida é: até que ponto o conhecimento e as ideias expressos (até o momento) podem ser considerados corretos e completos?

Passo 5 - Formular objetivos de aprendizagem: Uma vez elencadas as hipóteses, os alunos agora deverão aprofundar seus conhecimentos em assuntos que auxiliem nas respostas necessárias. A partir dos assuntos selecionados, os alunos formulam os objetivos de aprendizagem nos quais concentrarão suas atividades, com uma eventual distribuição de tarefas. Por exemplo se a hipótese é uma cirurgia os alunos poderão perguntar:

- Será que a cirurgia é a solução mais adequada? Por quê?
- Quais são os procedimentos pré-operatório?
- Quais condições clínicas necessárias para que o paciente possa fazer a cirurgia?
- Quais recursos são necessários para fazer a cirurgia?
- Quais as intercorrências mais frequentes nesse tipo de cirurgia?

Responder essas perguntas fará com que os alunos aprofundem seus conhecimentos sobre um determinado assunto, devendo ir, minimamente, ao encontro dos objetivos de aprendizagem planejado pelo professor na elaboração do problema.

Passo 6 - Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente: De posse dos objetivos de aprendizado, cada aluno deverá pesquisar informações nas mais variadas fontes, podendo, inclusive, consultar especialistas para responder às perguntas do Passo 5.

Passo 7 - Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema: Nesse momento os alunos expõem e discutem suas descobertas; cada aluno terá a oportunidade de rever o conhecimento adquirido e incorporar novos conhecimentos trazidos pelos colegas. Juntamente com esse processo,

as hipóteses levantadas deverão ser testadas e revisadas, agora com maior profundidade em função do conhecimento adquirido. O grupo pode, então, decidir retomar o processo de aprendizado baseado em problemas - agora em um nível mais profundo de entendimento - começando com o quarto passo ou abordar um problema diferente, embora relacionado, a fim de descobrir se o grupo pode realizar a tarefa analítica e explicativa de maneira mais rápida e melhor.

Há várias experiências de implementação do PBL em ensino de programação de computadores, mas em Nuutila, Törmä e Malmi (2005) o método de Schimdt foi adaptado para o ensino da computação, permitindo uma sequência de passos equivalentes. Os setes passos para aplicação do PBL para ensino da programação de computadores proposto por Nuutila são:

Passo 1 - Exame do caso: O grupo se familiariza com o material do problema apresentado pelo professor.

Passo 2 - Identificação do problema: Nesse passo os alunos deverão identificar o problema especificando um título inicial. Ex.: Desenvolver uma Representação Binária para números inteiros.

Passo 3 – Brainstorming: Nesse passo os alunos irão expor ideias e conhecimentos prévios associados ao problema. Os alunos apresentam suas associações e ideias sobre o problema para descobrir o que já se sabe e como se relaciona o caso com o conhecimento prévio. As ideias são expostas em voz alta e escritas em notas autoadesivas, que são organizadas em quadro branco. No exemplo dado, os alunos deverão recuperar o conhecimento da notação decimal e seu funcionamento**.**

Passo 4 - Definição de um modelo explanatório (esquema): Uma versão inicial da explicação para o problema é construída e os conceitos mais importantes e suas relações são identificados. No nosso exemplo, o aluno já deverá ter identificado que a representação se dará por uma sequência de 0´s e 1´s, quando deve-se perguntar como esta pode ser feita de forma que as

operações aritméticas na representação binária sejam equivalentes às operações na representação binária,

Passo 5 - Definição dos objetivos de aprendizado: As partes do modelo explanatório que são obscuras, confusas ou simplesmente desconhecidas são identificadas e as centrais são escolhidas como metas de aprendizado para grupos. No nosso exemplo os alunos devem ser a conduzidos a entender que a representação não pode ser totalmente arbitrária, uma vez que as operações aritméticas devem ser equivalentes, e que essa equivalência será verificada com a conversão de uma base para outra, de forma que as respostas destas perguntas sejam os objetivos de aprendizado.

Passo 6 - Estudo independente: Cada aluno estuda de forma independente para atingir todos os objetivos de aprendizagem. Esta fase inclui a coleta de informações e geralmente uma quantidade substancial de leituras e pesquisa. No nosso exemplo, por ser simples, nessa etapa o aluno deverá, a partir de suas leituras, entender como funciona a representação binária, suas operações aritméticas e os métodos de conversão.

Passo 7 - Discussão sobre o material de aprendizagem: Equipado com o conhecimento recém adquirido, o grupo se reúne novamente para discutir o caso. A discussão inclui explicação de conceitos e mecanismos centrais, análise do material e avaliação de sua validade e importância.

Em Nuutila, Törmä e Malmi (2005) tem-se um estudo de aplicação de PBL a partir da adaptação dos 7 passos de Schmidt. Este estudo foi desenvolvido para uma disciplina introdutória de programação para o ensino da linguagem Java.

Já em Ambrósio e Costa (2010) foi utilizado o PBL também com os sete passos de Nuutila para o ensino na disciplina de Programação de Computadores 1 (PC1), no curso de Ciência da Computação da UFG (Universidade Federal de Goiás), dentro de um projeto de pesquisa denominado “Using Tablet PCs and Problem Based Learning to Teach Algorithms and Programming”. Tal projeto visa

a utilização de tablets para estimular a comunicação entre os estudantes e facilitar a pesquisa e o acesso à informações.

Diferentemente desses dois trabalhos, tem-se em Angelo et al. (2014) a aplicação do PBL em um componente curricular que busca integrar, simultaneamente, conteúdos de diversos outros componentes curriculares usualmente isolados. No caso da programação de computadores, reuniu os componentes de estrutura de dados, programação orientada a objetos e matemática discreta.

Outro estudo utilizando referências à Nuutila et al. encontra-se no trabalho de Souza; Silveira; Parreira (2018) quando utilizaram a metodologia PBL em um curso de Lógica de Programação na modalidade EaD, utilizado o ambiente AVA Moodle. Esse estudo adaptou os 7 Passos de Nuutila, Törmä e Malmi (2005) para a modalidade EaD em 9 passos, introduzindo mais 2 passos, sendo Passo 1 - Atenção Plena e o Passo 2 – Introdução do Conteúdo.

Embora estes estudos apresentem situações diferentes de aplicação dos 7 passos de Nuutila, Törmä e Malmi (2005), nenhum deles abordam a questão de como elaborar um problema. No próximo capítulo será apresentado a técnica OC2-RD2, técnica para construção de narrativas para um processo de ensino a aprendizagem, que será utilizada neste trabalho para a elaboração de narrativas para apresentação de problemas para metodologia PBL.

4 ELEMENTOS DA TÉCNICA OC2-RD2

Nos capítulos anteriores se tratou da necessidade do processo de ensino e aprendizagem estimular no aluno a análise, reflexão e elaboração de hipóteses, bem como foram apresentadas as Metodologias Ativas, em especial a Aprendizagem baseada em Problemas, como resposta adequada para tal desafio. Também foi visto no Capítulo 3 a importância de se apresentar problemas no PBL em formato de histórias/narrativas, mas que tal metodologia não inclui uma proposta estruturada que auxilie o professor a criar tais narrativas. Cabe apresentar, então, a técnica OC2-RD2 como uma possibilidade de sistematização na elaboração de narrativas para o ensino de programação, que é o objetivo do presente trabalho.

A construção de um ambiente de aprendizagem centrado em narrativas é o foco central da técnica OC2-RD2 (anacrônico dos tipos de cenas Objetivo, Contratempo e Catástrofe - Reação, Dilema e Decisão) que propõe:

> um ambiente de aprendizagem no qual a narração assume um importante papel nas interações entre três atores: aprendiz, mestre e tecnologia computacional (VEGA, 2018,p. 7).

Inicialmente denominada de OCC-RDD, a realização da sequência de ações procedimentais da técnica OC2-RD2 gradativamente constrói uma trama-base, ou história, com a intenção de favorecer a interação do estudante de programação com por meio de uma narrativa elaborada pelo mestre (VEGA, 2015). Espera-se desencadear um maior engajamento do aprendiz no processo de ensino e aprendizagem, e que esse engajamento torne mais efetivo à aquisição de conhecimento pelo aprendiz.

A técnica OC2-RD2, por meio do uso de narrativas, intenciona auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem, conduzindo os alunos em um aprendizado contínuo, eficiente, dinâmico e objetivo para minimizar problemas

relacionados à dificuldade de aprendizado que, muitas vezes, está relacionada ao raciocínio lógico (BUTTIGNON, Karina, 2020).

De acordo com o procedimento de construção, as histórias OC2-RD2 devem obedecer a uma sequência de cenas organizadas em dois grupos: cenas objetivas e cenas subjetivas, já indicada pelo próprio nome da técnica, ou seja, Cenas Objetivo, Contratempo e Catástrofe (formando um primeiro ciclo de cenas), seguida por cenas de Reação, Dilema e Decisão. Cenas objetivas são narradas em terceira pessoa e, tipicamente, apresentam um contexto no qual problemas são apresentados para algum personagem resolver. Os problemas são elaborados considerando-se critérios estabelecidos pelo mestre. Tais critérios são parâmetros da Técnica.

Exemplos comuns de critérios balizam-se pela complexidade do problema, grau de aquisição de conhecimento ou níveis de habilidades a serem desenvolvidas. Neste grupo, a sequência de cenas é tal que um objetivo se estabelece na cena inicial, representado por um problema de grau alto a ser resolvido ao longo da narração. Em seguida, o fluxo narrativo é interrompido por cenas envolvendo subproblemas de baixa complexidade, seguidos de cenas com problemas de complexidade média. Espera-se que este gradiente crie oportunidades de interações de modo que o aprendiz esteja em condições de encontrar algum caminho que resolva o problema estabelecido na cena inicial, de abertura da história. É por esta razão que as sequências de cenas são organizadas em cenas-objetivo (contendo o problema mais complexo), seguidas de cenas-contratempo (com problemas de complexidade menor) e cenas-catástrofe (contextualizando problemas de nível médio).

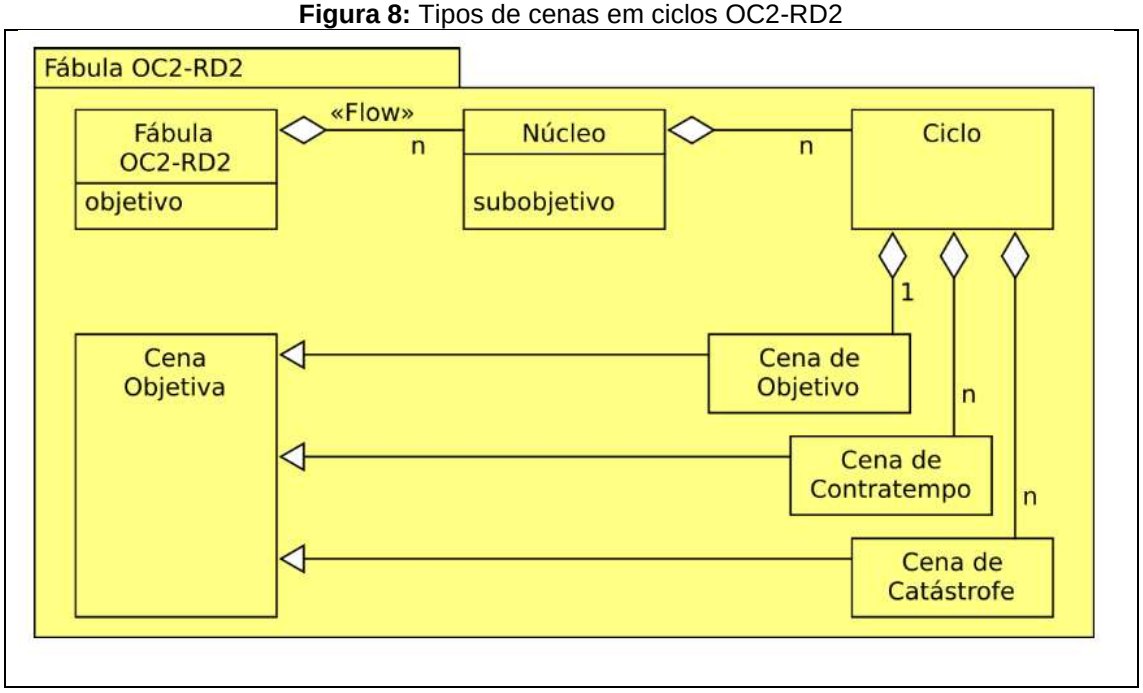
Um outro grupo de cenas conduz a narração para caminhos de solução dos problemas apresentados por meio das cenas objetivas. Trata-se de cenas subjetivas, de propósito interativo, narradas em primeira pessoa. Ao aprendiz, oferecem-se oportunidades de ajudar o personagem na solução de problemas. Diante de uma situação de contratempo, a história caracteriza a reação do personagem, revelando a sua perspectiva ainda sem algum grau de racionalização. Em uma cena de reação, evita-se o oferecimento de caminhos

de ajuda para resolver o problema. A cena deve ser elaborada de modo a estimular o aprendiz a recuperar algum conhecimento prévio.

Seguida a uma cena de reação, caminhos possíveis de direcionamento são narrados pelo personagem. A intenção é ajudar eventuais aprendizes que tiveram dificuldade na recuperação de conhecimento, bem como reforçar potenciais alternativas de solução daqueles que se lembraram de algo. Finalmente, a cena de decisão declara o caminho que o personagem seguirá no desenrolar da história. Já no ciclo de cenas RD2 a narrativa deve propiciar a interação do aprendiz no processo de ensino e aprendizagem, mudando o papel de aluno de observador (posição passiva) para o papel de protagonista, dessa forma as cenas RD2 devem ser narradas em primeira pessoa, mas do ponto de vista do personagem. De acordo com este ritmo narrativo, espera-se que o aprendiz alterne entre momentos de passividade - cenas objetivas - e de atividade - cenas subjetivas.

A Criação da História (uma as etapas finais do procedimento estabelecido pela técnica OC2-RD2) deve ser precedida pela Criação do Plano de Fábula. Uma fábula consiste em um conjunto de sequências de relações de causa-e-efeito. Posteriormente, este conjunto será organizado em uma história.

Figura 8: Tipos de cenas em ciclos OC2-RD2



Fonte: VEGA, 2018

Por uma questão organizacional, o conjunto de sequências de relações de uma fábula é constituído por núcleos narrativos, sendo cada núcleo formado por ciclos de cenas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). As relações de causa-e-efeito são escolhidas de modo a conduzir o aluno em um processo cognitivo que favoreça seu processo de aprendizagem (VEGA, 2018).

O diagrama apresentado na Figura 8 se refere apenas ao primeiro ciclo de cenas da técnica (OC2). A fábula é construída por diversas cenas organizadas em dois ciclos de cena, a saber:

OC2: As cenas Objetivo-Contratempo-Catástrofe são narradas em terceira pessoa apresentando o objetivo a ser alcançado pelos personagens, seguido de cenas de contratempo e de catástrofe, atendendo os objetivos teóricos e práticos determinados pelo plano de ensino da disciplina (BUTTIGNON, K. et al., 2018).

RD2: As cenas Reação-Dilema-Decisão devem ser narradas em primeira pessoa, na perspectiva dos personagens (como nas cenas OC2), mas procurando trazer a perspectiva do aluno (por isso primeira pessoa). As Reações, Dilemas e Decisões na busca por resoluções dos problemas apresentados nas cenas como experiências dos personagens da fábula são observados pelo mestre e pelos estudantes (BUTTIGNON, K. et al., 2018).
A seguir, se fará o detalhamento de cada tipo de cena.

4.1 As cenas OC2-RD2

Este trabalho explora o gradiente de complexidade de problemas nas histórias OC2-RD2 no sentido de se avaliar o universo de hipóteses formuladas por um aprendiz durante a narração. Detalham-se, a seguir, pontos de destaque das cenas OC2-RD2, e depois as oportunidades de hipotetização que se espera desencadear em uma história. A técnica propõe seis tipos de cenas que devem ocorrer na seguinte sequência (VEGA, 2018):

Cena Objetivo: Apresenta os objetivos da história, produzindo um evento que inicia uma sequência de outros eventos encadeados, logicamente, por relações de causa-e-efeito. Os objetivos apresentados nesta cena devem ser atingidos pelos personagens.

Cena Contratempo: Deve ser elaborada de modo que o processo de lembrança seja efetivamente estabelecido no aprendiz, por meio de eventos de causa e efeito.

Cena Catástrofe Deve ser elaborada de modo que os processos cognitivos de compreensão [do aprendiz] sejam acionados, definindo, assim, o propósito da cena.

Cena Reação: Essa cena deve revelar as indagações dos personagens como "O que devo fazer agora?" exemplificando uma possível reação; nesse momento o aprendiz deve ser convidado a elaborar hipóteses (respostas possíveis) para resolver a situação Catástrofe.

Cena Dilema: Se a Cena Reação cria um momento de reflexão para o aprendiz, possibilitando a elaboração de hipóteses, considerando as Cenas Contratempo, para resolver a Cena Catástrofe, na Cena Dilema o aprendiz deve avaliar as hipóteses geradas e refletir sobre quais hipóteses devem ser descartadas e quais devem ser testadas

Cena Decisão: Finalmente, na Cena Decisão, o aprendiz deve selecionar (decidir) qual a melhor hipótese que deverá resolver a situação Catástrofe.

4.2 Os personagens OC2-RD2

Uma característica importante da técnica é a sugestão de personagens oferecida. Os personagens propostos representam diferentes facetas de um aprendiz, conforme tabela a seguir**Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Tabela 2: Personagens OC2-RD2

Personagem	Descrição do Personagem
Fubã	Tem habilidade e competência para a realização de qualquer tarefa, e efetuará diversas atividades desde que devidamente capacitado. Estudante iniciante, motivado e inseguro, não possui conhecimento para seguir sozinho.
Fê	Capaz de envolvimento com os que estiverem ao seu redor, tornando-se um valor agregado para a equipe, tanto pessoalmente como profissionalmente. Também estudante, mas com conhecimentos intermediários, superior ao de Fubã, motivada e segura, sendo dessa forma proativa.
Ocara	Também escrito com a grafia Ôcara, se caracteriza como um excelente vendedor de ideias, também estudante intermediário, seguro, eficiente, porém, arrogante. Maroto e espertalhão é proativo e possui conhecimento para seguir sozinho.
Espec	Tem uma comunicação articulada, fluente e persuasiva, assim como a Fê, estudante com conhecimentos intermediário motivado e seguro. Também se apresenta como Spec (sem a letra E no nome)
Lum	Também conhecido como Mestre Lum, é um Espectro, ser iluminado, que surge geralmente na imaginação do Espec e mais raramente para o Ocara. Mestre Lum se caracteriza pela disposição de compartilhar ideais e conhecimento, tanto pessoais como profissionais. Surge nas histórias como uma referência para revelar os pensamentos Espec (por exemplo), na forma de um diálogo entre Espec e o Mestre Lum, reforçando o rigor de pensamento científico
Caô	Assim como Lum, Caô (ou Naum Q. Kaow), também é um ser iluminado que surge para Ocara e menos para o Espec, atento aos detalhes, principalmente se acreditar que estes possam influenciar no resultado. Diferente do Mestre Lum, Caô tem o reflete o lado mais intuitivo, com menor rigor científico nos seus pensamentos

Fonte: Compilado das publicações de GOYA (2014), BUTTIGNON(2015) e VEGA (2018).

Antes de detalhar os demais elementos da técnica, vamos apresentar as etapas do roteiro para elaboração de uma história OC2-RD2, e a medida que se for desenvolvendo a descrição das etapas, detalharemos os elementos da técnica.

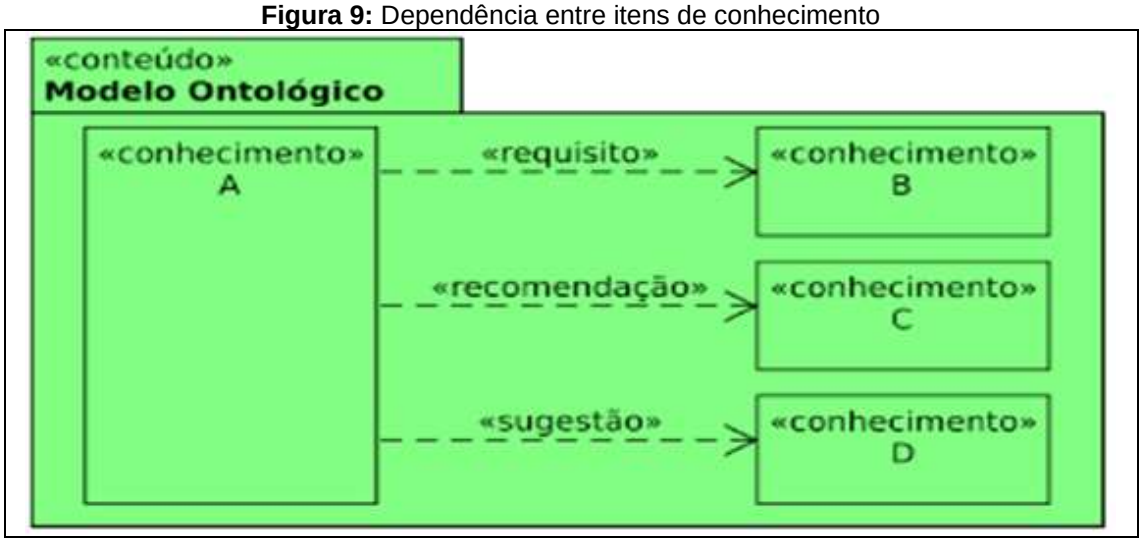
4.3 Etapas do Roteiro

A técnica OC2-RD2 propõe um roteiro para elaboração de uma narrativa (história) de forma a organizar os seus elementos, conduzindo o professor à elaboração de uma história que atinja os objetivos da disciplina.

4.3.1 Plano de Conteúdo

Etapa 1: Elaboração do Plano de Conteúdo: Define-se, inicialmente, o plano organizacional de conteúdo. O Plano de Conteúdo deve conter os itens de conhecimento a serem adquiridos pelo aluno, sempre obedecendo a ementa da disciplina. O Plano de Conteúdo deve incluir os requisitos necessários para que o aluno possa adquirir o(s) novo(s) conhecimento(s), além dos itens recomendação e sugestão, conforme ilustra a próxima figura.

Figura 9: Dependência entre itens de conhecimento



Fonte: VEGA(2018).

A técnica OC2-RD2 faz uma diferenciação entre os itens “requisito”, “recomendação” e “sugestão” (VEGA, 2018), a saber:

Requisitos: Na técnica OC2-RD2, quando o “conhecimento B” é requisito para o “conhecimento A”, dizemos, então, que o “conhecimento A” depende do conhecimento prévio do “conhecimento B”, em uma relação de condição necessária para o aluno adquirir o “conhecimento A”. Os requisitos do Plano de Conteúdo vão indicar quais conteúdos devem ser inseridos nas Cenas Contratempo, na medida que este tipo de cena deve permitir que o aluno recorde estes conhecimentos tidos como requisitos.

Recomendações: Se a relação dos requisitos com conhecimento é de dependência, condição necessária, as recomendações podem auxiliar o

aprendiz no processo de aprendizagem, mas não são necessárias. O aprendiz deve ser capaz (com mais ou menos dificuldade) de fazer aquisição dos novos conhecimentos sem a necessidade de se apresentar as recomendações. Cabe o mestre, elaborador do plano de conteúdo, verificar a necessidade de se inserir recomendações e a forma de colocar nas cenas Contratempo.

Sugestões: Finalmente, as sugestões podem indicar eventuais complementações de estudo, não sendo requisitos, nem recomendações por razões ontológicas ou didáticas na visão do mestre.
Neste trabalho iremos apenas considerar os “requisitos” para exemplificar o uso da técnica.

Para ilustrar a criação de um Plano de Conteúdo será retomado o exemplo já exposto no Capítulo 3, referente à representação binária de números inteiros.

Tabela 3: Plano de Conteúdo

Plano de Conteúdo	
Conhecimento	- Representação Binária de Números Inteiros (Binário Puro e Complemento de 2) - Conversão de Bases (Decimal<=>Binária)
Requisitos	- Conceito de bit e Byte - Representação de Números Decimais e suas operações - Conceito de Base Numérica (Base 10)

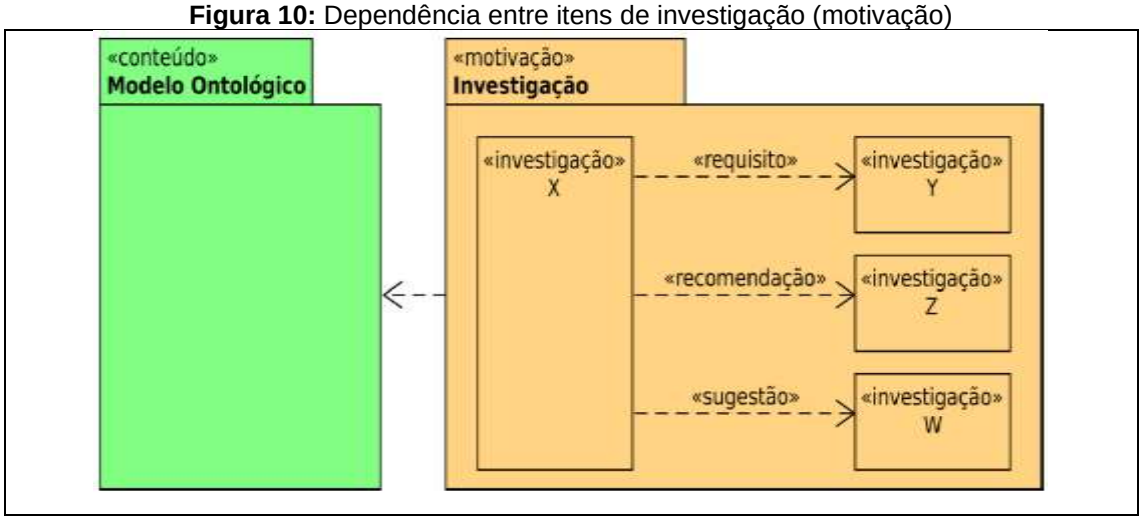
Note que no Plano de Conteúdo não há qualquer menção de problematização ou contextualização do conhecimento a ser adquirido pelo aprendiz (objetivo final da aula e da narrativa OC2-RD2 como instrumento). A problematização ou simplesmente a contextualização é delegada a próxima etapa da técnica, a Elaboração do Plano de Motivações.

4.3.2 Plano de Motivações

Etapa 2: Elaboração do Plano de Motivações: Em seguida (a elaboração do Plano de Conteúdo), define-se o plano organizacional de motivações para “*despertar o interesse do aprendiz contextualizando a aplicação de conteúdos*

em situações-exemplo"(VEGA, 2018). O plano de motivação deverá servir como base para a construção da Fábula e na elaboração das Cenas Objetivos, Contratempo e Catástrofe. As motivações contidas neste plano devem incentivar os alunos a investigação e, assim como o Plano de Conteúdo, além dos Itens de Requisitos, a técnica propõe que nesse plano o mestre possa indicar os Itens de Recomendações e Sugestões conforme a figura 10 a seguir.

Figura 10: Dependência entre itens de investigação (motivação)



Fonte: VEGA(2018)

O Plano de Motivações também deve ser coerente com o Plano de Conteúdo (Modelo Ontológico), de forma a atingir os objetivos da ementa da disciplina, ou seja, o Plano de Motivações deve conduzir o aprendiz a um maior engajamento na narrativa, motivando-o a investigação para adquirir os conhecimentos proposto no Plano de Conteúdo.

Dessa forma, continuando nosso exemplo, segue um possível Plano de Motivação para nosso exemplo.

Tabela 4: Plano de Motivação

Plano de Motivação	
Motivação (Investigação)	- Representação de Números Inteiros na memória de um Computador
Requisitos	- Memória de Computador - Bit e Byte

Se no Plano de Conteúdo colocamos com os objetivos de Conhecimentos a serem adquiridos pelo aprendiz:

- Representação Binária de Números Inteiros (Binário Puro e Complemento de 2)

- Conversão de Bases (Decimal<=>Binária)

No Plano de Motivação propomos o contexto para a elaboração da Cena Objetivo (objetivos a serem atingidos pelos personagens.), nesse caso a Representação de Números Inteiros na memória de um Computador.

4.3.3 Plano de Fábulas

Etapa 3: Elaboração do Plano de Fábulas: O plano fábulas, apoiado nos planos de conteúdo e motivação, deve identificar a sequência de eventos (cenas) de uma história. A relação entre as cenas da fábula irá definir o fluxo narrativo principal da história, especificando a ordem dos eventos em relações de causa-efeito. As cenas elaboradas no plano de fábulas devem abstrair o contexto de acontecimentos que enviam e recebem eventos de outras cenas. A importância primária da fábula é definir uma ordenação (total ou parcial) entre estes eventos.

Tabela 5: Plano de Fábulas – Números Inteiros Positivos

Tipo de Cena (Evento)	Descrição da cena
Objetivo	Apresentação do problema de representação de números inteiros no computador somente com 0´s e 1´s;
Contratempo	Conceito de bit e byte e a relação com a memória de um computador
Contratempo	Representação de valores em Base 10 e suas operações
Catástrofe	Não basta apenas criar uma representação binária, as operações na Base 2 devem dar resultados equivalentes, i.e.: Seja A uma representação binária do número 3 e B a representação binária do número 6, se aplicarmos o operador soma da forma A+A o resultado será B?
Reação	E agora? Então não pode ser uma representação arbitrária?

	A representação binária da forma $00_2=00_{10}$. $01_2=01_{10}$, $10_2=02_{10}$, $11_2=03_{10}$, e assim sucessivamente parece ser uma boa hipótese.
Dilema	Mas...$01_2+01_{2+}=01_{10}+01_{10}$?
Decisão	Apresenta-se conversão de base e conclui-se que a representação é adequada.

No exemplo acima criamos um Plano de Fábulas com o ciclo completo de OC2-RD2, mas esse primeiro conjunto de cenas apresenta inicialmente para o aluno apenas a representação de números inteiros positivos (Binário Puro), adotamos, no nosso exemplo, a estratégia de dois conjuntos de cenas, uma para Binário Puro e outra para Complemento de 2 (Números Inteiros Positivos e Negativos), a técnica OC2-RD2 delega ao mestre a estratégia dos ciclos e suas sequências de cenas.

Tabela 6: Plano de Fábulas – Números Inteiros Negativos

Tipo de Cena (Evento)	Descrição da cena
Objetivo	Apresentação do problema de representação de números inteiros negativos;
Contratempo	Representação de Binário Puro
Catástrofe	Não basta apenas criar uma representação binária, as operações na Base 2 devem dar resultados equivalentes, i.e.: Seja A uma representação binária do número 3 e B a representação binária do número -3 (Três Negativo), se aplicarmos o operador soma da forma A+B o resultado será 0_2 (Zero na Base 2)?
Reação	E agora? Então não pode ser uma representação arbitrária? Considerando 8 bits podemos utilizar o bit mais significativo para representar o sinal do número ficando de forma que: $00000001_2=01_{10}$ e $10000001_2=-01_{10}$ (1 Negativo na Base 10) pare ser uma boa hipótese.
Dilema	Mas... $00000011_2+10000011_{2+}=03_{10}+(-03_{10})=0$? Demonstra-se claramente que não.
Decisão	Apresenta-se Complemento de 2 como solução.

4.3.4 Criação da História

Etapa 4: Criação da História Criada a fábula, elabora-se agora uma história contextualizando as cenas do Plano da Fábula. Refina-se as cenas introduz personagens e ambientes, no nosso exemplo, Fubã pode iniciar a Cena Objetivo do primeiro Ciclo OC2-RD2 (Binário Puro) , a Fê pode trazer os elementos das Cenas Contratempos e o Espec a Cena Catástrofe em uma reflexão junto com o Mestre Lum. Já as cenas RD2 devem ser planejadas como canais de interação (entre o Mestre e o Aprendiz) para manter o aprendiz engajado durante a narração.

4.3.5 Implementação da História

Etapa 5: Implementação da História: Como última etapa, implementa-se a história, selecionando as mídias apropriadas para narrar a história em um ambiente de aprendizagem, podendo ser uma narrativa em forma de texto, ou em HQ (História em Quadrinhos), Gamificação, Quizzes, entre outras, sendo as opções não excludentes, ou seja, pode-se apresentar a narrativa na forma de um texto, mas a cena Catástrofe pode se dar por meio de Quizzes ou Gamificação, podendo o mestre utilizar ferramentas digitais para isso como Socrative, Kahoot, entre outras disponíveis.

4.4 Outros Estudos sobre a técnica OC2-RD2

Vários estudos relacionados à técnica OC2-RD2 vêm sendo realizados, tais como trabalhos de mestrado e doutorado envolvendo diversos autores. Entre os trabalhos publicados destacam-se:

- O trabalho de mestrado de Emerson Leandro Goya (GOYA, 2014) teve como objetivo aperfeiçoar a técnica OC2-RD2, adicionando à narrativa uma ferramenta de apoio educacional, denominada FALCOM, para que o Mestre Humano possa treinar o Aprendiz, resultando em uma técnica denominada TIF-(Técnica de Interação do FALCOM) que permitiu melhorar a interação do Aprendiz com o

conteúdo estudado e com o Mestre Humano (denominação deste trabalho para o professor que foi treinado na técnica OC2-RD2).

- O artigo *"Adaptive Specifications and Emotions: Model of Narrative Generation for Interactive Learning Environments"* (VEGA, 2015) apresenta uma especificação adaptativa do mecanismo de geração automática de narrativas sob o ângulo da faceta emocional dos personagens, considerando as 4 facetas dos personagens sendo elas de Aprendiz, de Conhecimento, de Personalidade e de Emoção. Nessa proposta o personagem é o responsável em gerar seu texto dentro da narrativa, sendo considerado apenas a faceta de Emoção para isto. Um diagrama de classe indicando o modo arquitetural da implementação do personagem para gerar o seu trecho de narrativa foi apresentado, quando as preocupações com a modularização, coesão e acoplamento foram devidamente colocadas tornando o modelo arquitetural adaptável à outras facetas do personagem.

- Outro trabalho relevante de aplicação na técnica OC2-RD2 dentro de uma sala de aula é a dissertação de mestrado "Um protótipo de autoria de histórias OCC-RDD para ambientes de aprendizagem presencial" (BUTTIGNON, Karina, 2015). Nesse trabalho a autora apresenta uma ferramenta de roteirização de aulas utilizando a técnica OC2-RD2. Por meio de um modelo de ambiente de autoria para elaboração de histórias, o trabalho apresenta um mecanismo para auxiliar o professor em suas aulas, usando de uma particular metodologia que pudesse colaborar positivamente para redução da dificuldade de aprendizagem.

- A tese de doutorado "Gatilhos de desafios para o desenvolvimento de jogos e narrativas instrucionais" (FONTES, 2017) contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos computacionais ao utilizar narrativas OC2-RD2, jogos de cartas instrucionais e um mecanismo denominado gatilhos de desafios. Este trabalho introduziu o conceito como mecanismo que estrutura a percepção de desafios, pois disparam processos cognitivos na busca de soluções para um problema, auxiliando no desenvolvimento e na estruturação do pensamento crítico e exercendo um efeito positivo no engajamento dos estudantes no contexto de aprendizagem.

- A tese de mestrado intitulada “Arquitetura de Agentes para a Geração Automática de Roteiros OCC-RDD” (SILVA, 2015), tem como proposta um modelo arquitetural de software para o desenvolvimento de roteiros narrativos para a técnica OC2-RD2, usando agentes inteligentes.

- A dissertação de mestrado intitulada “Proposta de uma arquitetura de software para uma ferramenta para análise de textos com estrutura OCC-RDD por meio de tradução com semântica de redes de Petri” (FERRARI, 2017) especifica uma gramática para realizar a tradução de um texto OC2-RD2 para uma Rede de Petri. O trabalho realiza estudo aprofundado em uma ferramenta para fazer a tradução do texto e, consequentemente, extrair uma gramática que pudesse ser interpretada para uma Rede Petri, destacando as propriedades desta Rede na fábula OC2-RD2.

- Em outro trabalho denominado “Narrativas com Gatilhos de Desafios em um ambiente de aprendizagem PBL no estudo de game design” (FONTES, 2019), estudo foi feito sobre a possibilidade da utilização das Narrativas OC2-RD2 com Gatilhos de Desafios, de forma a possibilitar aos estudantes resolverem desafios em uma ambiente de Aprendizagem Baseadas em Projetos.

- No trabalho “A utilização de estruturas narrativas OC2-RD2 no ensino de computação: um relato de experiência” (VENDRAMEL; GUIRELLI; VEGA, 2020) os autores relatam uma experiência exitosa do uso da técnica em um minicurso ministrado em uma instituição pública de ensino superior de São Paulo, sobre design e programação orientada a objetos. Nesse trabalho os autores aplicaram um questionário aos 21 estudantes participantes, que demonstrou o êxito da experiência.

- Em outra tese de doutorado com o título “Projeto de uma Linguagem de Modelagem de Cenários para um Ambiente Presencial, Interativo e Híbrido de Aprendizagem OC2-RD2**”** (BUTTIGNON, Karina, 2020) a autora propõe criar uma forma automatizada para reconhecimento de cenários a partir de testes indutivos através de uma sentença de cena pré-definida da técnica OC2-RD2, introduzindo uma nova linguagem : a Linguagem de Modelagem de Cenários (LMC), utilizada como apoio para a elaboração de cenas OC2-RD2.

A título de conclusão deste capítulo, no qual foram apresentados detalhes do OC2-RD2 como técnica para construção de narrativas para um processo de ensino aprendizagem, cabe destacar que o levantamento dos estudos que utilizaram a técnica OC2-RD2 apresentado revela que nenhum deles propõe um procedimento para elaboração de narrativas para a metodologia PBL utilizando a técnica OC2-RD2. Cabe, pois, apresentar detalhes da proposta feita por esta tese, de construção de narrativas OC2-RD2 com os passos do PBL.

5 NARRATIVAS OC2-RD2 e PBL

Neste capítulo detalha-se o processo de criação de uma narrativa OC2-RD2 para a metodologia PBL, buscando a construção de ambientes de aprendizagem que favoreçam a percepção de elementos de um problema. A partir do Plano de conteúdo e do Plano de motivação, cria-se uma narrativa que será apresentada como o problema do método PBL.

Para isto pressupõe-se o seguinte:

1- Para efeito de progressão da narrativa (história) no tempo considera-se os 7 Passos de Nuutila como um ciclo da metodologia PBL que chamaremos de Ciclo PBL, sendo o **Passo 1 – Exame de caso** a abertura do ciclo e o **Passo 7 - Discussão sobre o material de aprendizagem** como o encerramento do ciclo.

2- Uma extensão dos conceitos Contratempo da técnica OC2-RD2.

   Como foi visto no capítulo 4, ao construir uma narrativa, as cenas de Contratempo devem ser "projetadas de modo a acionar o processo cognitivo de lembrança do aprendiz, relativamente ao plano de conteúdo" (VEGA, 2018). Aqui se estenderá esse conceito para que as cenas Contratempo também sejam projetadas para o professor apresentar novos conhecimentos ao aluno e não só recordar o que já foi visto, adicionando vocabulário. De certa forma essa extensão já está prevista pois Contratempos também oferecem oportunidades de interação e serão exploradas durante a elaboração da história. Assim, os eventos-contratempo servem de gatilho para as interações entre professor e aluno durante uma narrativa (VEGA, 2018). Em outras palavras, uma cena (ou evento) Contratempo, se projetada para interação entre mestre e aprendiz provoca a oportunidade de se apresentar novos conhecimentos. Isso também está previsto em Buttignon (2020), quando apresentada a possibilidade de uma Cena Contratempo vir seguida de cenas RD2.

3- Embora a técnica OC2-RD2 estabeleça como sequência o Plano de Conteúdo, o Plano de Motivação e o Plano de Fábula como etapas necessárias, considera-se nesse trabalho apenas o Plano de Conteúdo e o Plano de Motivação como etapas que antecedem a construção de narrativas, sem prejuízo no resultado,

Feitas essas considerações, apresenta-se a seguir um modo de se projetar um Ciclo PBL, considerando os 7 Passos de Nuutila e as cenas OC2-RD2. Observe que são descritas 6 etapas para desenvolver tal processo.

5.1 As 7 etapas para construção de narrativas OC2-RD2 para metodologia PBL

De forma sistemática, o procedimento para construir narrativas OC2-RD2 considerando os 7 Passos de Nuutila ficou organizado da forma:

Tabela 7: As 7 etapas para construção da narrativa

Etapas	Passos Nuutila	Técnica OC2-RD2	Requisitos OC2-RD2	Requisitos Ciclo PBL (Nuutila)
1	-	Plano de Conteúdo	Especificar o CONTEÚDO a ser apresentado e os REQUISITOS (conhecimento prévio) necessários para os alunos.	-
2	-	Plano de Motivações	Despertar o interesse do aprendiz contextualizando a aplicação de conteúdos em situações-exemplo	-
3	1,2	Cena Objetivo	Apresentar o objetivo em uma relação de Causa e Efeito, sendo a Causa o *Problema* e o Efeito os *Objetivos* a serem atingidos definido no Plano de Conteúdo	Permitir aos alunos percorrerem o *Passo 1- Exame de Caso* e *Passo 2 - Identificação do problema*
4	3, 4	Cenas Contratempo	*Cena Contratempo*: Recordar conhecimentos e, eventualmente, apresentar novos conhecimentos referentes a nomenclatura utilizada pelo problema.[4]	Percorrer os Passo 3 - Brainstorming e 4 - Definição de um modelo explanatório de Nuutila.
5	5	Cenas Catástrofe	Cena Catástrofe: desafiar o personagem a executar	Permitir o aluno percorrer o Passo 5 - Definição dos

[4] Na Etapa 4 poderá ocorrer mais de uma Cena Contratempo, seguido ou não de Cena Catástrofe, não sendo está última obrigatório na Etapa 4,

			alguma tarefa em que ele precisa relembrar ou aprender novos conhecimentos para a resolução da atividade proposta.(BUTTIGNON, Karina, 2020)	objetivos de aprendizado encaminhar o aluno para o Passo 6- Estudo Independente
6	6	RD2- Invertida	Chamou-se de RD2 – Invertida pois a aluno passará pelo RD2 no Estudo Independente, sem a condução do tutor, como foi no OC2	Nesse momento o aluno deverá fazer suas pesquisas de maneira individual, fazer seu relatório de como estudou problema;
7	7	O professor pode conduzir o Passo 7 inspirado nas Cenas Catástrofe e RD2	Avaliar hipóteses de possíveis soluções do problema de forma a provocar Reação, Dilema e Decisão do Aluno (RD2)[5].	Percorrer o Passo 7 - Discussão sobre o material de aprendizagem: A partir dos conhecimentos recém adquiridos, o grupo de alunos se reúne novamente para discutir o caso. A discussão inclui explicação de conceitos e mecanismos centrais, análise do material (as hipóteses de solução) e avaliação de sua validade e importância

5.2 Uma narrativa OC2-RD2 para a metodologia PBL

Deseja-se então construir uma narrativa que auxilie no processo de ensino e aprendizagem, no contexto do PBL, o aluno a percorrer os 7 Passos de Nuutila.

Tome-se como exemplo que, em uma disciplina ou módulo de Engenharia de Software, se deseja apresentar para o aluno o Padrão *Arquitetural Bridge* (ponte), padrão este muito utilizado para fazer o desacoplamento da abstração de sua implementação (GAMMA et al., 2000).

Seguindo as etapas para a construção de uma narrativa apresentada da seção anterior, deve-se então, na Etapa 1, elaborar o Plano de Conteúdo, que deverá

[5] Para o Passo 7 as cenas Catástrofes e RD2 não precisam ser necessariamente apresentadas pelo professor; o importante é verificar se, a partir do Plano de Conteúdo e de Motivação, a narrativa conduziu os alunos de forma que a própria dinâmica de discussão já possa causar a sequência de Reação, Dilema e Decisão no aluno, na medida em que um aluno exponha sua solução, outro aluno questione (Reação), gerando um Dilema e na discussão o grupo tome uma Decisão sobre a solução proposta.

conter o(s) item(ns) de conhecimento a ser apresentado ao aluno, bem como os requisitos, conhecimentos prévios, necessários para que o aluno possa adquirir o(s) novo(s) item(ns) de conhecimento(VEGA, 2018). Os requisitos deverão utilizados na construção das cenas Contratempo.

Importante reforçar que o Plano de Conteúdo, em cursos de graduação, deve ser elaborado a partir da ementa da disciplina, da bibliografia básica e da experiência do professor.

Segue então o Plano do Conteúdo:

Tabela 8 : Plano de Conteúdo

Plano de Conteúdo	
Conhecimentos	- Padrão de Projetos *Bridge* - Desacoplamento da abstração e sua implementação.
Requisitos	- Programação Orientada a Objetos - Classe, Interface e Classe Abstrata - Herança - Polimorfismo - Importância da reutilização de código

Após a elaboração do Plano de Conteúdo, passa-se então para Etapa 2 a elaboração do Plano de Motivações para “despertar o interesse do aprendiz contextualizando a aplicação de conteúdos em situações-exemplo (VEGA, 2018, p.20)”. O Plano de Motivação deverá contextualizar o Plano de Conteúdo de forma que o aprendiz reconheça o contexto apresentado como algo familiar, próximo a sua realidade, possibilitando um maior envolvimento e engajamento do aluno. Essa contextualização indicará para um aluno um propósito, um objetivo para o novo conhecimento a ser apresentado.

> Um propósito é um fim em vista, isto é, envolve previsão das consequências que resultam de ação por impulso. Previsão das consequências envolve a operação da inteligência.(DEWEY, 1976)

No exemplo proposto será utilizado como contexto o desenvolvimento de jogos digitais (*games*) que deverão ser comercializados para diferentes dispositivos (celulares, computadores, consoles, etc.). Ocorre que cada dispositivo tem sua maneira de capturar a intenção do jogador (celulares via *touch screen*, computadores via teclado ou mouse, consoles via *joystick*, e outras variações). Nesse sentido não se pode permitir um acoplamento entre a núcleo do jogo com a forma de interação do usuário, sob pena de termos um código para cada dispositivo, não reutilizando código de uma versão para outra, o que aumentaria os custos não só de produção, mas também de manutenção e no lançamento de novas versões. Dito isto, tem-se o plano de motivação como:

Tabela 9 : Plano de Motivação

Plano de Motivação	
Motivação (investigação)	- Desacoplamento dos dispositivos de interação do núcleo central de um jogo digital
Requisitos	- Entendimento da Implementação de diversos dispositivos de interação

Ou seja, é necessário que o aluno já saiba implementar jogos utilizando teclado, mouse, entre outros, porém acoplados ao código no núcleo do jogo, tendo como efeito colateral o fato de aquele código, quando executado, só funcionará com teclado ou mouse, não estando preparado para outros dispositivos de interação.

Feitos os planos de Conteúdo e de Motivação passe-se então para Etapa 3 da proposta aqui apresentada que consiste na elaboração da Cena Objetivo da História OC2-RD2, devendo atender aos seguintes requisitos da Etapa 3:

1- Do ponto de vista da metodologia PBL, essa cena deve apresentar os Objetivos a serem atingidos pelo aluno no final do Ciclo. No procedimento apresentado nesse trabalho, essa cena deve atender os requisitos do

"Passo 1 – Exame do Caso" e do "Passo 2- Identificação do Problema" definido por Nuutila.

2- Também deve atender à técnica OC2-RD2, apresentando o Objetivo a partir de uma relação de causa e efeito entre os eventos da história. Ainda na técnica OC2-RD2, os objetivos devem ser apresentados como objetivos a serem atingidos por um ou mais personagens. A intenção é que eventuais críticas de solução sejam direcionadas ao comportamento do(s) personagem(ns), não do aluno. Preserva-se, assim, o aluno de críticas públicas aos seus próprios erros. Claro que os objetivos dos personagens na história OC2-RD2 devem coincidir com os objetivos do aluno no ciclo PBL projetado pelo professor, considerando o Plano de Conteúdo.

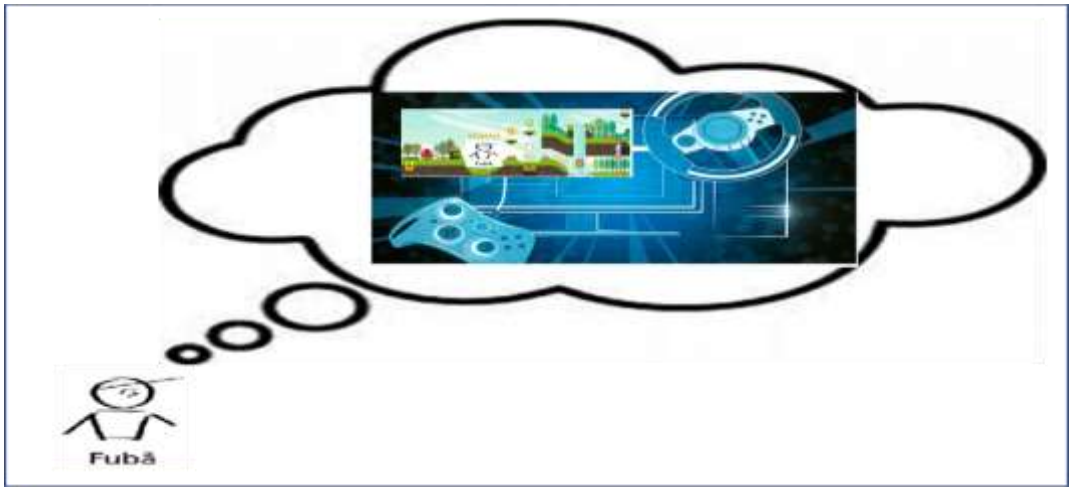
Para a cena a ser descrita considerou-se a **Causa** como a necessidade (**Problema**) e o **Efeito** a solução a ser desenvolvida (**Objetivo** a ser atingido).

Segue, então, a Cena

Tabela 10 : Cena Objetivo

Cena Objetivo da História
Fubã está animado, acaba de conseguir um estágio na *DevGames – Jogos Educacionais e Recreativos,* uma Startup de Jogos Digitais que acaba de receber um grande aporte de investimento para desenvolver jogos com versões para diversas plataformas. Para isto o diretor de desenvolvimento solicitou que a equipe elaborasse uma arquitetura (um Padrão de Projeto) que deverá ser utilizado por todos os jogos a serem desenvolvidos, de forma que os códigos de nenhum jogo ficassem "fortemente acoplados" a algum dispositivo específico de interação (Ex. teclado do computador ou Joystick do XBOX), permitindo a reutilização do código para diversas plataformas.

Fubã ficou animado com o desafio e já visualizou “seus” jogos sendo executados pelo mundo inteiro em computadores, consoles e muitos outros.



Inicialmente pode-se dizer que esse texto poderia ser escrito com mais elementos lúdicos ou sobre um jogo específico, mas o que será analisado aqui é se esse trecho atende aos requisitos expostos. A criação desta cena deve seguir a proposta da técnica OC2-RD2 vista no capítulo 4, porém neste capítulo 5 a história será analisada de forma que ela atenda aos requisitos, tanto do Ciclo PBL, quanto das características das cenas definidas pela técnica OC2-RD2, conforme segue:

Requisito 1 – A cena descrita permite aos alunos percorrerem o Exame de Caso e que identifiquem o problema?

Sim; a necessidade (de desacoplamento) é real e a solução (utilização do Padrão *Bridge*) para atendê-la (Objetivo) é amplamente utilizada.

Requisito 2 – A cena apresenta o objetivo em uma relação Causa e Efeito?

Sim; os alunos deverão identificar (com ajuda do professor na aula) que a reutilização de código é uma boa prática no desenvolvimento de software (Causa) e tornar parte do código independente do dispositivo de interação (Efeito) é um fator importante para a reutilização do código para gerar versões dos jogos para diferentes dispositivos.

Note que se tem uma relação da PBL com OC2-RD2, quando a *necessidade* (origem do problema) é a *causa;* e o *objetivo* (resolver o problema) é o *efeito*, essa característica importante na construção de cenas OC2-RD2 para um Ciclo PBL.

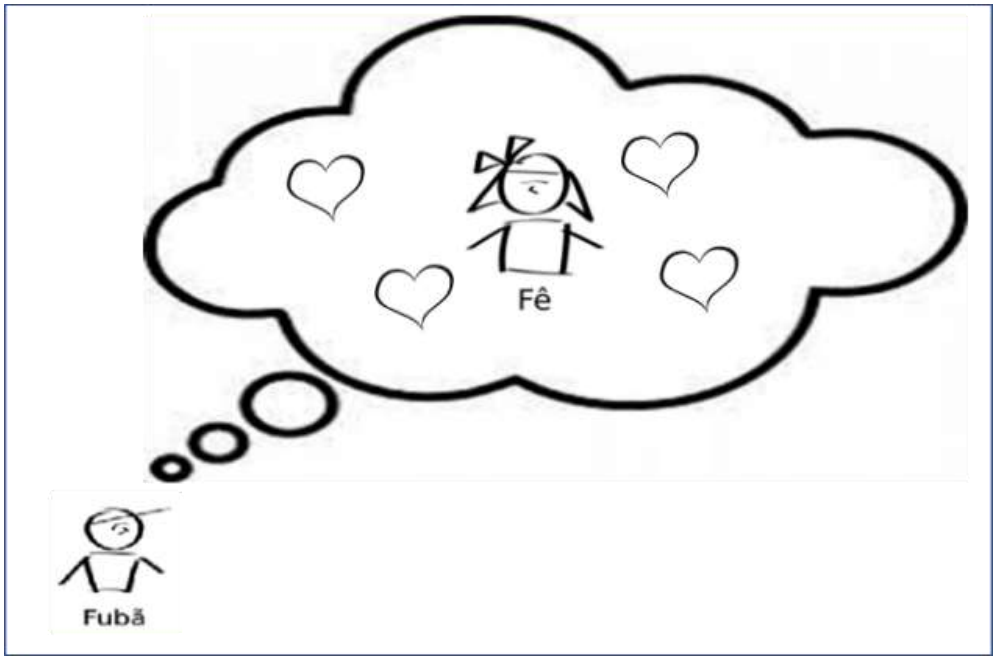
Após a narração ter sido iniciada por uma Cena Objetivo, esta poderá ser seguida por Cenas Contratempo e por Cenas Catástrofe, cabendo ao professor conduzir da maneira que considerar melhor.

Finalizada a Etapa 3, passa-se então para Etapa 4, a elaboração ne Cena(s) Contratempo para auxiliar os alunos a percorrerem os passos 3 e 4 de Nuutila, dessa forma, assim como a Cena Objetivo tem seus requisitos, a Cena Contratempo também deverá atender às necessidades dos Passos de Nuutila para o PBL e às características das Cenas-contratempo definida pelo OC2-RD2.

Considerando o Ciclo PBL, a primeira cena apresentada cumpre os requisitos dos passos 1 e 2; a nova cena agora deve conduzir os alunos a percorrerem o **Passo 3 – Brainstorming**, quando os alunos deverão expor ideias e conhecimentos prévios associados ao problema. e o **Passo 4 - Definição do Modelo Explanatório,** quando uma versão inicial da explicação para o problema é construída e os conceitos mais importantes e suas relações são identificados pelos alunos. Nesse sentido o primeiro requisito desta cena é auxiliar os alunos a recordar conhecimentos para que possam expor suas ideias, seus conhecimentos associados ao problema (Passo 3) e fazê-los a gerar boas hipóteses (Passo 4).

No caso de OC2-RD2, as Cenas Contratempo devem ser elaboradas de modo que o processo de lembrança, de acordo com Plano de Conteúdo, seja efetivamente estabelecido no aprendiz sendo esse o requisito que esta cena deve atender.

Tabela 11 : Cena Contratempo

Cena Contratempo
Após a exposição, o Diretor de Desenvolvimento saiu da sala e a equipe de desenvolvimento começou a discutir as possibilidades. Todos falam ao mesmo tempo e Fubã sai do sentimento de ansiedade e começa a cair no sentimento de desespero, pensando “Meu Deus, como fazer isso?”. Quando Fê então pede a palavra. - Nós desenvolvemos nossos projetos aqui utilizando os paradigmas da Programação Orientada a Objetos (POO), que nos dá duas ferramentas importantes, a Herança e o Polimorfismo. Ao ouvir isso Fubã fica feliz e volta a ficar ansioso e pensa “Eu sei, eu sei, lembro de ter visto isto na faculdade o semestre passado.” E a Fê continua: - Embora nunca utilizemos, acredito que os conceitos de Interface e Classe Abstrata talvez nos ajude. Fubã não entendeu, mas ficou encantado com a segurança que a Fê falava. 

Assim como na Cena Objetivo, o importante é verificar se esta Cena Contratempo cumpre os requisitos expostos anteriormente.

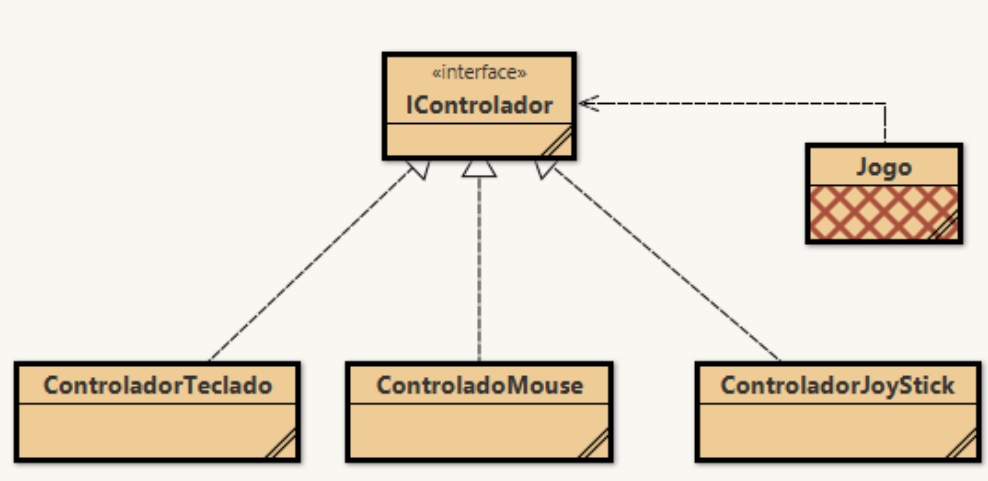
Sim, a cena expõe conceitos importantes para a solução do problema que o aluno deverá recordar e que estão no item Requisitos do Plano de Conteúdo (Programação Orientada a Objetos, Herança, Polimorfismo, Interface e Classe Abstrata).

Estando no **Passo 3 – Brainstorming** os alunos devem lembrar desses conceitos e tentar elaborar hipóteses para solução do problema, passando para o **Passo 4 – Definição do Modelo Explanatório** (Conjunto de Classes - Abstratas e Concretas - e Interfaces).

Embora o procedimento apresentado especifique apenas Cenas Contratempo na Etapa 4, O professor poderá, dependendo do caso, colocar outras cenas-Contratempo, seguidas ou não de cenas-Catástrofe, para percorrer os passos 3 e 4 do Ciclo PBL. Dessa forma, no exemplo apresentado aqui, serão apresentadas mais 2 cenas (uma cena Contratempo seguida por uma cena Catástrofes), ainda na Etapa 4 dentro dos passos 3 e 4 do Ciclo PBL. Essas cenas são necessárias em nosso exemplo para recordar a utilização de interface antes de se passar para a Etapa 5, quando se apresenta uma Cena Catástrofe para percorrer o **Passo 5** - **Definição dos objetivos de aprendizado** e encaminhar o aluno para o **Passo 6 – Estudo Independente**. Segue, então a as cenas.

Tabela 12: Cenas Contratempo e Catástrofe

Cena Contratempo seguida de Cena Catástrofe
No dia seguinte a equipe de desenvolvimento da *DevGame*s se reuniu para começar fazer um *Brainstorming* sobre as possibilidades da arquitetura atendesse o requisito colocado pelo Diretor de Desenvolvimento. Todos recordaram os conceitos de POO, após a colocação da Fê, até o Fubã, que estava ansioso para falar sobre o que tinha pensado. Nesse momento o Espec pede a palavra. - A Interface, como disse a Fê ontem, é um elemento importante da POO que permite o desacoplamento do código cliente das classes concretas, ficando o modelo dessa forma. (Espec apresenta o modelo abaixo)

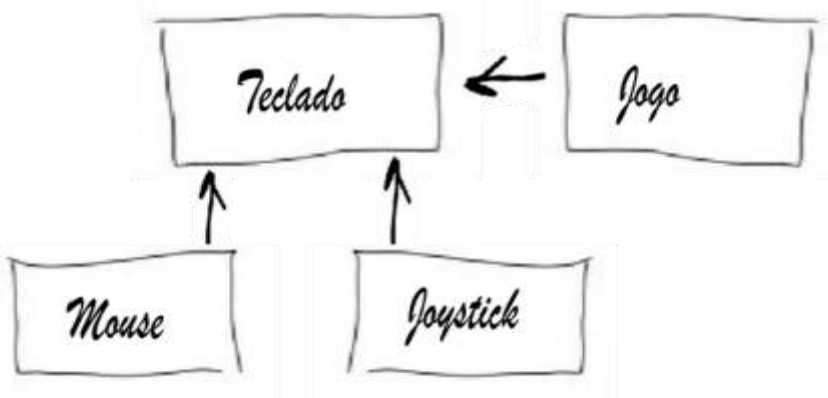


E Espec continua:

- Note que o Objeto instanciado a partir da Interface IControlador, e as Classes Herdeiras (ControladorTeclado, ControladorMouse e ControladorJoyStick), causará um efeito polimórfico neste objeto, devendo ser instanciado de acordo com o contexto de execução, permitindo a reutilização do código para diversas plataformas. A Interface IControlador deverá ter os métodos correspondente as ações possíveis no jogo, como Atirar, Correr, Pular, e cada implementação deverá implementar as ações de acordo com o seu dispositivo específico, por exemplo, no Teclado o Atirar pode ser a tecla coma a letra “X” e no Mouse o botão direito.

Todos olham a proposta do Espec e alguns até pensam “Esse é especialista!!!”.

Fubã então pega um papel é uma caneta e rascunha um modelo e mostra na mesa e pergunta: “Por que não pode ser assim??”



Fê olha e fica pensativa!!!!

Nessa cena temos a Cena Contratempo que ocorre quando Espec apresenta seu modelo para equipe, essa cena permite que os alunos recordem os requisitos apontados no Plano de Conteúdo, como uma boa utilização da Interface, elemento fornecido pelo paradigma de orientação a objeto. E a catástrofe é gerada pelo Fubã, quando fornece um novo modelo, de forma a testar a hipótese proposta pelo Espec, mas que na aula tem como principal função fazer com que os alunos compreendam de fato a explicação do Espec quando diz : “A Interface[...]permite o desacoplamento do código cliente, no nosso caso o jogo, das classes concretas, fato que o modelo do Fubã não contempla.

Do ponto de vista do OC2-RD2 a primeira cena (a fala de Espec) se caracteriza como uma Cena Contratempo por permitir ao aluno recordar os conceitos apontado no Plano de Conteúdo, um exemplo de aplicação de Interface. Já a segunda cena se caracteriza como Catástrofe por acionar os processos cognitivos de compreensão do aluno (VEGA, 2018) de forma a compreender a diferença entre o modelo proposto por Espec e do Fubã.

Do ponto de vista do PBL, ainda estamos no **Passo 3 – Brainstorming** e **Passo 4 – Definição do Modelo Explanatório**, quando os alunos deverão discutir as proposta de Espec e Fubã. Nesse sentido o professor deve ajudar o debate de forma que os alunos entendam que a hipótese levantada por Espec é mais adequada do que a do Fubã, mas sem revelar a hipótese correta, o Padrão *Bridge*.

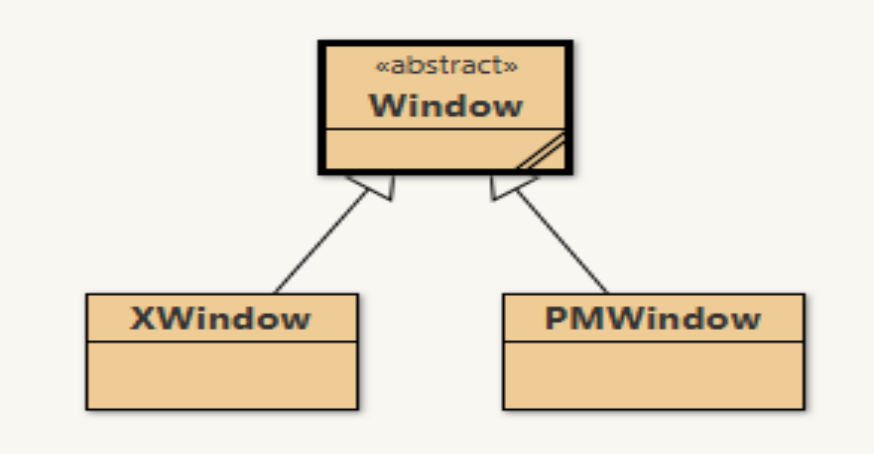
o **Passo 5 – Definição dos Objetivos de Aprendizado**.

Após percorrer os 4 primeiros passos é importante que os alunos tenham claro a resposta de algumas questões:

- Qual(is) o(s) problema(s) a ser(em) resolvido(s)?
- Quais os conhecimentos foram revistos?
- Qual o modelo explanatório?
- Quais hipóteses forma levantadas para solução do Problema?

Respondidas as questões aqui apresentadas e outras que o professor possa colocar, os alunos agora devem ser conduzidos a percorrer o **Passo 5 – Definição dos Objetivos de Aprendizado**. Após a discussão conduzida pelo professor, alguns alunos, se não todos, começarão acreditar que encontraram a solução adequada, quando uma nova Cena Catástrofe é apresentada.

Tabela 13: Cena Catástrofe (Final)

Cena Catástrofe
Após algumas explicações a dúvida, que não era só do Fubã, é resolvida e a equipe parece convencida de ter encontrada a solução, menos Espec. Quando então o Mestre Lum surge na mente de Espec, e com uma voz calma, totalmente diferente da ansiedade da equipe, fala para Espec: - *Essa solução não é a mais adequada, já vimos algo parecido no* livro *Padrões de Projetos" de Gamma, Helm e outros, lembra*? Espec continua pensativo, sendo especialistas mais experiente da equipe e com uma profunda base teórica e que não costumava entregar "de bandeja" os seus conhecimentos, soando por vezes até arrogante, querendo mesmo que os mais jovens "*andassem mais com as próprias pernas*" lição aprendia com o Mestre Lum. Foi quando então Espec começou a falar: - Calma pessoal, calma!! No livro do "Padrões de Projetos" de Gamma, Helm e outros é colocado um modelo equivalente ao que acabei de propor.    E Espec continua: - Bem, fica claro que a Classe Abstrata Window equivale a Interface IControlador, que eu propus, e as classes XWindow e PMWindow poderiam equivaler ao ControladorTeclado e Controlado Mouse.

Todos continuam ouvindo atentos, não entendendo se Espec iria confirmar ou refutar sua própria hipótese e Espec continua:
- Porém Gamma faz algumas considerações, digamos inconveniências, sobre esse desse modelo, propondo o Padrão Bridge, por isso sugiro que vocês façam a leitura deste trecho do livro e verifiquem o que ele sugere para depois continuarmos conversando. Pesquisem também outras fontes, por favor.
Fubã “pira”, Fê acha “de mais” e está louca para descobrir onde Espec quer chegar.

Catástrofe final, permitindo que os alunos concluam o **Passo 5 – Definição dos Objetivos de Aprendizado** e se encaminhem definitivamente para o **Passo 6 – Estudo Independente.** O professor poderá promover novos questionamento sem revelar as respostas, terminando de encaminhar os alunos para o Passo 6.

Espera-se que ao percorrer os passos 3, 4 e 5 os alunos elaborem algumas hipóteses minimamente coerente com os conhecimentos de POO, mas não o Padrão de Projeto *Bridge*. Independente disto, o professor pode elaborar uma nova cena-contratempo, apresentando uma hipótese gerada por um dos personagens e em seguida uma Cena Catástrofe. Lembramos que a técnica OC2-RD2, apresentada no capítulo 4 deste trabalho, prevê a possibilidade de uma sequência de cenas-contratempo seguida de cenas-catástrofe.

> As cenas de um ciclo de núcleo, por sua vez, estabelecem um ritmo de narração que se inicia por uma cena-objetivo, seguida por cenas-contratempo e, estas, por cenas-catástrofes (VEGA, 2018, p. 12).

A partir da referência indicada na história os alunos deverão pesquisar, por conta própria (Estudo Independente), encontrar o Padrão Bridge, responder as questões da história e adaptar o Padrão *Bridge* para as necessidades da *DevGames*. Esse processo considera-se como RD2-invertida, em uma alusão a Sala de Aula Invertida, pois diferente das cenas RD2 proposta pela técnica OC2-RD2 que deve ser narrada em 1º pessoa durante uma aula presencial, nesse

caso os alunos deverão experimentar a Reação, o Dilema e a Decisão na medida que se aprofundam no Estudo Independente, onde cada dúvida leva a uma Reação, que por sua vez gere um Dilema e que conduza a uma Decisão.

Com isso o aluno estará apto a fazer seu relatório e apresentar no encerramento do Ciclo PBL, percorrendo **Passo 7 - Discussão sobre o material de aprendizagem**, quando os alunos expõem e discutem suas descobertas, tendo a oportunidade de rever o conhecimento adquirido e incorporar novos conhecimentos trazido pelos colegas. No passo 7 o professor poderá conduzir os alunos a vários ciclos inspirados nas cenas tipo RD2, onde a cada exposição de um aluno se gera uma Reação, um Dilema e por fim uma Decisão. Dessa forma o mais importante é o professor verificar se a dinâmica da aula está gerando ciclos RD2, permitindo que os alunos façam reflexões sobre cada proposta apresentada. Caso não haja Reação ou Dilema, caberá o professor provocar Catástrofes, Reações e Dilemas, preparando perguntas para isto. Caberá também o professor garantir que os conhecimentos colocados no Plano de Conteúdo sejam adquiridos pelos alunos, encerrando assim o Ciclo PBL.

5.3 Aplicação da técnica: experiência e resultados

A técnica apresentada no exemplo anterior foi utilizada parcialmente, utilizando-se apenas as Etapas 1,2,3 e 4, no Curso de Engenharia Biomédica da PUC-SP no 2º Semestre de 2020 no módulo Fundamentos Computacionais para alunos do 2º Semestre do curso, sendo este o primeiro contato que os alunos têm com programação de computadores. Por se tratar de um Curso de Engenharia Biomédica, esse curso segue os 7 passos de Schimdt, porém, sem perda de generalidade, a técnica pode ser utilizada nesse caso para a elaboração e apresentação do problema na abertura do ciclo PBL.

Esse módulo foi composto por 5 Ciclos PBL, cada ciclo é feito em uma semana dividido da seguinte forma:

Tabela 14: Divisão do Ciclo PBL em uma semana (PUC-SP)

2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	2ª Feira
Tutoria Abertura do Ciclo	STI	STI	SLI	STB	Tutoria Encerramento do Ciclo

Tutoria: Nessa aula o problema é apresentado aos alunos, quando os alunos deverão então executar os Passos de 1 a 5 de Schmidt (1- Esclarecer termos e expressões no texto do problema, Passo 2 - Definir o problema, Passo 3 - Analisar o problema, Passo 4 - Sistematizar análise e hipóteses de explicação ou solução do problema, Passo 5 -Formular objetivos de aprendizagem**).** Essa aula abre e encerra o ciclo, i.e., se primeiro ela apresenta o problema, na semana seguinte cada aluno deve apresentar seu relatório onde será discutido as soluções encontradas (Passo 7 - Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema) fechando o ciclo.

STI (Sustentação Teórica Interativa): Nessa aula será apresentado ao aluno a sustentação teórica para auxiliar o aluno a resolver o problema enunciado na tutoria, nesse momento estamos executando o Passo 6 - Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente. Dito isto, esta aula não deve responder o problema, mas sim dar subsídios para que o aluno avance na sua pesquisa. O estilo dessa aula se aproxima mais do modelo conteudista, mas a diferença é que a teoria apresentada vem contextualizada com o problema apresentado na tutoria.

SLI (Sustentação Laboratorial Interativa): Nessa aula o aluno vai para o laboratório executar experiências laboratoriais preparados pelo professor ligado ao problema apresentado, porém sem responder diretamente suas questões. Essa aula também se refere ao Passo 6 - Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente.

STB (Sustentação Teórica Básica): São apresentados conceitos teóricos básicos na formação de um profissional específico (no caso Engenheiro Biomédico). O conteúdo desta aula pode ser dado de maneira independente ao problema apresentado na tutoria, por exemplo, no caso da PUC-SP, a STB é utilizada, também, para dar uma formação mais humanística, entre outros assuntos. Como o conteúdo da STB não precisa estar relacionado com problema, não vamos considerar essa aula como parte do ciclo PBL.

A sequência de STI, SLI e STB podem mudar de módulo para módulo, a única condição a ser seguida, nesse sentido, é que a Tutoria abra a semana.

Nesse sentido foi aplicado a técnica apresentada na seção anterior para compor as narrativas de abertura de cada semana. De acordo com a técnica proposta, as narrativas devem ter seu Plano de Conteúdo, Plano de Motivação, cena Objetivo e Cena(s) Contratempo.

As narrativas foram compostas pelo autor deste trabalho, utilizando a técnica aqui apresentada, de maneira colaborativa com os demais professores, tanto os de tutoria (foram 3 turmas de tutoria, cada uma com um professor), quanto os professores de STI e SLI.

Para cada ciclo foi gerado dois documentos com a narrativa, uma com a versão do professor e outra com a versão do aluno. A versão do professor contém o Plano de Conteúdo, Plano de Motivação e a narrativa com Cenas Objetivo e Contratempo. No final de cada ciclo, os alunos devem entregar seu portfólio apresentado o estudo realizado, a solução do problema e um resumo crítico sobre a tutoria.

Por se tratar dos 7 passos de Schimdt, após a narrativa, esse autor colocou no documento, como orientação para os demais tutores e professores de STI e SLI, quais questões seriam interessantes que fossem elaboradas pelos alunos

(Passo 3 – Analisar o Problema) e quais os termos desconhecidos (Passo 1 - Esclarecer termos e expressões no texto do problema) que os alunos deverão levantar. No Plano de Conteúdo, além de servir como guia para construção do Plano de Motivação e a elaboração das cenas, tiveram como objetivo nortear os professores de STI e SLI.

O exemplo a seguir foi o 3º problema apresentado para turma neste módulo, o problema anterior (Problema 2) introduziu os conceitos de Algoritmo, introdução a linguagem Python, Tipos de Dados, Estrutura de Seleção (desvio condicional IF), Expressão Booleanas e Teste de mesa. Segue então um exemplo da aula de Tutoria do terceiro ciclo PBL do módulo. Esse exemplo é a versão do professor, os itens em vermelhos devem ser retirados para versão do aluno.

Eixo Temático **INFORMÁTICA EM SAÚDE**	Módulo **FUNDAMENTOS COMPUTACIONAIS**	Turma **1o ANO, 2020**
Código **EIS – ICA**	Tema **FUNDAMENTOS COMPUTACIONAIS**	Título **Sequenciamento de DNA**
Data de Abertura **09.NOV.2020**	Data de Fechamento **15.NOV.2020**	Complexidade **ALTA**
Tutor: **Prof. Eduardo Savino, Prof. Getúlio Akabane e Prof. Rogério Cardoso**		

PROBLEMA 03

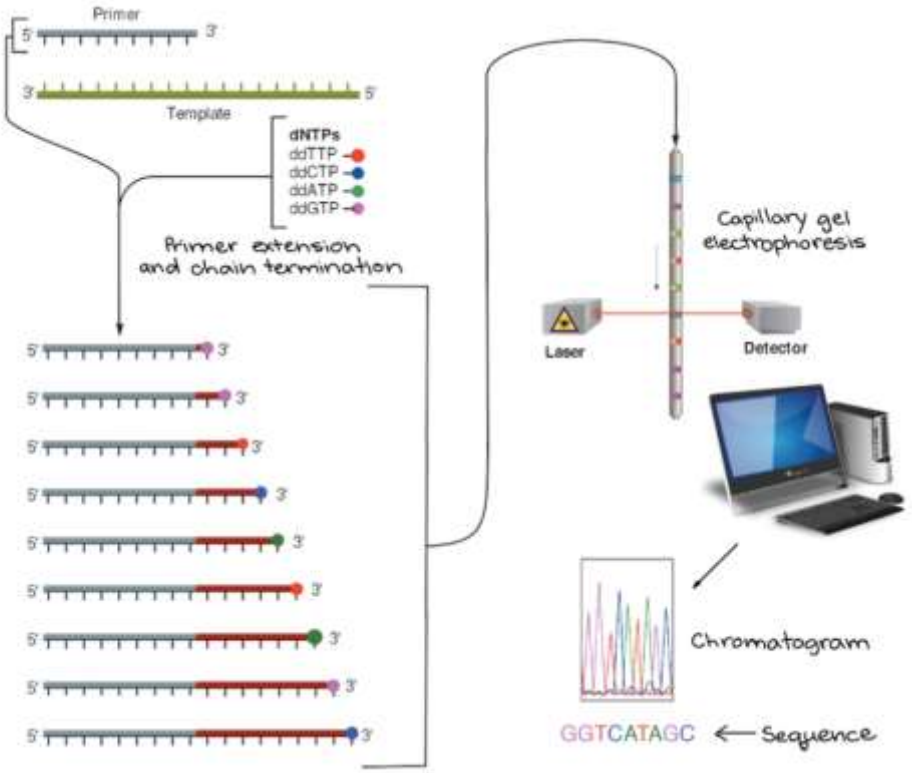
Plano de Conteúdo	
Conhecimentos (Objetivo)	Apresentar o Conceito de Lista: Criar uma Lista, Imprimir uma Lista, Entrar com uma lista via teclado, Encontrar um elemento da Lista, Calcular a Média de Uma Lista Apresentar o conceito de Estrutura de Repetição Fazer exemplos com For e While
Requisitos	- Noção de Algoritmo - Noção de Linguagem de Programação (Python) - Tipo de Dados: Numéricos, booleano, carácter e string - Expressões Booleanas (Lógica) (Ex. IF <Expressão Booleana))

Plano de Motivação	Implementar uma rotina que imprima uma sequência genética de um DNA utilizando como princípio o Método de SANGER

Motivação (investigação)- (Problema)	- A partir do Método de SANGER de sequenciamento de DNA, fazer um programa que imprima a sequência de um DNA em termos T, G , A e C
Requisitos	Nenhum

PROBLEMA 03

A diretoria do Hospital Pedra Única de Cristal, a pedido da Eng. Nádia, comprou um equipamento que permite fazer o sequenciamento de DNA utilizando o Método de SANGER, a ideia é que o hospital possa vender esse serviço.
O equipamento tem um detector que registra uma série de picos em intensidade de fluorescência no cromatograma, conforme mostrado na figura abaixo



Fonte:https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/ebba6687f584843d0f47bacf938c4c7b0ced1428.png

Através de uma conexão USB é possível ler essa série de picos registrados pelo detector. Os dados fornecidos pelo detector são uma sequência de números onde cada número representa um pico do cromatograma e cada número um dos quatro nucleotídeos (subunidades) de uma cadeia de DNA da forma:

A (Adenina) = 1
C (Citosina) = 2
G (Guanina) = 3
T (Timina) = 4

Pela documentação do equipamento comprado uma sequência (**1,2,2,3,4,4,2,2,1,2**) equivale a uma sequência de DNA **ACCGTTCCAC.**
O problema é que não há um programa de computador (um software) que funcione nos atuais equipamentos do hospital. Dessa forma a Eng. Nádia solicitou

aos estagiários que desenvolva uma POC (Prova de Conceito) que dado uma sequência numérica de **1**,**2**,**3** e **4** imprima uma sequência de DNA em termos dos nucleotídeos **A**, **C**, **G** e **T**.
Dessa vez a Eng. Nádia se adiantou e apresentou o algoritmo abaixo

Algoritmo SeqDNA
Objetivo: Imprimir uma sequência de DNA
Entrada: Lista numérica com os números 1,2,3 e 4
Saída: Sequência de nucleotídeos **A**, **C**, **G** e **T** equivalente
Descrição do Algoritmo
INÍCIO
Lista=[1,2,2,3,4,4,2,2,1,2]
i=0
Enquanto (i<tamanho(lista))
Se Lista[i]=1 então nuc=”A”
Senão Se Lista[i]=2 então nuc=”C”
Senão Se Lista[i]=3 então nuc=”G”
Senão nuc=”T”
Imprimir(nuc)
FIM

Os estagiários viram o algoritmo e a Fê fez alguns comentários:
- Este algoritmo utiliza o ***loop*** (laço de repetição) ***While*** (enquanto) e um contador **i** para *varrer* a ***lista,*** que no algoritmo apresentado, ela esqueceu de incrementar. Além disso pressupõe que nunca vai ter uma entrada inválida, um pico igual 0 ou 5 por exemplo. Por isso sugiro o algoritmo abaixo como POC onde utiliza a estrutura ***For*** , que em Python já *varre* uma lista de maneira mais fácil.

Algoritmo SeqDNA
Objetivo: Imprimir uma sequência de DNA
Entrada: Lista numérica com os números 1,2,3 e 4
Saída: Sequência de nucleotídeos **A**, **C**, **G** e **T** equivalente
Descrição do Algoritmo
INÍCIO
Lista=[1,2,2,3,4,4,2,2,1,2]
Sequencia=””
Para cada pico na lista
Se pico=1 então nuc=”A”
Senão Se pico=2 então nuc=”C”
Senão Se pico=3 então nuc=”G”
Senão Se pico=4 então nuc=”T”
Senão nuc=”X”
Sequencia= Sequencia+nuc
Imprimir(Sequencia)
FIM

Fubã e Ôcara não entenderam nada, cada um pegou um dos algoritmos e foi tentar implementar em Python.

PALAVRAS DESCONHECIDAS
DNA, Sequenciamento de DNA. Métodos SANGER, Cromatograma, nucleotídeos, Conexão USB, Loop, For, While e Lista

AS QUESTÕES PRINCIPAIS SÃO:
Como implementar os algoritmos em Python?

Como o algoritmo da Fê resolve o problema da uma entrada inválida pelo detector do equipamento?
Qual é a diferença de loop utilizando *For* e *While*?
Qual a diferença entre os algoritmos e suas implementações em Python?
Qual o impacto no funcionamento do algoritmo proposto pela Eng. Nadia o fato de ela ter esquecido de incrementar o contador i?
O que é um contador em um algoritmo?

Nota-se no exemplo apresentado as 4 primeiras etapas para construção da narrativa proposta, Etapa 1 – Plano de Conteúdo, Etapa 2 – Plano Motivação, Etapa 3 – Cena Objetivo e Etapa 4 – Cena Contratempo. Conforme o Plano de Conteúdo o objetivo da tutoria da semana era introduzir os conceitos de Lista e de Laços de Repetição, para isto a narrativa contextualiza o problema utilizando o método de Sanger para o sequenciamento de DNA (Plano de Motivação) e com isso a necessidade de se desenvolver um aplicativo, ficando assim a Cena Objetivo. Em seguida apresenta-se uma Cena Contratempo, recuperando os conhecimentos de algoritmos do aluno e a utilização do conceito de desvio condicional (se..então) que foi colocado como requisito no Plano de Conteúdo. Na mesma cena se introduz um novo conhecimento (extensão da cena Contratempo conforme colocado no início deste capítulo) que são as duas estruturas de repetição apresentada nos dois algoritmos, permitindo que os alunos percorram os Passos 1, 2, 3 e 4.

Após o final desta tutoria os alunos entregaram o portfólio, onde um dos itens é um resumo crítico. Segue abaixo alguns resumos críticos referente ao Problema 3 apresentado.

Tabela 15: Retorno dos alunos (Resumo Crítico)

Aluno 1
RESUMO CRÍTICO: Eu achei o problema uma proposta bem interessante para o entendimento de aplicações práticas e funcionais de códigos na área da saúde. Além disso, por ser necessário entender como seria aplicado o código antes de sua criação, foi uma experiência interessante realizar todas as pesquisas necessárias.
Aluno 2
RESUMO CRÍTICO O problema apresentado nos faz imergir em uma situação onde dois algoritmos com finalidade de sequenciar o DNA são construídos, inicialmente apresentados em forma de

português estruturado, analisando os dados apresentados e verificando possíveis erros através do teste de mesa. Assim, ao traduzir os dois programas para python, verifica-se que o algoritmo da engenheira Nádia apresenta um erro na repetição feita pelo comando "while" e não possui condição para diferenciar valores inseridos fora do intervalo de 1 a 4. Assim, para solucionar tais erros, é necessário a inserção de uma operação para que, cada vez que validada, a condição se torne falsa, e inserir uma condição que emita um resultado diferente caso seja atribuído um valor fora de 1 a 4.

Aluno 3

RESUMO CRÍTICO:

O problema da semana foi um dos mais estimulantes até agora. Possui uma boa gama de conteúdo e uma ótima contextualização na área de engenharia biomédica, podendo nos fazer estudar a programação em uma eficiência de trabalho genético. O fato de conter um "erro" dentro do problema para ser encontrado foi a parte mais interessante.

Aluno 4

RESUMO CRÍTICO:

Com a carga de conhecimento acumulada, este portfolio pareceu um verdadeiro exercício de Programação. Com a inserção do problema no contexto de Sequenciamento de DNA, permitiu-se um estudo básico de uma situação cotidiana em ambiente hospitalar, mantendo o aspecto biológico do Problema, ao mesmo tempo que permitiu o estudo e desenvolvimento de uma ferramenta muito recorrente e essencial no ambiente computacional, que seria as estruturas de repetição, permitindo ao aluno um estudo auto dirigido da mesma.

Aluno 5

RESUMO CRÍTICO:

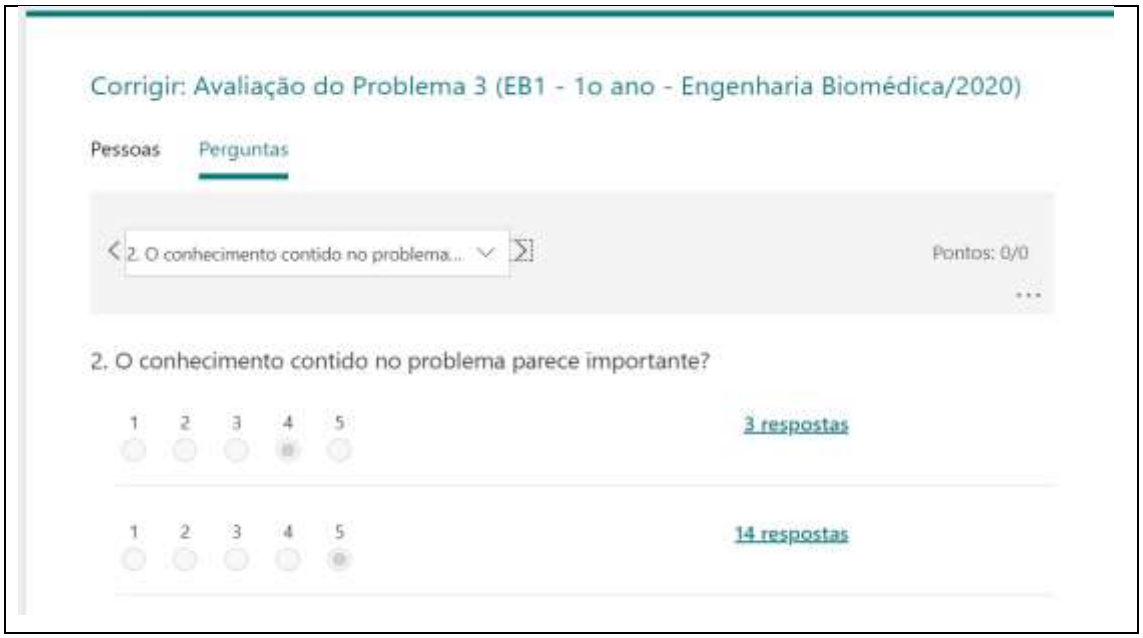
O problema dessa semana é essencialmente sobre o desenvolvimento de uma prova de conceito para fazer o sequenciamento de DNA. Esse problema, portanto, estimulou bastante aprendizagem, pois permitiu aprendizagem em novos conceitos de programação em python como loops de repetição e o conceito de lista. Além da parte de programação também aprendemos sobre o método SANGER de sequenciamento de DNA, o que é um método bastante interessante.

Expressões como "proposta bem interessante", "nos faz imergir em uma situação", "O problema da semana foi um dos mais estimulantes" e "Esse problema [...] estimulou bastante aprendizagem", permite-se concluir que esses alunos se engajaram da solução do problema proposto.

Além do resumo crítico, um questionário realizado pela Coordenadora do Curso de Engenharia Biomédica, a Profa. Dra. Carla Guimarães, foi aplicado aos

alunos referentes ao problema de cada semana. O questionário é aplicado no encerramento de cada tutoria, com 10 questões, para avaliar o módulo da semana. Destaca-se aqui 2 perguntas do questionário referentes ao problema 3, ora mostrado:

Tabela 16: Retorno dos alunos (Questionário da Coordenação)



A primeira pergunta, “[O problema 3] Foi motivador, estimulou a aprendizagem?” teve 94% das respostas com avaliação 4 ou 5, levando-se a concluir que o Plano de Motivação e sua implementação cumpriu seus objetivos. Já a segunda pergunta “Se o conhecimento contido no problema parece importante?” com 100% das respostas com avaliação 4 ou 5 também permite concluir que o Plano de Conteúdo foi também bem implementado na narrativa.

Diferente do Resumo Crítico que foi coletado apenas entre os alunos do pesquisador desse trabalho, no caso do questionário as respostas foram dadas por alunos das três turmas de tutoria, de três professores diferente, indicando que a apresentação do problema elaborado a partir da técnica pode ter influenciado nas respostas além da condução de cada tutor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho foi iniciado sob a perspectiva e prática docente de quase 30 anos deste pesquisador e constatação da dificuldade do aluno na elaboração de hipóteses para solução de problemas. Mediante uma situação problema ou desafiadora dentro de uma sala de aula ou laboratório, constatou-se que por muitas vezes o aluno não tinha capacidade de fazer análise, muito menos elaborar uma hipótese de como resolvê-la.

A pesquisa começou no sentido de se verificar o que a literatura já havia descrito sobre isso, e se chegou então às 5 fases do pensamento reflexivo proposto por Dewey, a problematização como seu gatilho e a elaboração de hipóteses como uma de suas fases. No mesmo sentido se encontrou Freire caracterizando a Transitividade Crítica como uma interpretação mais profunda dos problemas, quando se procura testar os “achados” (hipóteses). Freire propõe a “Educação Problematizadora” tornando a educação e a investigação momentos de um mesmo processo.

A partir destes dois autores, Muraro propõe o pensamento reflexivo para superar o método de tentativa e erro, tão comum entre alunos de graduação de computação. E Gasque (2011) mostra que a falta do pensamento reflexivo também foi verificada em alunos de mestrado e doutorado, não se restringindo a alunos de graduação, como um possível reflexo de que na graduação tal tipo de pensamento não tenha sido trabalhado. A importância do Profissional Reflexivo e de um Professor Reflexivo, caracterizando-os como profissionais que se permitem serem surpreendidos, foi abordado em Schön (1997) e a capacidade de análise e reflexão como habilidades necessárias para o profissional do futuro também teve destaque no World Economic Forum 2020.

Visto a importância de se formar um profissional com a habilidade do pensamento reflexivo e considerando a problematização como um gatilho, essa pesquisa foi verificar metodologias de ensino que propiciem, em um processo de ensino e aprendizagem, o desenvolvimento no aluno destas habilidades. Dessa forma as Metodologias Ativas se apresentaram como uma alternativa importante,

pois uma característica compartilhada por essas metodologias é a ênfase no protagonismo do aluno, tornando-o mais participativo e reflexivo.

Entre as Metodologias Ativas apresentadas nesse trabalho, tomou-se a metodologia PBL (*Problem Base Learning*) como uma alternativa interessante para desenvolver um processo de ensino e aprendizagem que favorece o pensamento reflexivo no aluno. Optou-se por essa metodologia pelo fato desta partir da problematização para apresentação do conteúdo. Além disso tem-se em Schmidt (1983) um método bem definido de implementação da metodologia com os seus 7 Passos para isso, posteriormente adaptado para o ensino de computação por Nuutila, Törmä e Malmi (2005), sendo que em ambos os casos se tem, em um dos seus passos, a elaboração de hipóteses. Dessa forma a metodologia PBL tem, entre suas características, a problematização e a elaboração de hipóteses indo ao encontro dos trabalhos de Dewey, Freire, entre outras já apresentados.

Trabalhos utilizando PBL com *Storytelling* e *Digital storytelling* também vem sendo desenvolvidos para diversas áreas, indicando a importância das narrativas como ferramenta de ensino, porém não oferecem uma técnica procedimental para o desenvolvimento de narrativas, mas trazendo indicadores da melhoria de desempenho dos alunos.

Durante a pesquisa verificou-se a ausência de literatura de como elaborar e apresentar um problema para o aluno na metodologia PBL, nos trabalhos estudados nenhum deles abordaram a questão de como elaborar um problema. Embora localizadas referências sobre o uso de narrativas na metodologia PBL (SCHMIDT, 1983; AMBRÓSIO e MOREIRA COSTA, 2010; ABREU, 2009; BACICH e MORAN, 2017), não se encontrou nenhuma descrição minimamente procedimental para a construção de narrativas para a elaboração e apresentação de problemas no PBL.

Inspirado na metodologia OC2-RD2, técnica de construção de narrativas para ensino de computação, que tem nas suas cenas uma estrutura de narrativa e passos bem descritos para sua elaboração de narrativa, esse trabalho então

buscou sistematizar a criação de narrativas para elaboração e apresentação de problemas propondo as 7 Etapas para construção de narrativas OC2-RD2 para a metodologia PBL.

A técnica OC2-RD2, com diversos trabalhos publicados, vem no sentido de indicar procedimentos cada vez mais claros na construção de uma narrativa para o processo de ensino e aprendizagem, dessa forma esse trabalho relacionou a técnica OC2-RD2 com os 7 Passos de Nuutila, demonstrando um caminho, minimamente procedimental, para o professor desenvolver uma narrativa para a metodologia PBL que permita o aluno se engajar no processo de ensino e aprendizagem utilizando a metodologia PBL

Seguindo uma linha de pesquisa exploratória para a construção de narrativas para PBL, este estudo verificou as características das cenas e demais elementos da técnica OC2-RD2, bem como a dinâmica de uma implementação dos 7 Passos proposto por Nuutila e coautores, e também os artigos e trabalhos científicos (mestrados, doutorados) realizados sobre a técnica.

A partir do estudo da técnica OC2-RD2, identificou-se que o Plano de Conteúdo, seguido do Plano de Motivação, que deve contextualizar o problema, são elementos OC2-RD2 que ajudam o professor elaborar problemas que permitam o aluno a trilhar um caminho para atingir os objetivos do processo de ensino e aprendizagem.

Para comunicar o problema de maneira a envolver e engajar o aluno, essa tese propõe a elaboração de narrativas utilizando as estruturas das cenas da técnica OC2-RD2. As características de cada tipo de cena auxiliam o aluno a percorrer o Ciclo PBL, facilitando a construção de narrativas para a metodologia PBL

Diferente dos passos propostos para a metodologia PBL, esta tese identifica e propõe etapas antes da apresentação do problema a partir do Plano de Conteúdo e o Plano de Motivação proposto na técnica OC2-RD2.

Feito o Plano de Conteúdo e Motivação, inicia-se então a construção da narrativa OC2-RD2; a primeira cena deve ser a apresentação do problema, quando se propõe a Cena Objetivo, permitindo ao aluno fazer o Exame de Caso e a Identificação do Problema. Para o Brainstorming e a Definição do modelo exploratório se propõe as Cenas Contratempo, momento no qual o aluno deve recuperar conhecimento que permita compreender melhor o problema e elaborar hipóteses, para definir um modelo exploratório. E para que o aluno consiga definir os objetivos de aprendizagem e prepará-lo para o estudo independente foi proposto a Cena Catástrofe.

Para o Estudo Independente esse trabalho acrescenta à técnica OC2-RD2 as cenas RD2-Invertida (Cenas Reação, Dilema e Decisão – Invertida), em uma alusão à Sala de Aula Invertida, pois diferente das cenas RD2 propostas pela técnica OC2-RD2 que deve ser narrada em 1º pessoa durante uma aula presencial, a RD2-Invertida é experimentada pelo aluno quando este está realizando seu estudo independente. Por último, quando os alunos devem apresentar e discutir sobre o material de aprendizagem, foi proposto que o professor poderá conduzir os alunos à vários ciclos inspirados nas cenas tipo RD2, quando a cada exposição de um aluno deve gerar uma Reação, um Dilema e por fim uma Decisão no grupo.

Dessa forma, esse trabalho demonstrou que a técnica OC2-RD2 pode ser uma importante aliada do professor na construção de narrativas para elaboração de problemas para a metodologia PBL. As cenas que compõem as narrativas elaboradas pela técnica OC2-RD2 devem ser criadas a partir do Plano de Conteúdo e do Plano de Motivação; estes elementos permitem a construção de narrativas para apresentação do problema em uma metodologia PBL, de forma a gerar um maior engajamento do aluno e uma maior aderência ao conteúdo planejado.

O retorno positivo obtido nas avaliações dos alunos submetidos ao método, testado em disciplina organizada no 2º semestre de 2020, possibilitaram verificar com sucesso a hipótese deste trabalho. Contudo, é preciso aplicá-lo em outros

módulos e turmas para confirmar se os resultados se repetem, incluindo outros docentes que poderiam também avaliar o método. Além disto, ao final deste trabalho sugere-se: realização de estudo de caso aprofundado, utilizando indicadores que permitam verificar seu impacto no processo de ensino aprendizagem

Como próximos passos para a continuidade dessa pesquisa pode-se sugerir:

- Verificar a possibilidade desse trabalho ser estendido para metodologia *Project Based Learning*, uma vez que esse trabalho considerou apenas a metodologia *Problem Based Learning*,

- A possível contribuição que este trabalho possa dar nas experiencias de ensino e aprendizagem utilizando *Storytelling* e *Digital Storytelling,* quando estas estão sendo utilizada na metodologia PBL.

- Um estudo de caso mais aprofundado utilizando esse trabalho com indicadores que permitam verificar seu impacto no processo de ensino e aprendizagem para de programação de computadores.

- A possibilidade da utilização deste trabalho em outras áreas de conhecimento além da computação.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. R. P. **Contexto atual do ensino médico: metodologias tradicionais e ativas - necessidades pedagógicas dos professores e da estrutura das escolas**. 2009. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18510/000729487.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2020.

AMBRÓSIO, A. P.; COSTA, F. M. **O uso de PBL para o Ensino de Algoritmos e Programação de Computadores**. 2010, São Paulo: PBL 2010 Congresso Internacional., 2010. p. 8–12.

ANGELO, M. F. et al. Aplicação e Avaliação do Método PBL em Um Componente Curricular Integrado de Programação de Computadores. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n. 2, p. 31–43, 2014.

BACICH, L.; MORAN, J. M. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática - e-Book Kindle**. Porto Alegre: Penso, 2017.

BARBOSA, L. M. **Ensino De Algoritmos Em Cursos De Computação**. São Paulo: EDUC, 2001.

BARRETT, T.; MAC LABHRAINN, I.; FALLON, H. Understanding problem-based learning. **Handbook of Enquiry & Problem Based Learning**, n. Janeiro, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242683636_Understanding_problem-based_learning>. Acesso em: 21 maio 2020.

BARROWS, H. AND TAMBLYN, R. **Problem-based Learning: An Approach to Medical Education.** New York: Springer, 1980.

BAUMAN, Z. Entrevista sobre a educação. desafios pedagógicos e modernidade líquida. **Cadernos de Pesquisa**, v. 39, n. 137, p. 661–684, 2009.

BELL, S. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. **The**

Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, v. 83, n. 2, p. 39–43, 2010.

BEZERRA, A. C.; SCHNEIDER, M.; BRISOLA, A. Pensamento reflexivo e gosto informacional: Disposições para competência crítica em informação. **Informacao e Sociedade**, v. 27, n. 1, p. 7–16, 2017.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11205-pces136-11-pdf&category_slug=julho-2012-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 5 jan. 2021.

BUTTIGNON, K. et al. A Practice Of A Narrative Lesson Model Using Fables Based On The OC2-RD2 Technique In The Teaching Of Computer Programming. **International Journal of Professional Business Review**, v. 3, n. Março, p. 253–263, 2018.

BUTTIGNON, Karina. **Projeto de uma Linguagem de Modelagem de Cenários para um ambiente Presencial, Interativo e Híbrido de Aprendizagem OC2-RD2**. 2020. PUC-SP, São Paulo, 2020.

_____. **Um protótipo de autoria de histórias OCC-RDD para ambientes de aprendizagem presencial**. 2015. 125 f. Tecnologia da Inteligência e Design Digital, 2015.

CORTELLA, M. S.; DIMENSTEIN, G. **A era da curadoria : o que importa é saber o que importa!** Campinas,SP: Papirus 7 Mares, 2015.

DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação**. 4ª ed. São Paulo: EDITORA NACIONAL, 1979. v. 21.

_____. **Experiencia e Educação**. 3ª ed. São Paulo: EDITORA NACIONAL, 1976.

_____. **HOW WE THINK**. Edição do Kindle: ENDYMION PRESS, 2016.

DIESEL, A.; BALDEZ, A.; MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288,

2017.

FERRARI, C. M. **Proposta de uma arquitetura de software para uma ferramenta para análise de textos com estrutura OCC-RDD por meio de tradução com semântica de redes de Petri.** Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) PUC-SP, São Paulo, 2017.

FONTELLES, M. J. et al. **Metodologia da pesquisa científica: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONTES, M. M. **Gatilhos de desafios para o desenvolvimento de jogos e narrativas instrucionais**. 2017. 212 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) PUC-SP, São Paulo, 2017.

_____. Narrativas com Gatilhos de Desafios em um ambiente de aprendizagem PBL no estudo de game design. **Educ. em jogo experîencia, ensino e Aprendiz.** São Bernardo do Campo: Editora C0D3S, 2019. p. 241–264.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

_____. **Pedagogia Do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. v. 21.

GAMMA, E. et al. **Padrões de Projeto - Soluções Reutilizaveis de Software Orientado a Objetos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GARUD, R. On the distinction between know-how, know-why, and know-what. **Adv. Strateg. Manag.** [S.l.]: JAI Press Inc, 1997. v. 14. p. 81–101. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285475792_On_the_distinction_between_know-how_know-why_and_know-what>. Acesso em: 13 nov. 2020.

GASQUE, K. Pesquisas na pós-graduação: o uso do pensamento reflexivo no letramento informacional. **Ciência da Informação**, v. 40, p. 22–37, 2011.

GATTI, D. C. **Ensino de Programação: a modelagem como estratégia para ampliar a compreensão dos alunos**. 2009. 148 f. Dissertação (Doutorado em

Educação Matemática)PUC-SP, São Paulo, 2009.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. a Função Do Problema: Aproximações Entre Vygotsky E Freire Para a Educação Em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 347–368, 2020.

GOYA, E. L. **FALCOM e ambientes de aprendizagem: Uma ferramenta interativa para potencializar a narração de histórias educacionais.** 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2014.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended Usando a Inovação Disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

KOKOTSAKI, D.; MENZIES, V.; WIGGINS, A. Project-based learning: A review of the literature. **Durham Research Online**, p. 267–277, 2016.

LIMA, J. W. F.; MEIRELES, A. M. R. METODOLOGIAS DE ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO. **Revista Expressão Católica**, p. 167–161, 2014.

LIMA, V. V. Espiral construtivista: Uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface: Communication, Health, Education**, v. 21, n. 61, p. 421–437, 2017.

MINAYO, M. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12ª ed. São Paulo: HUCITEC, 2010.

MORAN, J. **A Educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. [S.l.]: Papirus Editora, 2007.

_____. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. **Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento**, p. 25–35, 2017. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

_____. Mudando a educação com metodologias ativas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v. II, p. 15–33, 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-

content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2ª ed. Brasília-DF: Cortez, 2000.

MURARO, D. N. Relações entre a filosofia e a educação de John Dewey e de Paulo Freire. **Educação & Realidade**, v. 38, n. 3, p. 813–829, 2013.

NUUTILA, E.; TÖRMÄ, S.; MALMI, L. PBL and computer programming — the seven steps method with adaptations. **Computer Science Education**, v. 15, n. 2, p. 123–142, 2005.

PANASAN, M.; NUANGCHALERM, P.; MUANG, A. Learning Outcomes of Project-Based and Inquiry-Based Learning Activities Department of Curriculum and Instruction , Faculty of Education , Mahasarakham University , Mahasarakham 44000 Thailand. **Journal of Social Sciences**, v. 6, n. 2, p. 252–255, 2010. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED509723.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2021.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47–61, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

PEIRCE, C. S. **SEMIÓTICA**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

PERKINS, D.; MARTIN, F. **Fragile Knoleddge and Neglected Strategies in Novice Programers**. . Washington, DC: Educational Resources Information Center (ERIC), 1985.

PIMENTA, S. G. Professor Reflexivo: construindo uma crítica. **Professor Reflexivo no Brasil**, p. 17–52, 2002.

POLYA, G. **"How to Solve It" list**. 2a. ed. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1973.

ROMERO-ARIZA, M. et al. Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-based Learning (IBL) and its Enactment. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 1, p. 1–16, 2019.

SCHMIDT, H. G. Problem-based learning: Rationale and description. Med Educ 17:11–16. **Medical Education**, v. 17, n. 1, p. 11–16, 1983.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. **Os Professores e a sua formação**. 3ª ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997. p. 79–92.

SILVA, D. H. **Arquitetura de Agentes para a Geração Automática de Roteiros OCC-RDD.** Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital), PUC-SP, São Paulo, 2015.

SILVA, J. G. A.; PEIXOTO, M. A. P.; JERÔNIMO, I. O "Pensamento Reflexivo" de Dewey e a influência no processo ensino-aprendizagem: aplicações nas Ciências da Saúde. **Anais do III Encontro Nac. Ensino Ciências da Saúde e do Ambiente** Niteroi/RJ: [s.n.], 2012. . Disponível em: <http://www.enecienciasanais.uff.br/index.php/ivenecienciassubmissao/eneciencias2012/paper/download/328/199#:~:text=A PEDAGOGIA DE DEWEY NAS,importante no ensino de saúde.>. Acesso em: 23 out. 2020.

SOUZA, N. G. de; SILVEIRA, S. R.; PARREIRA, F. J. Proposta de uma Metodologia para Apoiar os Processos de Ensino e de Aprendizagem de Lógica de Programação na Modalidade de Educação a Distância. **Educaçao Cultura e Comunicação**, v. 9, n. 18, p. 207–232, 2018.

STAKER, H.; HORN, M. B. Classifying K – 12 Blended Learning. **INNOSIGHT Institute**, n. May, p. 1–17, 2012. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. spe4, p. 79–97, 2014.

VEGA, Í. S. Adaptive specifications and emotions: A model of narrative generation for interactive learning environments. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 3, p. 753–761, 2015.

_____. **Elaboração de Histórias OC2-RD2**. **Relatório de projeto 5095-PIPAD - PUC-SP**. São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285475792_On_the_distinction_between_know-how_know-why_and_know-what>. Acesso em: 21 maio 2020.

VENDRAMEL, W.; GUIRELLI, H.; VEGA, I. S. A utilização de estruturas narrativas OC2-RD2 no ensino de computação: um relato de experiência. **Deflagração Ações voltadas à Formação Docente**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2020. p. 107–115.

WESTBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. **John Dewey**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco (Educadores), 2010. v. 9.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2020 | World Economic Forum**. **Research Report**. [S.l: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>. Acesso em: 18 dez. 2020.