

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

PAULO SANTANA ROCHA

**MODELAGEM VISUAL BASEADA EM BLOCOS ENCAIXÁVEIS
COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO PROCESSO ENSINO-
APRENDIZAGEM**

Porto Alegre
2021

PAULO SANTANA ROCHA

**MODELAGEM VISUAL BASEADA EM BLOCOS ENCAIXÁVEIS
COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO PROCESSO ENSINO-
APRENDIZAGEM**

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

Orientador: Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Coorientadora: Profa. Dra. Raquel Salcedo Gomes

Linha de Pesquisa:
Ambientes Virtuais e Ensino a Distância

Porto Alegre
2021

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Santana Rocha, Paulo

MODELAGEM VISUAL BASEADA EM BLOCOS ENCAIXÁVEIS COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM / Paulo Santana Rocha. -- 2021.

136 f.

Orientador: José Valdeni de Lima.

Coorientadora: Raquel Salcedo Gomes.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Bloco Conceitual. 2. Modelagem do ensino e da Aprendizagem. 3. Programação Visual. 4. Planejamento Didático. 5. Trajetórias de Aprendizagem. I. de Lima, José Valdeni, orient. II. Salcedo Gomes, Raquel, coorient. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Dr. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Profa. Dra. Jane Fraga Tutikian

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Dr. Celso Loureiro Chaves

Diretor do CINTED: Prof. Dr. Leandro Krug Wives

Coordenador do PPGIE: Profa. Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco



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

**ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
PAULO SANTANA ROCHA**

Às quatorze horas do dia vinte e dois de junho de dois mil e vinte e um, no endereço eletrônico <https://mconf.ufrgs.br/webconf/00002540>, conforme a portaria 2291 de 17/03/2020 que suspende todas as atividades presenciais possíveis, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Alberto Bastos do Canto Filho, Maria da Graça Pimentel, Simone C. Oliveira Conceição para a análise da Defesa de Tese de Doutorado intitulada “Modelagem Visual baseada em Blocos Encaixáveis como Instrumento de Apoio ao Processo Ensino-Aprendizagem” do doutorando de Pós – Graduação em Informática na Educação Paulo Santana Rocha sob a orientação do Prof. José Valdeni de Lima e coorientação da Prof.ª Raquel Salcedo Gomes.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

Considera a Tese Aprovada
 sem alterações;
 sem alterações, com voto de louvor;
 e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;

Considera a Tese Reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Orientador

Prof.ª Dr.ª Raquel Salcedo Gomes
Coorientadora

(videoconferência)
Prof. Dr. Alberto Bastos do Canto Filho
PPGIE/ UFRGS

(videoconferência)
Prof.ª Dr.ª Maria da Graça Pimentel
USP/São Carlos

(videoconferência)
Prof.ª Dr.ª Simone C. Oliveira Conceição
UWMilwaukee

Dedico esta Tese à minha família, em especial à memória de meu pai (Agenilto), um exemplo de moral e dedicação, e minha mãe (Dona Anete), por todo o esforço de vida na criação de seus 8 filhos: mesmo diante das dificuldades, sempre priorizou a educação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. José Valdeni de Lima, pelo apoio, amizade e orientação durante este período. À Profa. Dra. Raquel Salcedo Gomes, pela paciência e esforço durante as revisões desta Tese. Agradeço à Profa. Dra. Simone C. O. Conceição, da University of Wisconsin Milwaukee, pelas contribuições e ensinamentos de vida durante o período do doutorado sanduíche. Agradeço ainda ao Instituto Evandro Chagas, pelo processo de afastamento para realizar as atividades do doutorado, aqui representado por minha chefe imediata, Dóris Angélica de Siqueira Correa. Agradeço, de forma especial, a toda a minha família, representada por meus irmãos Norberto, Albertino, Arnaldo, Sérgio, Maria Regina, João e Reginaldo. Além de meus pais, Anete e Agenilto, pelos valores de vida que recebi. E por fim, deixo agradecimentos aos meus amigos do PPGIE, sobretudo pela acolhida durante este período.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

RESUMO

Esta Tese apresenta um modelo gráfico, apoiado por uma ferramenta *web*, denominado Bloco Conceitual (BC), o qual visa atuar nas etapas do processo ensino-aprendizagem. No aspecto do ensino é explorado o uso de tecnologias baseadas no encaixe entre elementos gráficos para apoiar a etapa de planejamento didático docente, já do lado da aprendizagem é apresentado um modelo gráfico que favorece a aprendizagem significativa a partir do processo de hierarquização de conceitos e recursos de aprendizagem. Para tanto, é definido um vocabulário gráfico baseado em uma Linguagem de Programação Visual (LPV) e ancorado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), com forte vinculação ao constructo teórico das Trajetórias de Aprendizagem. Tal notação gráfica faz uso de elementos que se relacionam através do encaixe entre blocos, permitindo representar visualmente a concepção de conceitos, trajetórias de aprendizagem, recursos de aprendizagem, avaliações e suas relações de interdependência. A relação entre os artefatos a partir de uma hierarquização dá origem ao que é chamado de modelagem do ensino e da aprendizagem, permitindo uma visão macro tanto do planejamento didático quanto da aprendizagem discente. Para demonstrar a viabilidade do modelo, foram realizados dois experimentos com docentes e dois experimentos com estudantes. O primeiro experimento com professores visou avaliar aspectos relativos à aceitação da tecnologia, e o segundo, analisar efeitos de seu uso no processo de planejamento didático. Os resultados dos experimentos com docentes apontam que o modelo é capaz de representar com fidedignidade as relações conceituais existentes em um plano de ensino, sendo considerado, na percepção dos participantes, como um instrumento útil para apoiar a etapa do planejamento didático. Tal modelo promoveu de forma eficiente a reflexão sobre o processo do planejamento, visto que a modelagem permitiu estabelecer relações conceituais sobre o plano de ensino, e este, por sua vez, proporcionou reflexões sobre a trajetória de aprendizagem planejada. Já os experimentos com estudantes colocam o modelo proposto como um instrumento que favorece a aprendizagem significativa, fato evidenciado pelos bons resultados de desempenho e homogeneidade dos grupos participantes, quando comparados com outros modelos. Também é fruto desta Tese o desenvolvimento de uma ferramenta *web* capaz de interagir com o modelo proposto, sendo disponibilizada para a comunidade de *software* livre.

Palavras-chave: Bloco Conceitual; Modelagem do ensino e da Aprendizagem; Programação Visual; Planejamento Didático; Trajetórias de Aprendizagem.

VISUAL MODELING BASED ON CONTAINABLE BLOCKS AS AN INSTRUMENT TO SUPPORT THE TEACHING-LEARNING PROCESS

ABSTRACT

This thesis presents a graphic model, supported by a web tool, called Conceptual Block (BC), which aims to act in the design of teaching and learning. In the teaching aspect, the use of technologies based on the fit between graphic elements is explored to support the teaching didactic planning stage, while on the learning side a graphic model that favors meaningful learning is presented from the process of hierarchizing concepts and educational resources. For that, a graphic vocabulary based on a Visual Programming Language (LPV) and anchored in the Theory of Meaningful Learning (TAS) is presented, with a strong bond to the theoretical construct of Learning Trajectories. Such graphical notation makes use of elements that relate through the fitting between blocks, allowing to visually represent the conception of concepts, learning paths, educational resources, assessments, and their relationships at the level of interdependence. The relationship between artifacts from a hierarchy gives rise to what is called modelling of teaching and learning, allowing a macro view of both didactic planning and student learning. To demonstrate the viability of the model, two experiments with teachers and two experiments with students were carried out. The first experiment with teachers aimed to evaluate aspects related to the acceptance of technology, and the second to analyze the effects of its use in the didactic planning process. The results of the experiments with teachers point out that the model is able to reliably represent the conceptual relationships existing in a teaching plan, being considered, in the perception of the participants, as a useful tool to support the didactic planning stage. The model promoted efficient reflection on planning processes, where modeling allows to establish conceptual relationships about the teaching plan, and this, in turn, provides reflections on the planned learning trajectory. The experiments with students, on the other hand, place the proposed model as an instrument that favors meaningful learning, which was evidenced by the good results of performance and homogeneity of the participating groups, when compared with other traditional methods. The result of this thesis is also the development of a web tool capable of interacting with the proposed model, being made available to the free software community.

Keywords: Conceptual Block; Teaching and Learning Modeling; Visual programming; Didactic Planning; Learning Trajectories.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Tempo dedicado ao ensino e ao planejamento (2013 e 2018).	17
Figura 02: Algoritmo montado com LPV e geração de código na linguagem JavaScript.	20
Figura 03: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando gráficos e relação com Recursos de Aprendizagem.	26
Figura 04: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando notação por grafos.	27
Figura 05: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando mapa hexagonal.	28
Figura 06: Modelagem utilizando metodologia PBTA/MOTRAC.	30
Figura 08: Público-alvo de pesquisas públicas usando Scratch no período de 2012-2016.	35
Figura 09: Representação de “smart contracts” usando framework Blockly.	36
Figura 10: Ferramenta DuinoBlocks. Plataforma para aprendizagem de robótica usando LPV.	38
Figura 11: Trabalhos analisados quanto ao uso de LPVs por grupo.	39
Figura 12: Trabalhos analisados quanto ao uso de LPVs por ano.	40
Figura 13: Fluxograma de especificação e Execução de Recursos de Aprendizagem.	42
Figura 14: Exemplo da ideia de ancoragem com uma LPV.	43
Figura 15: Relação entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.	44
Figura 16: Framework Scratch para programação visual voltado para público jovem.	51
Figura 17: Trecho de código na plataforma NodeJS.	52
Figura 18: Área do estudante para montagem de relação entre conceitos.	69
Figura 19: Espaço do professor para avaliação de submissões de estudantes.	70
Figura 20: Fluxograma de especificação e execução de planejamento.	75
Figura 21: Estrutura proposta modelagem em Bloco Conceitual.	76
Figura 22: Relação entre Recursos de Aprendizagem e avaliação.	77
Figura 23: Relação entre Recursos de Aprendizagem e avaliação.	78
Figura 24: Uso de avaliação em RAs.	79
Figura 25: Inclusão de RAs dependentes em um RA.	79
Figura 26: Definição de conceitos para o Recurso de Aprendizagem.	80
Figura 27: Inclusão de RA dependentes de forma compacta.	81
Figura 28: Exemplo de ancoragem de RA em um Trajeto.	81
Figura 29: Modelagem de um Trajeto usando o modelo de Bloco Conceitual.	82
Figura 30: Transposição do macro para o compacto.	83
Figura 31: Representação de trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual.	87
Figura 32: Fluxo da trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual.	87
Figura 33: Fluxo da trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual, com representação de RAs.	88
Figura 34: Tela de trabalho da ferramenta web Bloco Conceitual.	89
Figura 35: Ilustração da função de arrastar-e-soltar para modelar um Trajeto.	90
Figura 36: Ilustração da função de expandir um elemento no modelo Bloco Conceitual.	91
Figura 37: Criação de um Recurso de Aprendizagem.	91
Figura 38: Exibição de um planejamento na forma de TA com modo de curso.	92
Figura 39: Gráfico com aspectos da utilidade percebida segundo o modelo TAM.	99
Figura 40: Processo para o planejamento docente.	102
Figura 41: Modelagem de um Trajeto.	102
Figura 42: Visualização de dependências.	103
Figura 43: Exemplo de planejamento.	104
Figura 44: Planejamento em modo de plano de ensino.	105
Figura 45: Modo gráfico para planejamento.	106
Figura 46: Modo de exibição em trajetórias de aprendizagem.	107
Figura 47: Gráfico com quantitativo por aspecto da ferramenta web.	108
Figura 48: Ferramenta para estudantes.	109
Figura 49: Trajetórias criadas por estudantes participantes da pesquisa.	111
Figura 50: Dispersão de notas no pré-teste e pós-teste.	112
Figura 51: Tela criação de hierarquias conceituais para a segunda pesquisa com estudantes.	113

Figura 52. Média por questão no pré-teste do segundo experimento com estudantes.	114
Figura 53. Distribuição de notas por grupo no pré e pós-testes do Grupo A.	115
Figura 54. Distribuição de notas por grupo no pré e pós-testes do Grupo B.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Algumas pesquisas envolvendo o planejamento docente.....	16
Quadro 02: Características dos modelos gráficos consideradas interessantes para o contexto do planejamento didático.....	31
Quadro 03: Etapas para desenvolvimento da ferramenta web com modelo gráfico incluído	53
Quadro 04: Etapas para desenvolvimento da ferramenta.	54
Quadro 05: Etapas para realização de pesquisa com docentes.....	58
Quadro 06: Cronograma para realização do experimento com docentes.	61
Quadro 07: Formas para representação conceitual.....	62
Quadro 08: Etapas da pesquisa com estudantes.	63
Quadro 09: Organização de grupos para Experimento 01.....	64
Quadro 10: Etapas para realização do segundo experimento com estudantes.	66
Quadro 11: Conteúdo para cada grupo da pesquisa.	67
Quadro 12: Elementos gráficos básicos da notação Bloco Conceitual	72
Quadro 13: Algumas variações para representação da avaliação no modelo Bloco Conceitual.	78
Quadro 14: Leitura do Diagrama da Figura 25 em modo textual.....	80
Quadro 15: Representação de algumas possibilidades de utilizar elementos gráficos para representar um Trajeto.	84
Quadro 16: Detalhamento de funcionalidade da área de trabalho da ferramenta.....	89
Quadro 17: Princípios para RA na ferramenta Bloco Conceitual	93
Quadro 18: Resumo de características do modelo Bloco Conceitual.....	94
Quadro 19: Relação entre pré e pós-teste do primeiro experimento com estudantes.....	112
Quadro 20: Média e desvio padrão para pré-teste de ambos os grupos.	114
Quadro 21: Relação entre pré e pós-teste do segundo experimento com estudantes.	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem.
BC	Bloco Conceitual
HTML	Hypertext Markup Language
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais
LPVs	Linguagens de Programação Visual
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OAs	Objetos de Aprendizagem
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OPs	Organizadores Prévios
PISA	Programme for International Student Assessment
PPGIE	Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
RAs	Recursos de Aprendizagem
TALIS	Teaching and Learning International Survey
TAM	Technology Acceptance Model
TAP	Trajectoria de Aprendizagem Planejada
TAR	Trajectoria de Aprendizagem Realizada
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TAs	Trajectorias de Aprendizagem
TI	Tecnologia da Informação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

RESUMO	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS.....	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
SUMÁRIO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. QUESTÃO DE PESQUISA	21
1.2. OBJETIVO GERAL	21
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.4. CONTRIBUIÇÕES DA TESE.....	22
1.5. ESTRUTURA DA TESE	23
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1. TRAJETÓRIAS DE APRENDIZAGEM	24
2.1.1. Representação gráfica de Trajetórias de Aprendizagem	25
2.2. PLANEJAMENTO DOCENTE	32
2.3. LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO VISUAL.....	34
2.4. RECURSOS DE APRENDIZAGEM.....	40
2.5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	42
2.5.1. A Aprendizagem Significativa e o Planejamento Docente	45
2.6. AVALIAÇÃO.....	46
3. METODOLOGIA	49
3.1. QUANTO AO MODELO GRÁFICO E TECNOLOGIAS WEB	49
3.1.1. Pesquisa quanto à aceitação da tecnologia	55
3.2. EXPERIMENTO COM DOCENTES	58
3.3. EXPERIMENTO COM ESTUDANTES	61
3.3.1. Primeiro experimento com estudantes	63
3.3.2. Segundo experimento com estudantes	65
3.4. QUESTÕES ÉTICAS	70
4. RESULTADOS	72
4.1. QUANTO AO MODELO GRÁFICO	72
4.2. QUANTO À FERRAMENTA WEB.....	89
4.3. RESULTADOS DE EXPERIMENTOS.....	97
4.3.1. Experimento quanto à Aceitação da Tecnologia	97
4.3.2. Experimentos com docentes	101
4.3.3. Primeiro experimento com estudantes	109
4.3.4. Segundo experimento com estudantes	112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE 01: QUESTIONÁRIO QUANTO A ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	125
APÊNDICE 02: QUESTIONÁRIO PARA EXPERIMENTO COM PROFESSORES	128
APÊNDICE 03: QUESTIONÁRIOS PARA PRIMEIRO EXPERIMENTO COM ESTUDANTES	131

APÊNDICE 04: QUESTIONÁRIOS PARA SEGUNDO EXPERIMENTO COM ESTUDANTES 133

APÊNDICE 05: FERRAMENTA WEB NO GITHUBERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1. INTRODUÇÃO

A atividade do docente é composta de saberes teóricos e de ações práticas, em que tal relação requer uma reflexão dialética permanente, aprofundamento e formação continuada. A docência envolve a interação com os alunos e colegas, além de planejamento e gestão educacional do ensino (Krahe et al. 2006).

Considerando essas especificidades, planejar significa analisar uma certa realidade, refletir sobre as condições existentes e prever formas de intervenção nessa realidade, de modo que é possível entender o planejamento no âmbito educacional como sendo a previsão de ações, etapas e procedimentos organizados visando à aprendizagem dos alunos (Cesadufs, 2019).

Desta forma, os desafios da atividade docente são constantes, sobretudo no aspecto do planejamento, sendo fruto das mais diversas pesquisas, em especial aquelas que discutem problemas da ação de planejar, conforme mostra Almeida et al. (2018), ao discutirem um cenário de dificuldades no planejamento colaborativo com uso de tecnologia com professores dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio no Estado do Rio Grande do Norte, e Fernandez et al. (2018) os quais abordam o contexto do planejamento didático em um município do Estado de São Paulo.

Já Garcia (2017), ao falar da importância da preparação docente, relaciona a falha no planejamento com o insucesso nos resultados da ação didática, conforme menciona no trecho:

O planejamento educacional torna-se importante, na medida em que os atores educacionais, por mais que sejam bem-intencionados, não conseguem alcançar êxito em suas ações, desperdiçam recursos e tempo, além de repetir situações que provocam problemas, sem encontrar a solução adequada para eles. Esse fator, muitas vezes, acaba por minar a credibilidade em implementar projetos na escola. Educadores tomam consciência da importância do planejamento e mesmo da gestão de planos e projetos para a ação didática no momento em que sentem que seus esforços não surtiram os efeitos esperados e que os entraves estavam justamente na falta de planejamento. O planejamento educacional promove um suporte de gestão de modo a esclarecer os passos a serem dados, mostrando o caminho para que se obtenha êxito (Garcia, 2017).

A reflexão docente sobre o planejamento de sua ação é um norteador do processo ensino-aprendizagem, em que se faz necessário o estabelecimento dos objetivos educacionais, estratégias de ensino e instrumentos de avaliação.

Para o contexto desta Tese se entende, com a mesma visão de Fonseca (2016), que o planejamento docente é o desenvolvimento da ação do educador, o que inclui atividades como: definir o programa de trabalho, elaborar o plano de ensino, definir objetivos de ensino e de aprendizagem, definir conteúdos a serem abordados por unidade de ensino, materiais didáticos/recursos educacionais e critérios/instrumentos de avaliação.

No mesmo sentido, Masetto (2000), ao falar sobre o uso de novas tecnologias, reforça a necessidade de um bom planejamento do ensino, sugerindo que a organização do conteúdo deva estar relacionada com os interesses dos estudantes.

A questão do planejamento é encarada como importante e requerendo cuidado em várias áreas do conhecimento vinculadas ao ensino, como é possível observar nos trabalhos de Melo et al. (2016), com estudos na área do ensino musical; Cristina et al. (2016), discutindo suas relações na área de computação, no planejamento de disciplinas introdutórias de programação; Lottermann (2016), abordando o planejamento docente na área de saúde; Saito e Oliveira (2018) falando sobre o planejamento do ensino na educação infantil; e Masetto e Gaeta (2015), discutindo o planejamento didático e a formação de professores no ensino superior.

Considerando o peso do planejamento na atividade docente, cabe falar da recorrência do tema na literatura acadêmica, conforme se observa em alguns trabalhos listados no Quadro 01, muitos dos quais relatam dificuldades no planejamento em contexto escolar.

Quadro 01: Algumas pesquisas envolvendo o planejamento docente

Autores	Descrição
(Fonseca, 2016)	A autora afirma que o planejamento deve ser visto como uma reflexão do cotidiano docente. Para tanto, “é preciso um tempo aceitável de reflexão e ação necessário à consolidação do planejamento”.
(Garcia, 2017)	Segundo a autora “o planejamento sofre de uma cultura negativa de descrédito”, sobretudo por conta de alguns fatores, tais como: burocracia; despreparo dos professores para implementar o planejamento; e alta carga horária de aulas.
(Almeida et al., 2018)	Os autores realizaram pesquisa com professores do ensino fundamental e médio, relatando as dificuldades encontradas por docentes para realizar o planejamento de forma colaborativa, sobretudo apoiado por Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).
(Fusari, 2019)	O autor revela “um certo grau de insatisfação dos professores em relação ao trabalho de planejamento”,

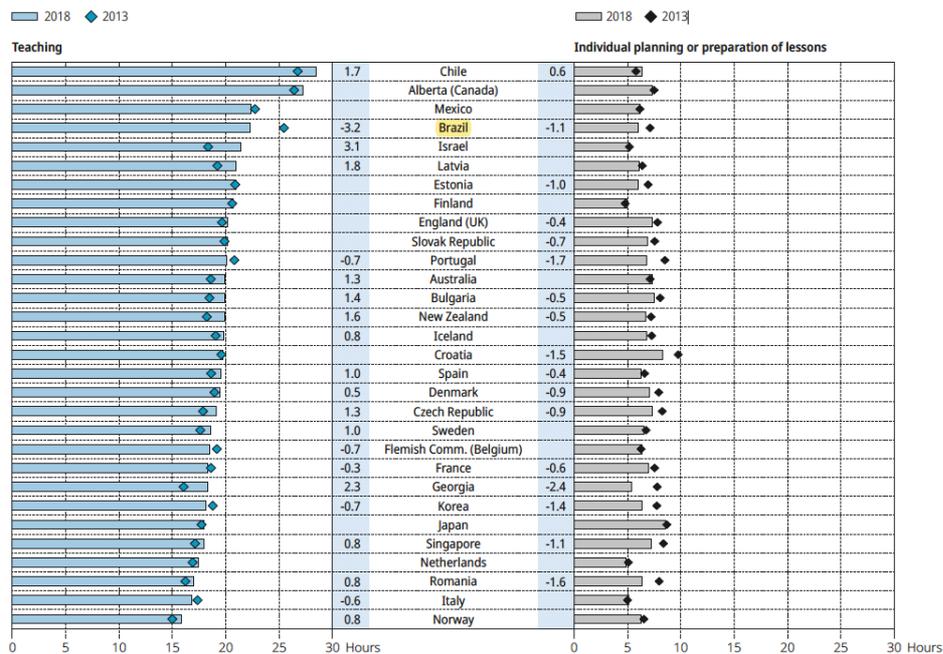
	expondo uma série de problemáticas no contexto acadêmico e reforçando a importância da preparação docente.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns estudos relacionam o tempo dedicado ao planejamento com os resultados no ensino e com benefícios quanto à qualidade do trabalho dos professores, conforme é possível observar em Hargreaves (1992), o qual pesquisa o tema no estado de Ontario, no Canadá, e em Stronge (2018), a qual afirma que o tempo utilizado para o planejamento é proporcional à otimização do tempo dedicado ao ensino.

Não obstante, o relatório TALIS¹ (2018) traz dados de questionários aplicados com professores e diretores em 48 países, fazendo comparações do resultado de 2018 com o relatório anterior de 2013. Em tal análise se observa que vários países reduziram o tempo dedicado ao planejamento, com professores relatando mais horas voltadas ao ensino e menos tempo de preparação. No Brasil ocorreu a queda mais acentuada no tempo de ensino, além de redução no tempo dedicado ao planejamento, conforme é possível observar no gráfico constante na Figura 1.

Figura 01: Tempo dedicado ao ensino e ao planejamento (2013 e 2018).



Fonte: (TALIS, 2018)

¹ O TALIS 2018 (Pesquisa Internacional sobre Ensino e Aprendizagem) é um importante relatório, publicado pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) o qual investiga a percepção de professores e diretores de anos finais do ensino médio em 48 países. A pesquisa foi realizada durante os anos de 2017 e 2018.

O Gráfico da Figura 01 apresenta uma organização por país, em que a primeira coluna mostra o tempo dedicado ao ensino, e a segunda o tempo utilizado para o planejamento ou preparação de aulas.

Os autores da pesquisa discutem com preocupação a redução global no tempo dedicado ao planejamento, relacionando o tempo de preparação à qualidade, colocando dois fatores que poderiam tornar os dados menos preocupantes: o primeiro fator trata do envelhecimento dos professores (professores mais experientes tendem a gastar menos tempo com planejamento), e o segundo diz respeito à questão tecnológica, afirma-se que a preparação do professor pode se tornar mais eficaz através do uso da tecnologia.

No entanto, os mais recentes resultados do PISA² (*Programme for International Student Assessment*), aplicado em 78 países, divulgados em dezembro de 2019, colocam o Brasil nas últimas posições em Ciências (66ª posição), Leitura (57ª posição) e Matemática (70ª posição).

Da mesma forma, os índices da Prova Brasil e avaliação de cursos superiores apresentam dados vistos com preocupação pela comunidade acadêmica, conforme discutido em Lacruz et al. (2019) e Matos et al. (2015).

Assim, levando em conta a importância do planejamento no contexto educacional, suas relações com a qualidade do ensino e os índices citados anteriormente, esta Tese vislumbra necessidade de pesquisa no sentido de atuar na etapa da preparação docente, sobretudo no âmbito da utilização de tecnologias para apoio ao planejamento de trajetórias de aprendizagem.

Para tanto, é apresentado um novo modelo gráfico, aqui denominado de Bloco Conceitual (BC), através da adoção de estruturas encaixáveis ancoradas por uma ferramenta *web*.

A proposta tem como pilares o constructo teórico das Trajetórias de Aprendizagem, os aspectos técnicos das Linguagens de Programação Visuais (LPVs) e a concepção de aprendizagem elaborada no âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

Neste cenário, o termo Trajetórias de Aprendizagem é utilizado para representar os caminhos trilhados pelos alunos que lhes permitam, ou não, se apropriar de determinados conceitos. Os conceitos a serem aprendidos representam, simultaneamente, uma progressão da

² O Pisa - Programa Internacional de Avaliação de Alunos – é uma avaliação internacional que mede o nível educacional de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências. O objetivo principal do Pisa é produzir indicadores que contribuam, dentro e fora dos países participantes, para a discussão da qualidade da educação básica e que possam subsidiar políticas nacionais de melhoria da educação (INEP/MEC).

cognição que, embora não necessariamente linear, também não é aleatória (Sztajn et al., 2012) e que caracteriza um percurso didático que pode ou não ter sido planejado.

Lima et al. (2016) afirmam que as Trajetórias de Aprendizagem podem fornecer dados sobre o processo de aprendizagem dos estudantes, relacionando sua evolução com a compreensão de conceitos e conteúdos pedagógicos.

Da mesma forma que a trajetória de aprendizagem pode ser utilizada para representar a aprendizagem discente também pode ser um mecanismo para apoiar o planejamento do professor, conforme já discutido no trabalho de Canto (2015), em que se utiliza de elementos gráficos para representar uma Trajetória de Aprendizagem Conceitual Planejada.

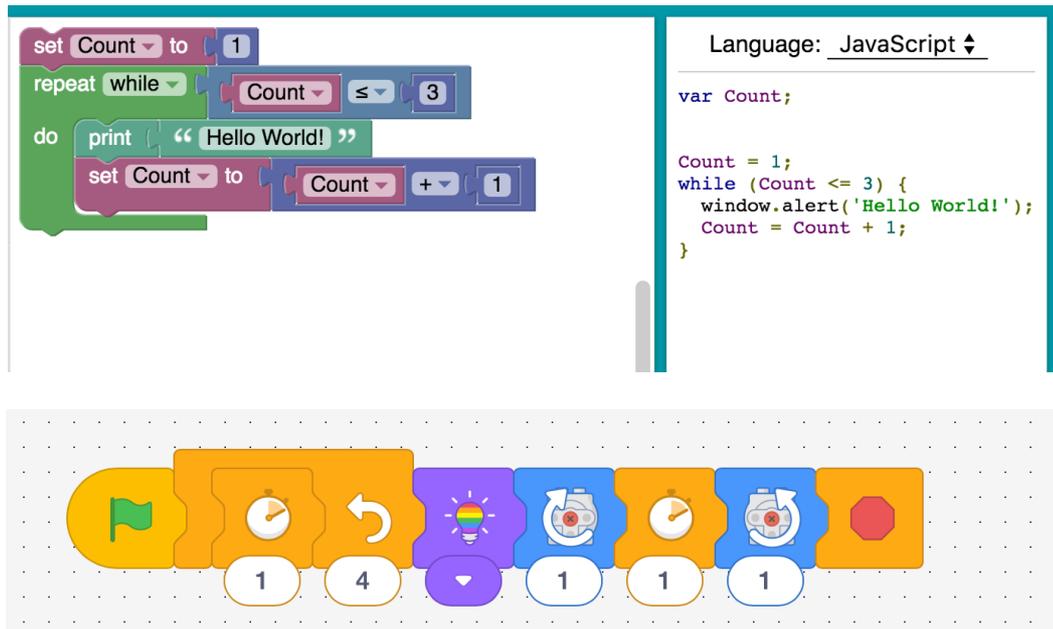
No que diz respeito à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), Pelizzari et al. (2002) afirmam, retomando o texto ausubeliano, que quanto mais se relaciona um novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo o sujeito estará da Aprendizagem Significativa.

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor (Moreira, 2010).

Por outro lado, o uso das Linguagens de Programação Visuais (LPVs) é explorado em várias áreas do conhecimento, tendo seu alicerce mais evidente no ensino de programação e em ferramentas para geração de código em determinadas tecnologias e *frameworks*.

Dentre tais estruturas, Vandavelde e Vanderborght (2013) citam o aumento na utilização de algumas LPVs, tais como Scratch (MIT, 2019) e Google Blockly (Google, 2019), explorando sua aplicação na área de robótica e aprendizagem de algoritmos, como é possível observar na ilustração da Figura 02.

Figura 02: Algoritmo montado com LPV e geração de código na linguagem JavaScript.



Fonte: Fraser (2015)

É possível identificar, ainda na Figura 02, a existência de duas representações, a primeira uma estrutura vertical usando o *framework Blockly* (Google, 2019), e a segunda um arranjo horizontal usando o *framework Scratch* (MIT, 2019).

A literatura mostra aplicações das LPVs em várias áreas do saber como instrumento de aprendizagem, como é possível observar na pesquisa feita por Susilo et al. (2016), com aplicação na área de robótica; Brumbaugh et al. (2006), com estudo em matemática básica; e Baratè et al. (2017), que exploram tal tecnologia no ensino de música em escolas do ensino secundário.

Por outro lado, além do uso para o planejamento do ensino, se vislumbra a possibilidade de aplicação do modelo baseado no encaixe entre blocos para o contexto da aprendizagem discente, sobretudo como um instrumento de autoavaliação formativa voltado para a aprendizagem significativa.

Neste sentido, a abordagem metodológica proposta para utilização com estudantes dá-se a partir das relações conceituais definidas pelo professor, promovendo a ideia da avaliação formativa, permitindo atuar no processo de construção do conhecimento.

Desta forma, além da utilização do modelo Bloco Conceitual para o contexto do planejamento docente, são apresentados nesta Tese os resultados da aplicação do modelo com

estudantes, a fim de identificar os impactos de sua utilização tanto no planejamento de trajetórias quanto em sua realização na aprendizagem discente.

Por fim, cabe enfatizar que serão apresentados os resultados de quatro experimentos, o primeiro realizado com 12 professores e/ou pesquisadores, para avaliar o aspecto da aceitação da tecnologia, o segundo com 19 docentes para avaliar a utilização da tecnologia e seus efeitos no processo de planejamento e os dois últimos com 45 estudantes, para analisar os impactos da utilização do modelo por dois grupos de alunos.

1.1. QUESTÃO DE PESQUISA

Tendo em vista o cenário apresentado anteriormente, aposta-se aqui na necessidade de se pensar tecnologias que sejam capazes tanto de lidar com a etapa de planejamento docente, quanto com a aprendizagem discente, preservando suas relações com as Trajetórias de Aprendizagem.

Pensando nisso, surgiram problematizações a respeito deste processo, as quais conduziram à questão que norteia esta Tese:

Como a utilização de princípios das Linguagens de Programação Visuais, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, é capaz de apoiar o planejamento do ensino e a aprendizagem?

Para responder a esta questão de pesquisa, esta Tese foi organizada em objetivo geral e objetivos específicos, conforme especificados a seguir.

1.2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é propor um modelo gráfico denominado Bloco Conceitual (BC), apoiado por uma ferramenta *web*, sendo capaz de realizar a modelagem do ensino no contexto do planejamento docente, além de permitir o estabelecimento de relações conceituais no plano da aprendizagem discente, usando para tanto as ideias das Linguagens de Programação Visuais, Teoria da Aprendizagem Significativa e Trajetórias de Aprendizagem.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analisar três padrões para modelagem de Recursos de Aprendizagem, conceitos e/ou Trajetórias de Aprendizagem, fazendo relação com o modelo Bloco Conceitual;
2. Propor um modelo gráfico capaz de conceber conceitualmente Trajetórias de Aprendizagem baseadas nas Linguagens de Programação Visuais;
3. Disponibilizar uma ferramenta web que permita lidar com o modelo Bloco Conceitual, viabilizando a construção de Conceitos, Trajetos e a definição de suas relações em Trajetórias de Aprendizagem;
4. Realizar pesquisa para avaliação quanto à aceitação da tecnologia;
5. Realizar experimento utilizando o modelo Bloco Conceitual com docentes, a fim de avaliar sua utilização no planejamento didático;
6. Realizar experimento usando o modelo Bloco Conceitual com estudantes a fim de avaliar aspectos ligados ao desempenho quando submetidos ao uso do modelo;
7. Analisar os resultados do experimento nos aspectos qualitativos e de aceitação da tecnologia para o planejamento docente e realizar análise quantitativa de desempenho quanto à aplicação com estudantes.

1.4. CONTRIBUIÇÕES DA TESE

As principais contribuições desta Tese são:

1. Disponibilizar um modelo para modelagem de Trajetos em Trajetórias de Aprendizagem utilizando padrões do *design* baseado em conexões entre blocos.
2. Possibilitar a “programação” de um planejamento de trajetórias de ensino utilizando uma linguagem visual baseada em interconexões entre elementos gráficos, permitindo definir relações entre os Recursos de Aprendizagem.
3. Oferecer um modelo dinâmico, com utilização de tecnologias abertas, permitindo agregar novos elementos e funcionalidades.
4. Disponibilizar ferramenta *web* capaz de lidar com o modelo para definição de trajetos em Trajetórias de Aprendizagem para a comunidade de *software* livre.
5. Garantir arcabouço teórico e técnico para criação de outros padrões para modelagem educacional utilizando as ideias do modelo proposto.
6. Discutir os impactos no processo de planejamento quando da utilização dos modelos e ferramentas propostos neste trabalho.

7. Apresentar resultado de análise da utilização do modelo no planejamento didático docente.
8. Apresentar análise dos resultados da aplicação do modelo Bloco Conceitual com estudantes.

1.5. ESTRUTURA DA TESE

Esta Tese está organizado em cinco capítulos:

1. **Introdução:** Trata das motivações, justificativa, questão de pesquisa e objetivos do trabalho;
2. **Fundamentação Teórica:** Apresenta os referenciais teóricos e trabalhos relacionados, além de discutir suas teorias norteadoras, sobretudo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), Trajetórias de Aprendizagem e modelagem em Linguagens Programação Visuais (LPVs);
3. **Metodologia:** Apresenta as metodologias utilizadas, com descrição dos aspectos técnicos, teóricos e de realização dos experimentos;
4. **Resultados:** Discute o modelo gráfico proposto nesta Tese, além de explorar as funcionalidades da ferramenta *web* e os resultados dos experimentos.
5. **Considerações finais:** Apresenta as considerações finais da Tese e propostas de pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos que dão suporte ao desenvolvimento desta Tese, discutindo formas de representação gráfica para Trajetórias de Aprendizagem, Linguagens de Programação Visual (LPVs), Recursos de Aprendizagem (RAs), Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e trabalhos relacionados.

2.1. Trajetórias de Aprendizagem

Simon (1995) foi um dos primeiros a usar a expressão “Trajetória Hipotética de Aprendizagem” para representar os caminhos pelos quais o aprendiz pode seguir quando os alunos progredem de um ponto de partida para um objetivo de aprendizagem pretendido. Tal progressão da cognição, embora não necessariamente linear, também não é aleatória (Sztajn et al., 2012), pois pressupõe associações e ancoragens entre os conceitos aprendidos.

À expressão “Trajetória de Aprendizagem” subjaz uma metáfora que considera o processo de aprendizagem similar a um caminho que conecta conceitos: o ponto de partida é um conjunto de conceitos e proposições presumidamente conhecidos pelo estudante e o ponto de chegada é o conjunto de conceitos e proposições relacionados aos objetivos educacionais. O estudante que estiver posicionado no ponto de partida poderá utilizar este caminho, percorrendo uma trajetória de aprendizagem em direção ao objetivo educacional (Canto, 2015).

Na mesma linha, Lima et al. (2016) consolidam os conceitos de Trajetórias de Aprendizagem, fazendo distinção entre Trajetória de Aprendizagem, Trajetória de Aprendizagem Planejada e Trajetória de Aprendizagem Realizada, num contexto em que os conceitos se referem à apropriação de competências, conforme listagem a seguir:

1. **Trajetória de Aprendizagem:** é a sequência de trajetos, sendo que trajeto é a apropriação de competências através do processo de ensino-aprendizagem tendo como ponto de partida as competências ou conceitos previamente conhecidos.
2. **Trajetória de Aprendizagem Planejada (TAP):** (ou trajetória pedagógica) é um conjunto de atividades planejadas com vistas a alcançar um determinado objetivo educacional.
3. **Trajetória de Aprendizagem Realizada (TAR):** é o conjunto de atividades realizadas por um indivíduo a fim de alcançar um determinado objetivo educacional.

Neste cenário, faz parte do escopo desta Tese apresentar um modelo gráfico para representar a Trajetória Planejada pelo docente através do desenho da aprendizagem, partindo da definição das relações conceituais, pontos de partida, pontos de passagem e pontos de chegada.

Não obstante, o processo de análise do percurso pedagógico percorrido pelo aluno durante uma intervenção didática é uma prática encarada como a rota de aprendizagem que o aluno trilha, com o objetivo de atingir o conhecimento necessário acerca de um ou vários conceitos interligados a um tópico geral (Nunes et al., 2017).

Zunguze et al. (2017) afirmam que o monitoramento de trajetórias pode fornecer dados sobre o processo de aprendizagem dos estudantes, relacionando sua evolução com a compreensão de conceitos e conteúdos pedagógicos.

Simon (1995), ao falar sobre o que denominou de Trajetória de Aprendizagem Conceitual Referencial, afirma que a mesma é idealmente dotada de conceitos pedagogicamente pensados para que sejam dominados pelo estudante e que são trabalhados de maneira progressiva, sem linearidade obrigatória.

No que se refere à relação entre as Trajetórias de Aprendizagem e o planejamento didático, Argolo (2016) cita as “Trajetórias Hipotéticas” fazendo analogia ao caminho previsto antecipadamente pelo professor. Se procura prever, no aspecto conceitual, como o estudante está e como poderá ser conduzido.

Neste sentido, se acredita que, além de fornecerem dados sobre o processo de aprendizagem discente, as Trajetórias de Aprendizagem podem ser um instrumento para subsidiar uma visão macro da etapa do planejamento didático, possibilitando aferição quanto à relação conceitual e ao aspecto temporal.

2.1.1. Representação gráfica de Trajetórias de Aprendizagem

Esta seção discute modelos de representação gráfica para Trajetórias de Aprendizagem, sendo apresentadas quatro formas de representar trajetórias graficamente. Ao final da seção é feita uma comparação entre os modelos, bem como uma avaliação das características consideradas importantes para o contexto da pesquisa realizada nesta Tese.

Neste sentido, Moissa et al. (2014), ao falar sobre formas de representação para Trajetórias de Aprendizagem, afirmam que estruturas gráficas permitem que o professor tenha uma visão macro da aprendizagem de cada estudante.

Além de permitir a visualização da aprendizagem do estudante, acredita-se, nesta Tese, conforme mencionado anteriormente, que um modelo gráfico pode permitir uma visão macro

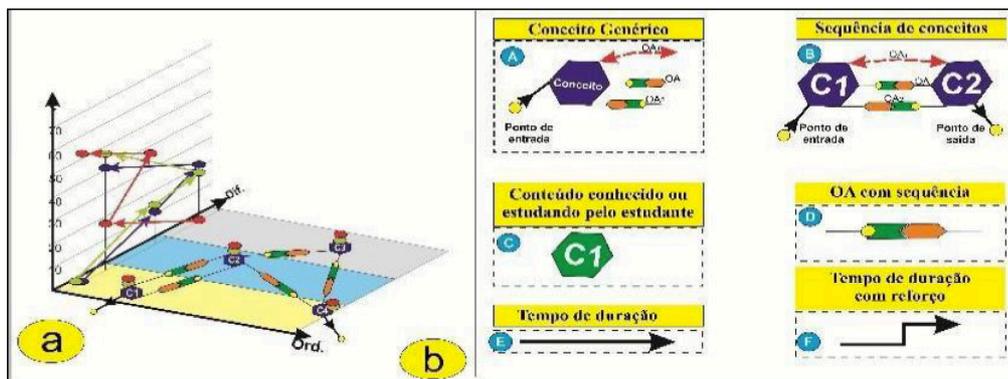
também do planejamento didático, podendo favorecer a reflexão sobre tal processo e sua correlação com a aprendizagem.

Já outras pesquisas apontam caminhos para modelagem de Trajetórias de Aprendizagem, como é o caso do trabalho realizado por Simbine et al. (2016), em que os autores se utilizam de três elementos para definir um modelo gráfico:

1. Número de interações com os Recursos de Aprendizagem (RAs);
2. Tempo de cada interação; e
3. Ordem de acesso aos conteúdos.

Tal abordagem se ancora na ideia de representação por coordenadas, conforme ilustra a Figura 03, com eixos X, Y e Z. Segundo os autores, os eixos X e Y representam o espaço geográfico e o Z o tempo. Esta forma de representação constitui-se como um instrumento interessante para identificar a sequência de acessos e o tempo de interação nos Recursos de Aprendizagem.

Figura 03: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando gráficos e relação com Recursos de Aprendizagem.

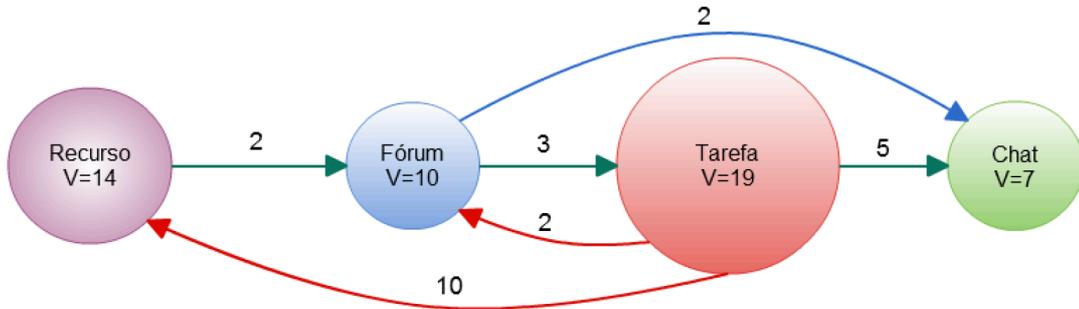


Fonte: Simbine et al. (2016)

Embora a representação por coordenadas de Simbine et al. (2016) seja bastante consistente para evidenciar a sequência percorrida pelo estudante, a leitura do diagrama se mostra complexa quando muitos caminhos, conceitos ou RAs são dispostos no plano.

Por outro lado, Ramos (2016) utiliza as ideias da teoria dos grafos³ para definir nós e arestas que representam o percurso percorrido por estudantes em RAs de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), conforme ilustra a Figura 04.

Figura 04: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando notação por grafos



Fonte: Ramos (2016)

Esta forma de representação leva em conta o número de visualizações, representado pelos nós do grafo (círculos coloridos na Figura 04), e a quantidade de vezes que o estudante avançou ou retrocedeu entre os conteúdos, representados por arestas (setas de ligação entre os nós).

Ainda na Figura 04 é possível observar que o diâmetro dos nós é proporcional ao quantitativo de vezes que cada conteúdo foi visualizado, além da existência de três conjuntos de cores para arestas, indicando a ordem definida pelo professor (arestas verdes), o caminho de avanço do estudante entre conteúdos (arestas azuis) e o retorno do estudante entre conteúdos (arestas vermelhas).

Tal modelo conduz a uma reflexão sobre como deve ser estruturada a exibição gráfica para Trajetórias de Aprendizagem, sendo possível destacar dois pontos interessantes:

1. Representação de múltiplos caminhos

O modelo permite visualizar a trajetória planejada, assim como os caminhos de avanço e retorno dos estudantes, com seus respectivos quantitativos de acesso.

³ A teoria dos grafos estuda objetos combinatórios, os grafos, que são um bom modelo para muitos problemas em vários ramos da matemática, da informática, da engenharia e da indústria. Um grafo é um par (V, A) em que V é um conjunto arbitrário e A é um subconjunto de $V(2)$. Os elementos de V são chamados Vértices e os de A são chamados arestas (Feofiloff; Kohayakawa; Wakabayashi, 2011)

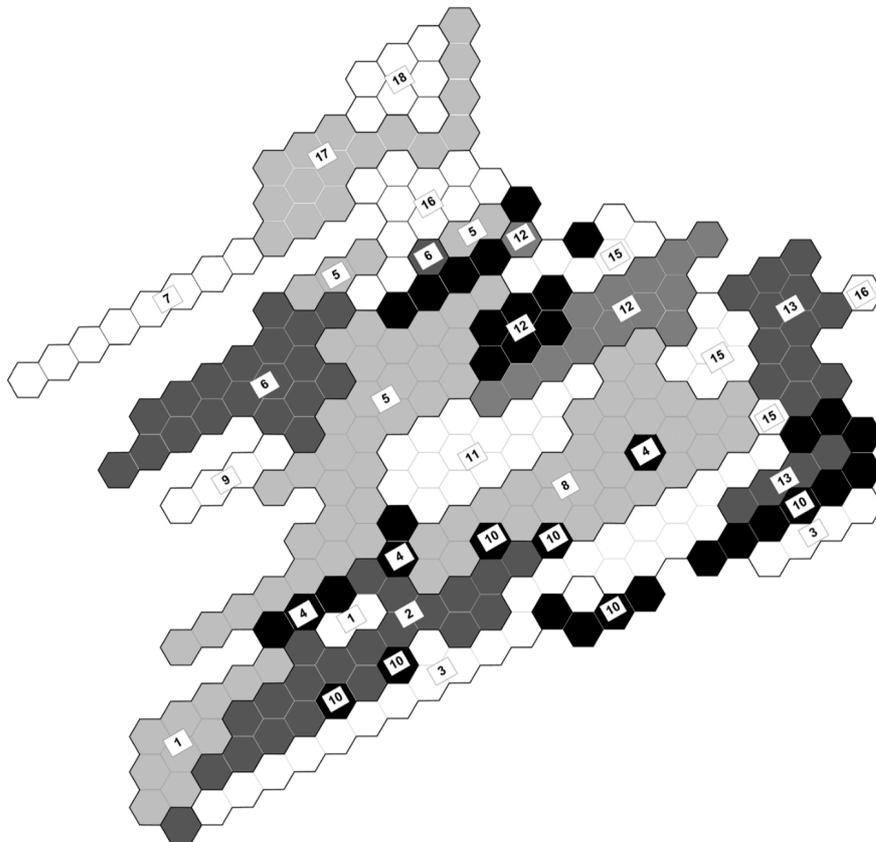
2. Utilização de representação por cores

A distribuição de cores é utilizada para representar caminhos trilhados pelos estudantes, sendo possível identificar visualmente (através das cores) os diferentes tipos de trajetórias.

Um ponto que não foi aprofundado no trabalho de Ramos (2016), mas que foi bastante discutido na pesquisa de Simbine et al. (2016), é o aspecto temporal. Embora os dados numéricos de acessos aos RAs tragam informações valiosas para o professor, o tempo é um fator determinante, sobretudo no que se refere ao planejamento didático.

Já Sztajn et al. (2012) propõem um modelo denominado mapa hexagonal, conforme ilustra a Figura 05. Os autores definem o mapeamento de 18 Trajetórias de Aprendizagem da matemática básica para estudantes do grupo denominado K-8 de escolas norte-americanas (grupo equivalente ao período da alfabetização até a oitava série no Brasil).

Figura 05: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando mapa hexagonal.



Fonte: Sztajn et al. (2012).

A estrutura proposta pelos autores é fundamentada na relação entre hexágonos e distribuição de cores, que aborda as Trajetórias de Aprendizagem através da proximidade entre os conceitos do mesmo grupo, tendo, na Figura 05, um conjunto de 18 cores para ilustrar as trajetórias.

Sztajn et al. (2012) entendem que uma Trajetória de Aprendizagem é um “corredor conceitual”, com existência de obstáculos e pontos de referência, afirmando ser possível representar de forma macro os conceitos e sua relação com o tempo. Desta forma, cada hexágono representa um conceito, sendo que aqueles que compartilham a mesma cor representam uma trajetória.

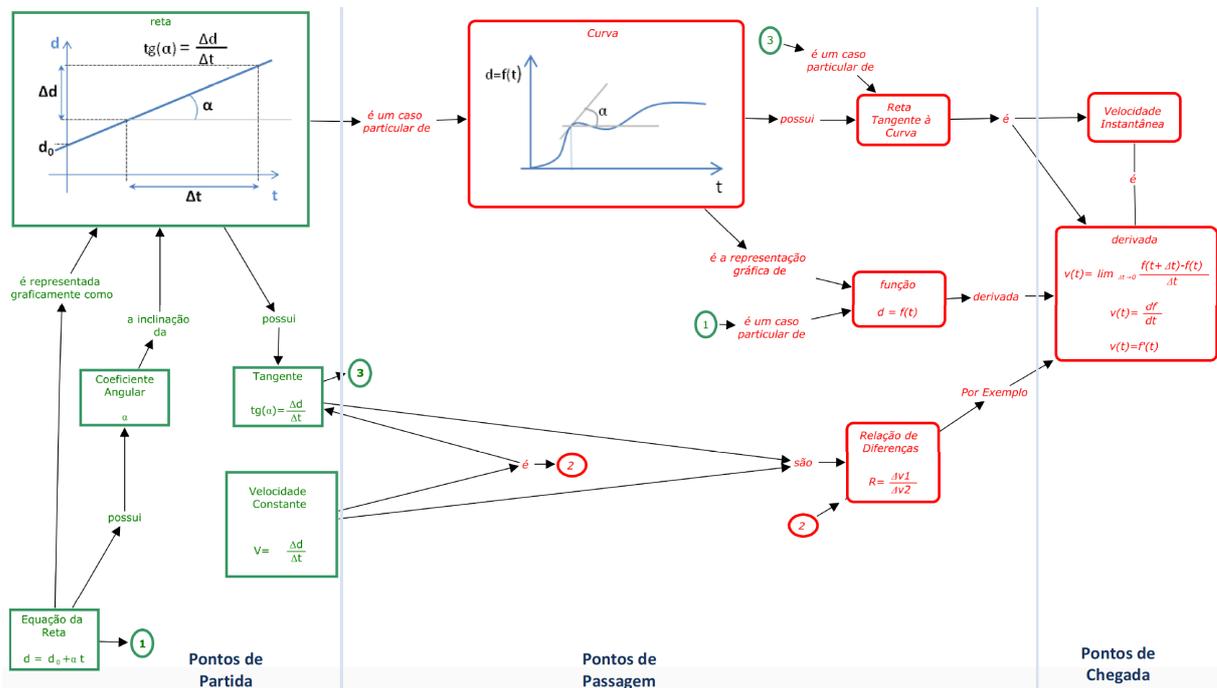
O fato do modelo hexagonal se utilizar da relação entre conceitos permite uma visão macro eficiente das Trajetórias de Aprendizagem, uma vez que cada hexágono, por ser um conceito, pode agregar vários RAs.

Por outro lado, embora os autores apresentem uma ferramenta proprietária, em que é possível clicar em um conceito (hexágono) e visualizar sua estrutura interna, o modelo não se propõe a permitir a visualização da relação dos RAs de cada conceito, o que foi visualmente melhor tratado no trabalho de Ramos (2016).

No mesmo caminho, Canto (2015) propõe uma metodologia para modelagem de RAs e suas relações conceituais, em que apresenta uma série de elementos visuais para descrever as trajetórias resultantes. Dentre tais elementos estão as representações das coordenadas cognitivas conceituais e as coordenadas cognitivas relacionais.

Canto (2015) propõe um diagrama esquemático no qual apresenta três grupos, que permitem representar “pontos de chegada”, “pontos de partida” e “pontos de passagem”, sendo que a relação entre os elementos, utilizando coordenadas cognitivas, dá origem às Trajetórias de Aprendizagem, como ilustra a Figura 06.

Figura 06: Modelagem utilizando metodologia PBTA/MOTRAC.



Fonte: Canto (2015).

Segundo o autor, o ponto de partida é “um conjunto de conceitos e proposições presumidamente conhecidos pelo estudante”, e o ponto de chegada é “o conjunto de proposições relacionadas aos objetivos educacionais” (Canto, 2015, p. 69).

Ao se considerar os conceitos previamente conhecidos pode-se relacionar o processo de planejamento didático a uma das mais importantes características da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), o conceito de subsunção:

O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, *apud* Canto, 2015, p. 48).

Os trabalhos apresentados nesta seção fazem alusão a formas de representar graficamente conceitos e/ou RAs, sendo elencadas características que tornam os modelos únicos, cada um com suas peculiaridades, trazendo resultados importantes para a pesquisa e trajetórias de aprendizagem.

Se defende nesta Tese que uma modelagem gráfica pode ser utilizada também para o processo de planejamento didático, permitindo ao docente uma visão macro da Trajetória de Aprendizagem Planejada.

Desta forma, cada um dos trabalhos apresentados anteriormente traz aspectos que podem ser aproveitados no modelo a ser proposto. O Quadro 02 apresenta uma síntese dessas características.

Quadro 02: Características dos modelos gráficos consideradas interessantes para o contexto do planejamento didático.

Modelo / Autores	Descrição
Modelo por coordenadas / Simbine et al. (2016)	<p>O modelo de Simbine et al. (2016) apresenta vários pontos promissores no que se refere ao uso para o contexto do planejamento didático. Cabe citar a relação entre os RAs, conceitos e o tempo, ficando evidenciado, visualmente, a relação existente entre esses elementos.</p> <p>Se entende que, para o planejamento didático, RAs, conceitos e tempo são indissociáveis.</p>
Modelo baseado na Teoria dos grafos / (Ramos, 2016)	<p>A pesquisa de Ramos (2016) traz duas características consideradas importantes no contexto desta Tese: a primeira diz respeito ao fato do modelo fazer referência à existência de múltiplas trajetórias, e a segunda, à categorização de Trajetórias de Aprendizagem por cores.</p> <p>O entendimento de que existe a trajetória planejada pelo professor e os diferentes trajetos percorridos por estudantes é algo que deve ser evidenciado em qualquer modelo gráfico que se proponha a realizar o desenho da aprendizagem.</p> <p>Por outro lado, a distribuição de cores como forma de categorização é um instrumento visual que eventualmente permite uma visão macro eficiente de um processo.</p>
Modelo de mapa hexagonal / Sztajn et al. (2012)	<p>Da pesquisa de Sztajn et al. (2012), foram elencados dois comportamentos importantes: o primeiro diz respeito ao significado gráfico que existe na aproximação e separação entre os conceitos. Conceitos próximos indicam uma proximidade também no tocante ao conteúdo/significado.</p> <p>Já o segundo trata da independência quanto à linearidade, uma vez que conceitos podem estar espacialmente dispostos entre trajetórias.</p>

<p>Modelo PBTA/MOTRAC / (Canto, 2015)</p>	<p>A pesquisa de Canto (2015) destaca os conceitos de “pontos de partida”, “pontos de passagem” e “pontos de chegada”. Esses três grupos são especialmente úteis no contexto do planejamento didático, uma vez que os “pontos de partida” estão relacionados à identificação dos elementos presumidamente conhecidos pelos estudantes, e os “pontos de chegada” estão fortemente relacionados aos objetivos educacionais.</p> <p>Uma vez que durante a etapa de planejamento é objetivo do docente identificar os conceitos presumidamente conhecidos, bem como definir os objetivos educacionais, a presença destes elementos em uma notação gráfica representacional justifica-se.</p>
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas seções que discutem a metodologia e resultados são apresentados o modelo gráfico Bloco Conceitual (BC) e suas relações com os aspectos elencados no Quadro 02.

2.2. Planejamento docente

O ato de planejar está presente em vários setores da vida humana, sendo uma tarefa que pressupõe sistematização, organização, decisão e previsão. No que se refere ao aspecto educacional, o planejamento é um ato político-pedagógico, pois explicita suas intenções, bem como os objetivos que se pretende atingir (Leal, 2011).

O planejamento está fortemente ligado à aprendizagem, conforme citam Urban et al. (2009), ao afirmar que o planejamento é o processo de racionalização, organização e coordenação da prática docente.

Na mesma linha, uma disciplina deve possuir um plano de ensino alinhado com o projeto pedagógico do curso, o que remete a um planejamento anterior. O trecho do trabalho de Argolo (2016) faz uma síntese desta temática:

Uma disciplina, via de regra, deve possuir um Plano de Ensino alinhado, institucionalmente, através do Projeto Político-Pedagógico de um curso, com os encadeamentos de ementas estabelecidas no Percurso Curricular. Uma ementa de uma disciplina, por sua vez, deve ser produzida visando fornecer uma síntese dos pontos essenciais que norteiam ações didáticas e que, hipoteticamente, conduzirão os

discentes aos objetivos educacionais almejados. Um conjunto de atividades específicas devem ser elaboradas pedagogicamente pelo docente e geralmente ser organizadas de modo didático, visando permitir que esse conjunto de atividades conduza, sob a tutela docente e num espaço finito de tempo, um dado corpo discente interessado à materialização gradual dos objetivos previstos na ementa. Desta forma, um eixo temático é estabelecido, sendo tratado como um Espaço Conceitual (Argolo, 2016).

Pelo exposto, se entende que o processo ensino-aprendizagem configura-se como uma ação que exige planejamento, preparação e escolha de caminhos metodológicos, visando à realização da ação educativa (Urban et al., 2009).

Não obstante, a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) (Brasil, 1996) afirma o caráter de referência do planejamento, ao garantir aos professores tempo dedicado para o planejamento de sua rotina, conforme é possível observar em seu Artigo 13, o qual explicita as incumbências dos docentes: “[...] participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional”.

Ainda no que se refere ao planejamento, Larchert (2010) afirma que o mesmo é de natureza prática, e propõe uma organização de atividades sequenciais para o ato de planejar:

1. Estudo da realidade dos alunos, da escola e da relação com o contexto social;
2. Organização do trabalho pedagógico. Momento em que os elementos da didática são sistematizados com uso de escolhas intencionais, através da definição de objetivos a serem alcançados;
3. Sistematização do processo de avaliação da aprendizagem, encarando a avaliação como tendo o papel de diagnosticar como os alunos estão aprendendo e o que aprendem.

Na mesma linha, existem várias metodologias que discutem o aspecto do ensino e da aprendizagem, como é o caso da proposta da “Educação pela Pesquisa”. Bertoletti et al. (2003) afirmam que neste modelo, a aprendizagem é centrada no aluno, o qual, em parceria com o professor, constrói conhecimento, ressaltando a pesquisa como fator importante no processo de aprendizagem, evidenciando não ser algo desordenado, mas, sim, fruto de um planejamento.

Libâneo (2007) reforça que o planejamento é uma forma de programar as ações docentes, mas também é um momento de pesquisa e reflexão, com forte relação com o processo de avaliação.

Na mesma linha, Haydt (2011) lista procedimentos, sob o aspecto didático, do ato de planejar:

1. Analisar as características da clientela (aspirações, necessidades e possibilidades dos alunos);
2. Refletir sobre os recursos disponíveis;
3. Definir os objetivos educacionais considerados mais adequados para a clientela em questão;
4. Selecionar e estruturar os conteúdos a serem assimilados, distribuídos ao longo do tempo disponível para o seu desenvolvimento;
5. Prever e escolher os recursos de aprendizagem mais adequados para estimular a participação dos alunos nas atividades de aprendizagem;
6. E prever os procedimentos de avaliação mais condizentes com os objetivos propostos.

Nesse cenário, há três formas de planejamento, que se articulam entre si: o plano da escola, o plano de ensino e o plano de aulas. Sendo o plano de ensino um roteiro organizado das unidades didáticas para um ano, ou semestre, e o plano de aula um detalhamento do plano de ensino (Libâneo, 2007).

Pelo exposto, fica evidenciado que o planejamento tem um papel importante no processo ensino-aprendizagem, sendo inclusive, conforme citado anteriormente, um indicador na avaliação da qualidade do ensino.

Acredita-se que o uso de tecnologias digitais pode apoiar tal etapa. Para tanto, a temática apresentada nesta Tese caminha no sentido de oferecer um modelo, com um vocabulário gráfico, concebido para representar as relações conceituais existentes no planejamento do ensino.

Para o contexto desta Tese a ideia de planejamento é concentrada na representação gráfica da Trajetória de Aprendizagem Planejada, sendo um instrumento para definir as relações conceituais hierárquicas do percurso planejado pelo professor, podendo culminar na definição do plano de ensino, plano de aula e/ou Trajetórias de Aprendizagem.

2.3. Linguagens de Programação Visual

Esta seção discute as Linguagens de Programação Visual (LPVs), mostrando diversas tecnologias que tratam do assunto, além de explorar suas características.

Uma LPV é uma estrutura que permite criar programas de computador utilizando um vocabulário e gramática gráfica, normalmente possuindo elementos relacionáveis entre si. Bons exemplos de LPVs são os frameworks Scratch (MIT, 2019) e o Blockly (Google, 2018).

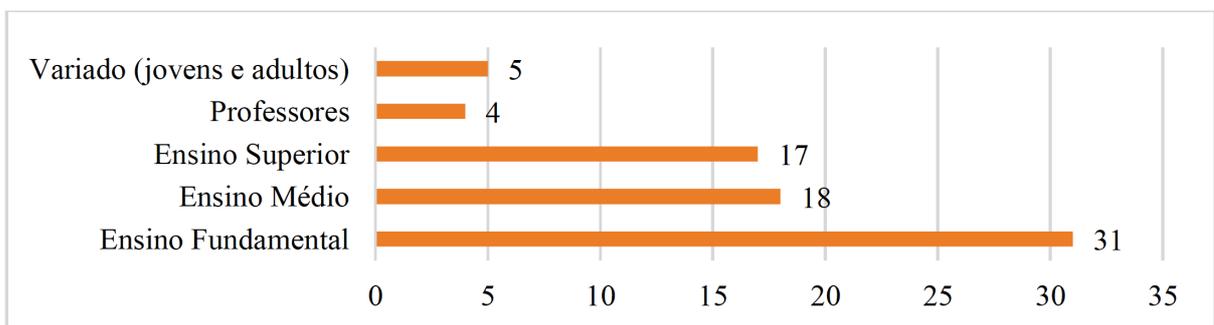
A gramática e o vocabulário das LPVs definem o conjunto de conceitos que podem ser expressos com a linguagem. A gramática é a metáfora visual usada pela linguagem, já o vocabulário é o conjunto de ícones, blocos e outros componentes que permitem expressar ideias (Pasternak et al., 2017).

Não obstante, Pasternak et al. (2017) ao explorarem boas práticas para criação de uma linguagem usando o *framework Blockly* Google (2019), afirmam que uma LPV permite ao usuário criar programas usando prioritariamente manipulação de elementos visuais, sendo que o modelo de interação é baseado em:

1. Movimentar blocos pela tela, através da ação de arrastar e soltar.
2. Uso de diagrama de fluxo, diagrama de estado e outras conexões entre componentes.
3. Utilização de ícones e outras representações sem uso de texto.

Já Eloy et al. (2017), ao apresentarem uma revisão sistemática do uso do *Scratch* (MIT, 2019) para fins educacionais em pesquisas realizadas no Brasil, conforme ilustra a Figura 08, encontraram um total de 53 artigos publicados no período de 2012 a 2016, sendo que a maioria trata de soluções voltadas para uso no ensino fundamental e médio.

Figura 08: Público-alvo de pesquisas públicas usando Scratch no período de 2012-2016.



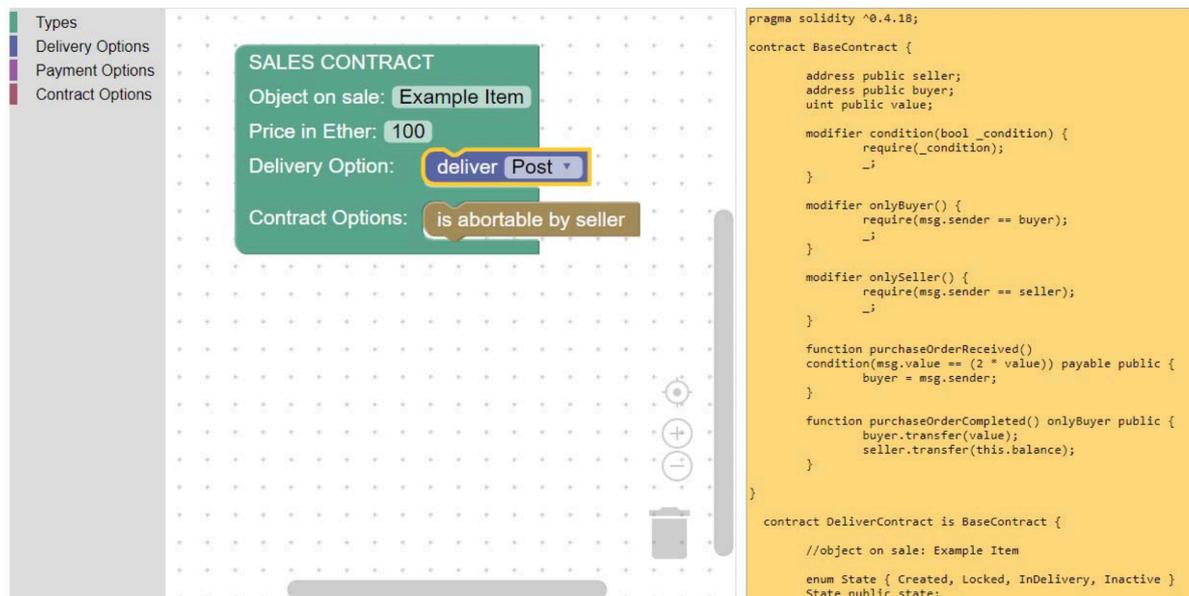
Fonte: Eloy et al. (2017)

Por outro lado, as LPVs podem ser utilizadas para reduzir a complexidade de uma determinada tecnologia. Esta característica é especialmente útil para usuários que não são das áreas de tecnologia da informação. Tal característica é possível graças ao uso da linguagem

gráfica, mais próximo à comunicação natural, tornando-a acessível para usuários de todas as áreas e níveis de conhecimento técnico.

Neste cenário, um bom exemplo da utilização da LPV para abstração da complexidade técnica é o trabalho de Weingärtner et al. (2018), que propõem um modelo baseado no uso do *framework Blockly* Google (2019). Tal estrutura, apresentada na Figura 09, permite representar os chamados contratos inteligentes (possui o mesmo papel de contratos firmados em cartório por duas partes, no entanto, em meio digital). Este tipo de contrato é utilizado normalmente em moedas virtuais com a tecnologia *blockchain*⁴.

Figura 09: Representação de “smart contracts” usando framework Blockly.



Fonte: Weingärtner et al. (2018)

Os contratos inteligentes são representados por um código de programação, criados normalmente por um programador com experiência no uso das tecnologias para moedas virtuais. No entanto, no modelo proposto na Figura 09, o usuário final utiliza uma notação por blocos para modelar visualmente o contrato, conforme mostrado do lado esquerdo da figura.

⁴ Blockchain é uma tecnologia de gerenciamento de dados cujo funcionamento consiste em transações descentralizadas, sendo desenvolvida para a criptomoeda Bitcoin no contexto de pagamento digital. Trata-se de um banco de dados distribuído, online, público e que pode ser atualizado por qualquer nó participante da rede *par-a-par* (P2P) baseado no consenso entre eles e assegurado por um algoritmo de uma prova de trabalho (*Proof-of-Work*) (Ferreira; Pinto; Santos, 2018).

Ao modelar o contrato, o código de programação é gerado, conforme ilustrado no quadro amarelo no lado direito da figura. Tal estrutura reforça o potencial das LPVs para representação de conceitos e ideias, podendo ser um instrumento para tornar transparente a complexidade de um processo, como é o caso da questão colocada nesta Tese.

Cabe observar, ainda no trabalho de Weingärtner et al. (2018), a criação de um vocabulário gráfico próprio, voltado para os objetivos da pesquisa (contratos inteligentes), sendo que os elementos gráficos representam atributos inerentes ao objetivo da ferramenta, tais como o preço, objeto, tipo de entrega, entre outros.

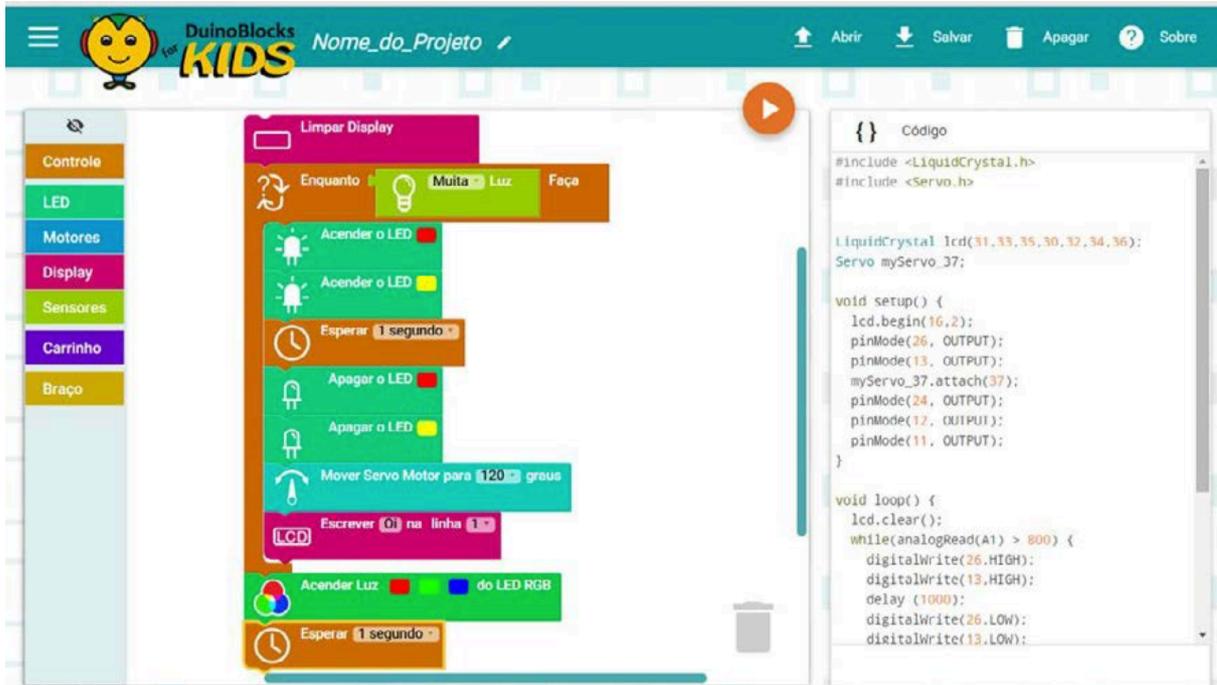
Neste cenário, para o contexto do modelo Bloco Conceitual (BC), um vocabulário gráfico deverá ser pensado levando em conta os elementos que compõem o planejamento do ensino e da aprendizagem, tais como a representação de um conceito, recurso de aprendizagem e avaliação.

É possível observar ainda a aplicação das LPVs para aprendizagem com crianças, como é o caso do trabalho de Queiroz et al. (2016) que utilizam a estrutura do *framework Blockly* (Google, 2019) para propor um ambiente de ensino de robótica, apontando o fato dos blocos serem intuitivos para aprendizagem como um fator chave no cenário apresentado.

Para realização do experimento, foram utilizadas placas *Arduino*⁵ e um equipamento robótico, o qual poderia ser manipulado através da criação de uma sequência lógica usando conexões entre blocos encaixáveis, conforme é possível observar na Figura 10.

⁵ Arduino é uma placa de microcontrolador, descendente da plataforma *Wiring*, que foi desenvolvida para facilitar o uso de eletrônicos em projetos multidisciplinares. Ele consegue “sentir” o ambiente, recebendo dados de uma variedade de sensores, os quais podem, por exemplo, controlar a iluminação, um motor, entre outros atuadores. Possui uma linguagem de programação e ambiente de desenvolvimento próprio chamado IDE Arduino (Pazinato et al., 2016)

Figura 10: Ferramenta DuinoBlocks. Plataforma para aprendizagem de robótica usando LPV.



Fonte: Queiroz et al. (2016)

Um das grandes vantagens das LPVs, sobretudo do *Blockly*, é serem altamente intuitivas e de fácil manipulação, fator reforçado com a pesquisa de Queiroz et al. (2016), em que mesmo trabalhando com crianças, para um contexto de grande complexidade (programação para robótica), os resultados apontam para fácil entendimento e uso da solução.

Entende-se, desta forma, que o uso de LPVs para o público docente, voltadas ao planejamento, ou mesmo ao público discente, para estruturação hierárquica do conhecimento, respeitando o tempo para ambientação e treinamento, pode ser um instrumento viável do ponto de vista da aceitação e do uso. Tal afirmação deverá ser validada em experimentos posteriores, conforme descrição realizada na metodologia e resultados desta Tese.

Pensando nisso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para identificar as aplicações de LPVs na educação, a fim de avaliar sua utilização anterior no processo de planejamento ou para o desenho da aprendizagem.

Para tanto, foram utilizados critérios de busca que envolviam o termo “Linguagem de programação Visual”, agregado as palavras-chaves: “planejamento”, “modelagem do ensino”, “desenho da aprendizagem”, “ensino” e “aprendizagem”.

A busca também envolveu terminologias que remetem a tecnologias específicas, tais como Scratch e Google Blockly, tendo como critério trabalhos publicados entre 2012 e 2019.

Neste sentido, foram analisados 253 trabalhos que atendiam aos critérios de busca, tanto trabalhos publicados em português quanto em inglês, sendo utilizados principalmente os seguintes repositórios: Repositório Lume da UFRGS, Portal de Periódicos da CAPES, Google Scholar, Research Gate, base de dissertações e teses da CAPES, e Portal da biblioteca da University Of Wisconsin Milwaukee (que realiza buscas em várias bases científicas norte-americanas).

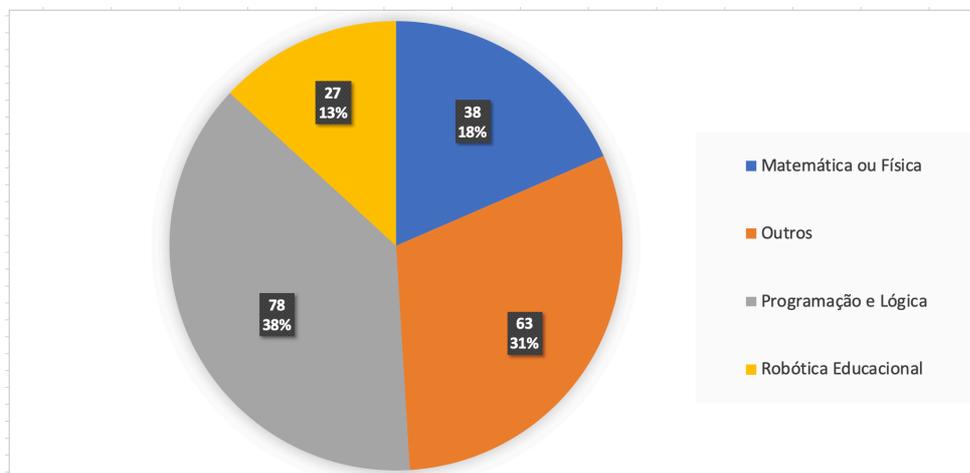
Os trabalhos analisados tratam dos mais variados assuntos, sendo vinculados de alguma forma ao ensino, seja para apoiar a aprendizagem de uma disciplina específica, metodologias para facilitar uma atividade complexa (como robótica, por exemplo) ou mesmo ferramentas de autoria para Recursos de Aprendizagem.

Desta forma, foi constatado que nenhum dos trabalhos trata da questão do desenho ou modelagem da aprendizagem, ou mesmo remetem à ação de realizar o planejamento, fator que ampara esforços para pesquisas nesta área.

Por outro lado, vários dos trabalhos encontrados tratam da questão da aprendizagem nas mais diversas áreas, sobretudo no sentido de agrupar elementos para realização de uma atividade, tal como a montagem de instruções para um equipamento robótico ou uma sequência musical.

O gráfico da Figura 11 mostra o total de trabalhos organizados por grupo, sendo possível observar que 38% tratam do ensino-aprendizagem de programação (ou lógica computacional) utilizando as LPVs. Já 31% estão vinculados a uma categoria denominada “Outros”. Esta categoria engloba trabalhos das mais variadas áreas, tais como ensino de música, aplicação em cursos da área da saúde, biologia, animação e simulação, gamificação, etc.

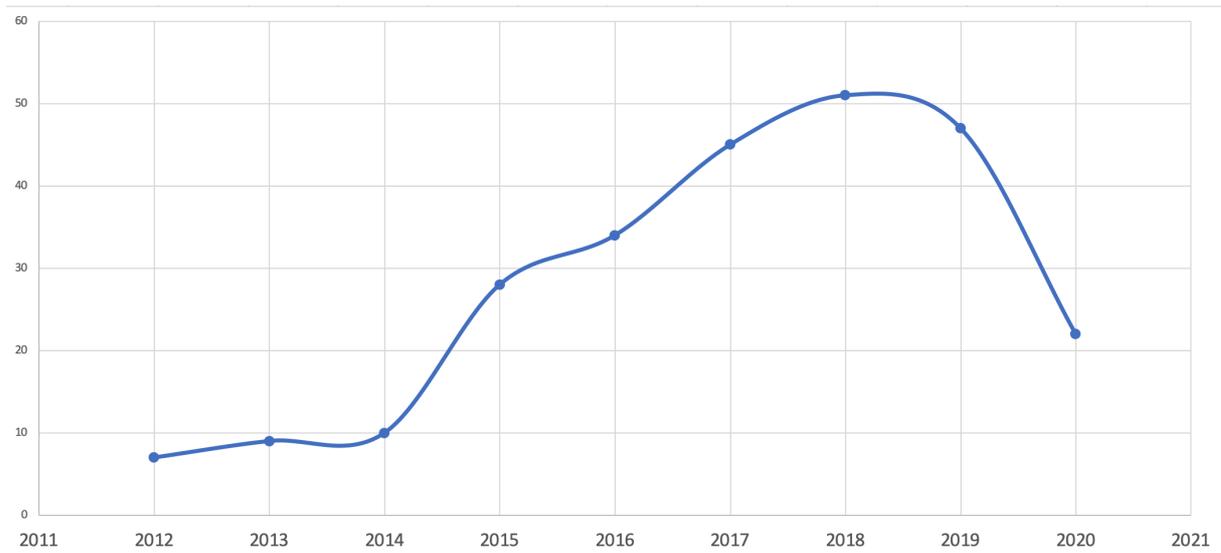
Figura 11: Trabalhos analisados quanto ao uso de LPVs por grupo.



Fonte: Elaborado pelo autor

Já o gráfico da Figura 12 mostra o quantitativo de trabalhos analisados por ano, em que se observa um aumento crescente de pesquisas utilizando as LPVs (com os critérios de busca abordados). Em 2012 se tem um número pequeno de publicações, provavelmente em virtude de ser a fase inicial do uso de tal tecnologia. Já em 2020, o baixo número se deve ao fato de terem sido analisados trabalhos até a data de realização desta pesquisa, em setembro de 2020.

Figura 12: Trabalhos analisados quanto ao uso de LPVs por ano.



Fonte: Elaborado pelo autor

2.4. Recursos de Aprendizagem

Esta seção faz um apanhado teórico sobre os Recursos de Aprendizagem (RAs), mostrando algumas definições e características. Tal conceito é fundamental para o contexto desta Tese, uma vez que um dos pilares da modelagem, a ser apresentada posteriormente, é justamente a relação existente entre RAs e suas dependências.

Neste sentido, os objetos de Aprendizagem (OAs) podem ser definidos como qualquer recurso, complementar ou suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem. O termo objeto educacional (learning object) geralmente aplica-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem em que o recurso pode ser utilizado (Tarouco et al., 2003). Na mesma linha, OA é qualquer recurso digital utilizado nos processos de ensino e aprendizagem suportado por TICs (Canto et al., 2011).

Cabe explicar que, para o contexto desta Tese, os termos “Objetos de Aprendizagem”, “Objeto Educacional” e “Recursos Educacionais” e “Recursos de Aprendizagem” serão considerados como sinônimos, sendo adotada a última nomenclatura, de uso mais recente.

Em Lima et al. (2014), são citadas as quatro características principais que um RA deve possuir:

1. **Reusabilidade:** possibilidade de o recurso ser reutilizado, já em sua concepção em tempo de projeto, em diversos contextos.
2. **Modularidade:** o conteúdo de um recurso deve ser fragmentado em pequenos “blocos” para compor uma unidade maior.
3. **Portabilidade:** permitir utilizar os recursos em diferentes ambientes, mesmo em plataformas distintas, sendo possível por exemplo utilizar o mesmo recurso em um celular como também em um navegador da internet
4. **Metadados:** mecanismo que permite categorizar, descrever e identificar os Recursos de Aprendizagem.

Ainda no que se refere aos RAs, alguns trabalhos propõem metodologias para sua modelagem usando as mais variadas técnicas. É o caso do trabalho de Canto et al. (2011), que propõem um modelo de projeto baseado na engenharia de *software*, e a pesquisa de Ramos (2016), a qual propõe um mapeamento baseado no uso da teoria dos grafos.

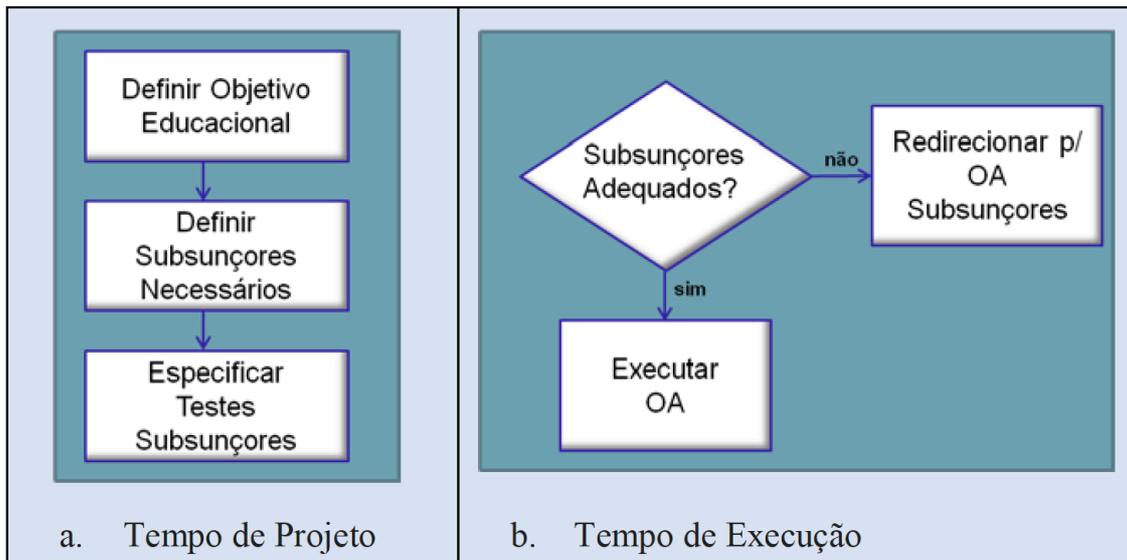
Nas seções anteriores foram elencados trabalhos que discutiam tais modelos gráficos, sobretudo aqueles que tratavam da concepção de Trajetórias de Aprendizagem, em que algumas das pesquisas se concentravam na relação conceitual existente, sem levar em conta a relação entre RAs, enquanto outras abordavam a relação direta entre RAs.

O entendimento, na conjuntura desta Tese, é de que a relação existente entre RAs e os elementos em seu entorno, tais como conceitos e avaliações, deve ser evidenciada em um modelo gráfico que pretenda atuar na etapa do planejamento. Desta maneira, busca-se aqui integrar os diversos componentes do planejamento de Trajetórias de Aprendizagem em um único modelo.

Cabe citar ainda Argolo (2016) que, ao falar do momento da concepção pedagógica e didática, reforça a necessidade do estabelecimento de encadeamentos conceituais, que culminam em mapas de percurso estudantil. Além de Simbine et al. (2018), Ramos (2016) e Sztajn et al. (2012), os quais ressaltam a importância do planejamento e definição prévia dos elementos conceituais que irão compor as Trajetórias de Aprendizagem.

Reforçando este cenário, Canto (2015) cita a indissociabilidade dos RAs e o sistema de avaliação, afirmando que “estudantes que desconheçam os conceitos e proposições presumidamente conhecidos estarão afastados do ponto de partida e terão dificuldades na aprendizagem significativa”. Desta forma, o autor propõe um fluxo de especificação de RAs que leva em consideração o aspecto da avaliação, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13: Fluxograma de especificação e Execução de Recursos de Aprendizagem.



Fonte: (Canto, 2015)

É possível observar, no modelo proposto por Canto (2015), a divisão clara da etapa de projeto e da etapa de execução, em que, em tempo de projeto são definidos os “testes subsunçores”, que tratam das avaliações para identificar se o estudante domina um determinado conceito subsunçor. Caso não o domine, o mesmo é redirecionado para os Recursos de Aprendizagem necessários, já em tempo de execução.

Tal modelo esquemático, ainda na Figura 13, é especialmente útil para o cenário a ser estudado nesta Tese, uma vez que apresenta o fluxo para dois momentos (planejamento e execução), que podem ser aproveitados, com os devidos ajustes de contexto, para a concepção gráfica do planejamento.

2.5. Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi apresentada pelo pesquisador norte-americano David Ausubel, com primeiros estudos publicados na década de 1960 (Ausubel,

1963), tendo como um dos pilares o fato de nortear o processo ensino-aprendizagem a partir do que o aluno já conhece, introduzindo a noção de conceito subsunçor.

Neste sentido, a aprendizagem é significativa quando ela se relaciona com algo que se aprende anteriormente, desta forma, quanto mais o processo de ensino-aprendizagem criar condições para que se relacione um novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia do estudante, que lhe for relevante, mais próximo se estará da aprendizagem significativa (Pelizzari et al., 2002). Substancial e não-arbitrária quer dizer uma aprendizagem perene, profunda, baseada na compreensão, a qual integrar-se-á à estrutura cognitiva do sujeito que aprende compondo-lhe integralmente.

No mesmo cenário, Moreira (2012), ao afirmar que o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o sujeito já sabe, caracteriza o conceito de subsunçor como uma estrutura de conhecimento específica que serve para interagir com uma nova informação, gerando uma aprendizagem.

Uma vez que uma nova ideia precisa se ancorar em outra já existente, como citado anteriormente, é possível pensar em uma analogia entre as Trajetórias de Aprendizagem e as LPVs, em que se vislumbra que o ato de ancoragem, num contexto macro, pode ser representado visualmente usando uma notação por blocos, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14: Exemplo da ideia de ancoragem com uma LPV.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Se observa na figura que o elemento com nomenclatura descrita como “late” está sendo encaixado (ou ancorado) em outro elemento, com nome “Cachorro”. A mesma ideia poderia ser utilizada para representar contextos e relações mais complexas que envolvam o processo de aprendizagem, conforme serão discutidos nas próximas seções desta Tese.

Fazendo uma inferência sobre a TAS é possível afirmar que se um material é relacionável, ele pode ser considerado potencialmente significativo, desta forma, a existência

de uma etapa do planejamento voltado à modelagem, sendo possível realizar relações e refletir criticamente sobre sua aderência para ancoragem, é um fator que pode culminar no apoio a tal etapa.

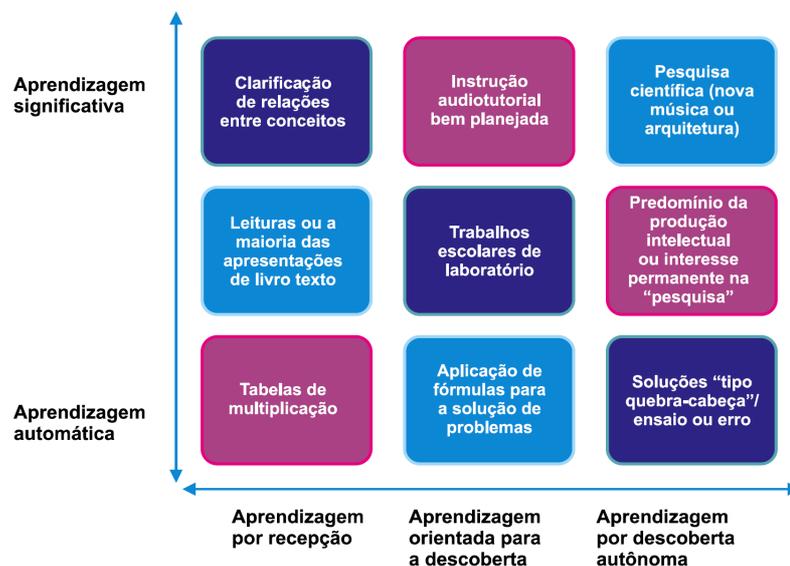
Ainda sobre a TAS, Ausubel (1962) propõe a existência dos Organizadores Prévios (OPs), algo similar à ideia de materiais introdutórios, como uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva afim de facilitar a aprendizagem significativa. Os OPs são uma espécie de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber, conforme explica Moreira (2010).

Já Ferro e Paixão (2017) afirmam que para gerar um produto interacional (subsunçor modificado) é necessário que a nova informação esteja relacionada a um conceito subsunçor existente, tal processo é denominado de assimilação. Um material a ser aprendido no contexto da TAS deve ser relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz.

É importante frisar que, segundo Pelizzari et al. (2002), os conhecimentos adquiridos significativamente, isto é, substancialmente ancorados nos saberes prévios dos sujeitos aprendizes, quando comparados à aprendizagem mecânica superficial, ficam retidos por um período maior de tempo.

Ausubel afirma ainda não ser possível classificar tipos qualitativamente diferentes de aprendizagem sob um único modelo explicativo e propõe distinguir dois eixos ou dimensões da aprendizagem: aprendizagem receptiva \Leftrightarrow aprendizagem por descoberta e aprendizagem mecânica \Leftrightarrow aprendizagem significativa (Fallis, 2013). Tais eixos são detalhados no diagrama da Figura 15, sendo apresentada uma relação em analogia ao contexto educacional.

Figura 15: Relação entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.



Fonte: Ferro e Paixão (2017)

A Figura 15 ilustra as formas características de aprendizagem por recepção e por descoberta e, através dela, os autores evidenciam que não é possível relacionar diretamente a aprendizagem por recepção à aprendizagem mecânica ou automática, de tal modo que uma aula expositiva (aprendizagem receptiva), por exemplo, não resulta necessariamente em aprendizagem mecânica ou automática. Observa-se que as aulas teóricas, muito presentes no contexto escolar, situam-se num ponto intermediário do contínuo entre a aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Da mesma forma, a aprendizagem por descoberta pode gerar aprendizagem mecânica, quando se restringir apenas à aplicação de fórmulas e/ou aprendizagem significativa no caso de instrução audiotutorial bem planejada (Ferro e Paixão, 2017), caso seja adequadamente recebida e compreendida.

É possível observar que uma das características da Aprendizagem Significativa, que a distância da aprendizagem mecânica, é a clarificação de relações conceituais. Neste contexto, para se aproximar de tal aprendizagem o estudante deve ser capaz de realizar relações cognitivas entre os conceitos, as quais se espera que o docente, no ato do planejamento, seja capaz de delinear.

2.5.1. A Aprendizagem Significativa e o Planejamento Docente

A concepção da Aprendizagem Significativa não caminha somente no sentido de dar significado ao papel do aluno, mas também concebe o professor como um participante ativo no processo ensino-aprendizagem, conforme cita Lemos (2011), ao mencionar a TAS como referencial teórico para subsidiar o planejamento do ensino. A autora afirma que “*é essencial que o professor esteja comprometido com a aprendizagem do aluno e este, por sua vez, com sua própria aprendizagem*” (Lemos, 2011, p. 5).

Não obstante, Gomes et al. (2008), ao relacionarem a teoria de Ausubel à educação na área de saúde, propõem o estabelecimento de uma mudança de visão no processo de planejamento, na construção de conteúdos e na definição dos objetivos educacionais. Os autores sugerem levar-se em conta as concepções da TAS como um instrumental teórico para apoiar o processo ensino-aprendizagem.

O processo ensino-aprendizagem é uma ação de duas vias entre professores e alunos, em que o professor deve atuar no sentido de elaborar materiais de ensino que sejam potencialmente significativos e progressivamente complexos. Para tanto, os docentes precisam ser subsidiados teoricamente para tal construção, enquanto os alunos, por sua vez, devem

buscar, de forma ativa, captar os significados ensinados, interpretá-los e relacioná-los (de forma substancial e não arbitrária) com os conhecimentos que já possuem (Lemos, 2011, p. 30).

Desta forma, além de elaborar os materiais significativos, cabe também ao docente a tarefa de relacioná-los coerentemente, levando em conta os subsunçores presumidamente conhecidos pelos alunos. Assim, o processo de reflexão sobre o planejamento é encarado, no contexto desta Tese, como uma etapa para caminhar na direção de tal construção.

Esta relação, entre a nova informação a ser aprendida com elementos já existentes, permite a reflexão sobre o papel da modelagem no planejamento do ensino, o que é proposto aqui por meio do desenvolvimento de uma ferramenta capaz de oferecer uma visão macro que evidencia as associações e hierarquias entre os conceitos a serem aprendidos, de modo a não apenas apoiar, mas também otimizar o processo de ensino-aprendizagem, por meio da qualificação do modo de estabelecer relações conceituais em tempo de planejamento.

Vinholi (2011), ao analisar um estudo de caso de uma disciplina da área de botânica no contexto da TAS, realizou uma pesquisa com os estudantes, com a utilização de questionário, para identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) e as ideias iniciais sobre o conteúdo, de forma a realizar o planejamento de estratégias instrucionais baseadas em tais elementos pré-existentes. Os resultados do trabalho evidenciam a correlação entre os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, e os novos conteúdos abordados, reforçando que a TAS pode subsidiar o planejamento do ensino.

2.6. Avaliação

A avaliação é sem dúvida uma das tarefas mais desafiadoras do processo ensino-aprendizagem. Neste tópico serão apresentadas algumas definições sobre a avaliação da aprendizagem, destacando seu aspecto formativo e a utilização de tecnologias.

Grillo & Gessinger (2010) afirmam que a avaliação tem uma vertente voltada à tomada de decisão, com função diagnóstica e de identificação do estágio em que se encontra a aprendizagem do aluno em relação a novos conhecimentos, autonomia e competências.

Já Luckesi (2008, p. 8) reforça que o processo de avaliação vai além da atribuição de notas para os estudantes, afirmando que “Avaliação é diagnóstico que pode ser registrado em forma de nota, mas nota não é avaliação”.

Novamente em Grillo & Gessinger (2010) é reforçado o papel da avaliação como um instrumento que permite ao professor reflexão sobre sua prática, permitindo caminhar, quando for necessário, no sentido de uma reorientação do ensino e da aprendizagem.

Na mesma linha, a avaliação formativa é constantemente discutida na literatura, tendo sua origem atribuída a Scriven et al. (1968) com adaptações e discussões realizadas por inúmeros autores (Bloom, 1975; Cardinet et al., 1976; Perrenoud, 1978).

A avaliação formativa, conforme cita Dutra et al. (2008), foi pensada como um contraponto à avaliação somativa, propondo a identificação de insuficiências na aprendizagem, de tal forma que seja possível alterações no conteúdo durante o andamento do processo ensino-aprendizagem.

Bloom (1956) considera que a avaliação formativa tem objetivo de fornecer um caminho duplo, permitindo tanto ao professor quanto ao aluno identificarem dificuldades durante o processo de aprendizagem, com possibilidade de realização de ajustes em tal processo.

Assim, a avaliação deixa de ser considerada numa perspectiva final e começa a ser encarada como uma avaliação formativa, processual, com atenção à tomada de decisão respeitantes ao processo de aprendizagem do aluno e ao processo de ensino do professor (Barreira et al, 2006).

Outro fator importante, desta vez citado por Luckesi (2000, p. 22), trata da defesa de que a concepção de avaliação sempre teria um carácter qualitativo, conforme afirma no seguinte trecho de seu texto: “A avaliação é sempre uma atribuição de qualidade a alguma coisa, experiência, situação, ação, vale dizer, o ato de avaliar incide sempre sobre alguma coisa que existe extensiva e quantitativamente”.

Por outro lado, várias pesquisas (Auler, 2011; Gil, 2006; Laguardia et al., 2007) apontam instrumentos tecnológicos para apoiar o processo de avaliação da aprendizagem. Seja através do uso de um AVA (Amaral et al., 2009), criação de ferramentas computacionais (Marina et al., 2003) ou mesmo tecnologias para interação online (Ugulino et al., 2009).

Tais estudos indicam metodologias e estratégias para o uso das tecnologias no processo ensino-aprendizagem, com especial atenção aos cursos de Educação a Distância. No trabalho de Bassani e Behar (2006), por exemplo, interações em um AVA são analisadas com intuito de identificar possibilidades de interpretação de dados que sejam capazes de apoiar o processo de avaliação.

Já no trabalho de Pimentel e Omar (2006) são discutidas tecnologias com o uso de técnicas de mineração de dados para identificar conhecimentos úteis a respeito do processo de avaliação, sobretudo no aspecto cognitivo do aluno.

Por fim, o trabalho de Teillet (2011) descreve o processo de construção de hipervídeos voltados para aprendizagem em cirurgia veterinária, conferindo especial atenção ao processo

de avaliação, tanto do hipervídeo quanto da aprendizagem dos estudantes participantes da pesquisa, criando um cenário propício às ideias da avaliação formativa.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados, bem como são descritos os experimentos realizados.

Antes de apresentar a descrição da metodologia adotada, cabe lembrar a questão de pesquisa: “*Como a utilização de princípios das Linguagens de Programação Visuais, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, é capaz de apoiar o planejamento do ensino e a aprendizagem?*”

A fim de buscar resposta para esta questão, foi apresentado o objetivo geral, que incluía o desenvolvimento de uma ferramenta *web*, e objetivos específicos, que apontam para a realização de experimentos com docentes e estudantes. Desta forma, a metodologia se divide em duas frentes: a primeira trata dos aspectos tecnológicos envolvidos no desenvolvimento e concepção da aplicação *web*, e a segunda diz respeito às perspectivas teóricas que fundamentam não apenas o desenvolvimento da tecnologia, como também balizam as análises empreendidas no âmbito dos experimentos realizados.

O método adotado nesta Tese caracteriza-se, quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada, objetivando gerar conhecimento a partir de uma aplicação prática, como descrito por Fonseca (2002), envolvendo um problema específico: no contexto apresentado, apoiar a etapa de planejamento e a aprendizagem discente.

A pesquisa tem caráter exploratório, em que, inicialmente, a busca por referências foi realizada num contexto mais amplo, levando em conta formas gráficas para representação conceitual do conhecimento e, posteriormente, delimitando-se para seu uso no processo de planejamento de Trajetórias de Aprendizagem, além de levantamento das teorias que norteiam a pesquisa.

Foram utilizados métodos quantitativos para análise quanto ao modelo gráfico, ferramenta *web* e experimentos com estudantes, e uma abordagem qualitativa para pesquisa realizada com docentes, descritos nas subseções da metodologia.

3.1. Quanto ao modelo gráfico e tecnologias *web*

Um dos primeiros desafios para a concepção desta Tese foi analisar as possibilidades tecnológicas e escolher aquelas que se adequavam aos objetivos pretendidos. Desta forma, foi adotado o *framework Blockly* Google (2019) para a fase de materialização dos elementos em ambiente *web*, tendo em vista as características e motivos elencados a seguir.

O *Blockly* é uma biblioteca na linguagem de programação *JavaScript* que se propõe a criar editores de programação visual sendo que, através do encaixe entre blocos, pode-se representar uma relação lógica. O framework permite ainda a criação de elementos personalizados para agregação com aplicações desenvolvidas em plataforma *web*.

Ainda no que se refere ao *Blockly*, o mesmo inclui possibilidade de gerar código em cinco linguagens de programação distintas (*JavaScript, Python, PHP, Lua e Dart*), permitindo também a criação de uma linguagem personalizada. Possibilidade essa aproveitada na fase de materialização dos conceitos em Trajetórias de Aprendizagem, conforme discutido nos resultados desta Tese.

Algumas características do *Blockly* foram fundamentais para sua escolha como *framework* padrão para o ambiente *web*. Dentre tais características é possível destacar, conforme Google (2019):

1. Linguagem 100% *JavaScript*, com baixo tamanho e alto rendimento.
2. Uso exclusivamente do lado do cliente, não sendo necessário requisições do lado do servidor, permitindo atividades *off-line*, sem uso de uma conexão com a internet.
3. Solução compatível com a maioria dos navegadores do mercado (*Chrome, Firefox, Safari, Internet Explorer*), uma vez que usa tecnologia SVG para renderizar os elementos gráficos.
4. Tecnologia altamente personalizável e extensível, garantindo a criação de novos elementos.
5. Tecnologia livre, com código-fonte aberto, permitindo alterações e personalização em toda a estrutura, sendo distribuída sob licença *Apache*⁶.
6. O código gerado a partir da relação dos blocos é exportável, permitindo sua manipulação.
7. É possível obter, no formato *XML*, as relações realizadas pelo usuário. De posse do *XML* é possível realizar iteração para, no contexto deste projeto, gerar Trajetórias de Aprendizagem e exportações entre plataformas.
8. Possibilidade de internacionalização. O framework foi traduzido para mais de 40 idiomas.

⁶ A Licença Apache é uma licença de software livre permissiva de autoria da Apache Software Foundation (ASF).

Outra forte inclinação para o uso de uma tecnologia baseada em LPVs se deu pela sua fácil leitura, similar à linguagem natural, conforme discutido na pesquisa de Resnick et al. (2009). Mesmo sem um treinamento tecnológico específico é possível inferir sobre sua função e formas de relação, tornando a ferramenta atrativa para o cenário estudado.

Cabe citar ainda a grande utilização do *Blockly* em soluções *web*, como é o caso do popular *framework Scratch* MIT (2019), uma solução para aprendizagem de programação a qual vem sendo reestruturada utilizando os padrões e tecnologias do *Google Blockly*. Tal notação, conforme observado na Figura 16, tem elementos gráficos baseados no uso de ícones, com apelo para o público jovem.

Figura 16: Framework Scratch para programação visual voltado para público jovem.



Fontes: MIT (2019) e Google (2019)

Para criação dos elementos gráficos e da ferramenta *web*, que serão discutidos posteriormente, foram adotadas as boas práticas sugeridas por Fraser (2015) para definição de regras de formato e conexão entre os elementos, bem como o constante na documentação oficial do *framework Blockly*. Neste sentido, foram definidos um conjunto de três passos para o processo de planejamento e desenvolvimento:

1. **Integrar o editor visual:** o editor visual consiste em uma caixa de ferramentas para armazenar os elementos gráficos em um espaço de trabalho, possibilitando a organização na forma de blocos;

2. **Criar blocos do aplicativo:** Definir um conjunto de elementos na forma de blocos que possuam significado para o usuário do sistema, permitindo sua conexão de forma lógica, além de validação quanto às permissões para relação entre elementos;
3. **Construir o restante da aplicação:** os blocos representam uma parte importante da aplicação, no entanto, sua utilização de forma isolada implica numa solução estática; a interação com a lógica de negócios, bem como com base de dados, garante funcionalidade ao *software*.

Para o modelo proposto (a ser discutido posteriormente) foi necessário definir um vocabulário gráfico, com estruturas visuais que fossem capazes de representar os elementos necessários para o desenho da aprendizagem, no contexto do planejamento, e do estabelecimento de relações conceituais, no viés da aplicação com estudantes.

Assim, foi necessário definir um conjunto de elementos capazes de representar as concepções de Trajetos de Aprendizagem, Conceitos, Recursos de Aprendizagem (RAs), Avaliações e relações de dependência (subsunçores).

Para o desenvolvimento se utilizou o NodeJS (2019), com linguagem de programação *JavaScript*, e *plug-ins* específicos para relação com a interface gráfica, além de base de dados não-relacional hospedada em nuvem do *Google Firebase*.

O *NodeJS* é uma plataforma criada a partir do motor da linguagem *JavaScript*, permitindo o desenvolvimento de aplicações escaláveis, com notação orientada a eventos assíncronos. Um exemplo simplório de código da linguagem é ilustrado na Figura 17.

Figura 17: Trecho de código na plataforma NodeJS.

```
const http = require('http');

const hostname = '127.0.0.1';
const port = 3000;

const server = http.createServer((req, res) => {
  res.statusCode = 200;
  res.setHeader('Content-Type', 'text/plain');
  res.end('Hello World\n');
});

server.listen(port, hostname, () => {
  console.log(`Server running at http://${hostname}:${port}/`);
});
```

Fonte: (NodeJS, 2019)

Foi usada ainda a arquitetura MVC (*Model, View, Controller*) para organização do projeto, garantindo interconexão entre a interface gráfica, modelos e controladores, além das boas práticas definidas em NodeJS (2019) e regras apontadas em Express (2019).

Cabe citar que o processo de desenvolvimento transcorreu por 8 meses, tendo início em janeiro de 2019 e sua segunda versão finalizada em agosto de 2019, com ajustes subsequentes para aplicações em locais e públicos distintos.

A criação da ferramenta e modelo gráfico foram divididos em quatro etapas: na primeira etapa foram criados elementos básicos e uma ferramenta piloto, na segunda foram definidos elementos para representar visualmente os conceitos e suas relações, na terceira ocorreram ajustes e novos elementos foram inseridos e na quarta adaptações foram realizadas para adaptar seu uso para estudantes. O Quadro 03 apresenta uma descrição de cada etapa.

Quadro 03: Etapas para desenvolvimento da ferramenta web com modelo gráfico incluído

Etapa	Período	Descrição
Etapa 01	Mai/2018-Set/2018	Nesta etapa foi desenvolvido o arcabouço técnico para a ferramenta, sendo definidos linguagem de programação, bases de dados e local para hospedagem. Uma versão piloto da ferramenta foi desenvolvida para aplicação com estudantes.
Etapa 02	Jan/2019-Mai/2019	Foram criados elementos gráficos para definição conceitual, sendo elencado um conjunto de 3 elementos para representação de conceitos, subsunçores e Recursos de Aprendizagem. Ao final da Etapa 01 foi realizada uma pesquisa quanto ao aspecto da aceitação da tecnologia com docentes e/ou pesquisadores.
Etapa 03	Jun/2019-Ago/2019	Nesta etapa a ferramenta sofreu ajustes para corrigir problemas apresentados durante o experimento realizado na Etapa 01, além da adição de novos elementos gráficos (passando de 3 para 5 elementos) e mudanças de formato/concepção.

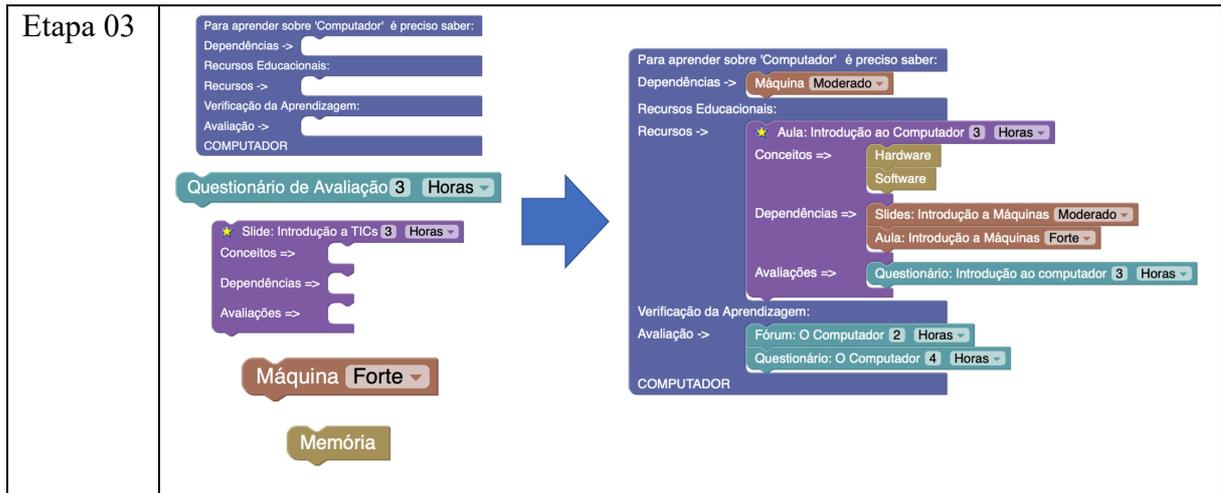
		Nesta etapa foram realizados experimentos com professores, afim de identificar percepção docente quanto ao uso do modelo.
Etapa 04	Jul/2020-Set/2020	Nesta etapa a ferramenta sofreu ajustes para aplicação com estudantes, gerando nova interface capaz de garantir aos estudantes formas de relacionar conceitos de forma hierárquica obtendo <i>feedback</i> quanto ao resultado da estruturação conceitual. Neste ponto foi realizado experimento com estudantes, conforme detalhado posteriormente, para analisar possíveis alterações no desempenho quando submetidos ao uso do modelo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante a Etapa 01 e 02 foram elencados três elementos gráficos que pretendiam representar a relação entre Recursos de Aprendizagem, Conceitos e Subsunoçores. Tais estruturas foram dispostas na forma de blocos com pontos de ancoragem (mesma concepção das LPVs), conforme ilustra o Quadro 04. É possível observar que a partir da relação entre os elementos se gera a modelagem de um conceito (fluxo representado pela seta na figura).

Quadro 04: Etapas para desenvolvimento da ferramenta.

Etapa	Elementos Gráficos
Etapa 01 e Etapa 02	



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já na Etapa 03, ainda no Quadro 04, novas representações foram adicionadas, tais como elementos para representar as avaliações, os níveis de dependências entre RAs e a representação de Trajetos.

No modelo proposto para a primeira etapa, os RAs estavam subordinados a um Conceito, sendo que um RA poderia tratar exclusivamente de um único Conceito. Assim, partindo do entendimento pós-experimento de que um RA pode tratar de múltiplos conceitos, durante a segunda etapa ocorreram mudanças no aspecto teórico no modelo, passando a representação de “conceitos” para a composição dos RAs.

Outros desdobramentos transcorreram a partir do primeiro experimento, tais como a modificação da ideia de subsunçores, passando a atuar tanto no aspecto de Recursos de Aprendizagem quanto de trajetos, e melhoria na exibição das Trajetórias de Aprendizagem.

Por fim, na Etapa 04 ajustes no aspecto tecnológico foram realizados para permitir que estudantes pudessem interagir com o modelo afim de realizar relações conceituais encadeadas sobre um assunto definido como atividade pelo professor.

Um detalhamento dos elementos gráficos, bem como dos experimentos, é apresentado nas próximas subseções e nos resultados desta Tese.

3.1.1. Pesquisa quanto à aceitação da tecnologia

Após a conclusão do desenvolvimento da primeira etapa da ferramenta e modelo gráfico, foi conduzida uma pesquisa com docentes e/ou pesquisadores para avaliação quanto à utilização e aceitação da tecnologia. Tal pesquisa se mostrou fundamental para possibilitar a análise quanto à viabilidade da pesquisa na temática proposta.

Para tanto foi adotado o modelo teórico TAM (*Technology Acceptance Model*), um instrumento bastante utilizado na literatura, permitindo prever o impacto de uma tecnologia no comportamento humano.

O modelo TAM analisa, conforme citam Leal et al. (2012), o motivo de usuários aceitarem ou rejeitarem uma tecnologia da informação, abrangendo como melhorar o aspecto da aceitação, dando condições para entender, prever e explicar tal processo. Assim, foi proposta a realização de uma pesquisa quantitativa, seguindo uma sequência de 4 etapas:

1. **Etapa 01:** Treinamento quanto ao modelo gráfico e uso da ferramenta *web*:
 - Esta etapa visou familiarizar o usuário com o ambiente a fim de torná-lo apto a operá-lo.
2. **Etapa 02:** Utilização da ferramenta:
 - O usuário foi convidado a realizar o planejamento de um conteúdo didático de uma disciplina baseado em um plano de ensino prévio ou ementa.
3. **Etapa 03:** Questionário:
 - Momento para responder questionários baseados no modelo teórico TAM.
4. **Etapa 04:** Análise:
 - Análise dos dados obtidos para identificação dos aspectos de aceitação da tecnologia.

No que se refere ao questionário (disponibilizado no Apêndice 1 deste trabalho), o mesmo foi dividido em três grupos, conforme descrição do modelo TAM, originalmente proposto por Davis (1989), e com base na pesquisa realizada por Leal et al. (2012), a saber:

1. **Utilidade percebida:** Esta categoria procura indicar a percepção do usuário com relação ao potencial da tecnologia para melhorar seu desempenho pessoal.
2. **Facilidade de uso percebida:** Categoria relacionada ao esforço percebido pelo usuário para utilização da tecnologia.
3. **Variáveis externas:** Procura ter melhor compreensão dos fatores que influenciam a utilidade percebida e facilidade de uso percebida.

Ainda sobre o questionário, foram adotados níveis de afirmação da escala de Likert: a) discordo plenamente; b) discordo parcialmente; c) nem concordo nem discordo; d) concordo parcialmente e; e) concordo plenamente.

O planejamento para o experimento foi realizado no mês de maio de 2019, momento em que a ferramenta foi disponibilizada em um endereço na internet, e os questionários foram criados, tendo aplicação durante uma semana, entre 27 e 31 de maio de 2019.

O experimento teve como público-alvo professores e/ou pesquisadores de instituições de ensino superior. Foram convidadas 32 pessoas, das quais 15 aceitaram participar da pesquisa. O convite foi realizado por *e-mail* ou por contato presencial; os participantes receberam mensagem com informações sobre o processo de participação.

Ao abrir o *link* recebido por *e-mail* os participantes foram direcionados para uma página com três etapas sequenciais obrigatórias. A primeira etapa consistia em assistir um vídeo de ambientação na ferramenta para explicar os objetivos da tecnologia e como utilizá-la. Já a segunda etapa consistia na modelagem do plano de ensino ou ementa de uma disciplina utilizando os elementos gráficos. E por fim, na terceira etapa foi apresentado um questionário usando um formulário eletrônico no serviço *Google Forms*.

Foram excluídos da análise final três participantes, seja por terem respondido o questionário e não manipulado a ferramenta, ou por terem utilizado a ferramenta sem responder o questionário. Desta forma, para o experimento foram considerados os dados de 12 participantes.

Dos 12 participantes, cinco eram vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sendo professores e/ou pesquisadores do Programa de Pós-Graduação Informática em Educação (PPGIE), e sete professores de instituições de ensino superior da rede privada de Belém do Pará.

Não obstante, para o experimento, foi proposta a transposição do conteúdo do plano de ensino prévio ou ementa da disciplina do professor para o modelo gráfico sugerido neste trabalho. Esta abordagem se ancora no trabalho de Argolo (2016), o qual afirma que, a partir do plano de ensino, é possível obter um mapeamento de conceitos, bem como os dados inerentes a possíveis Recursos de Aprendizagem e relações de dependências.

Por fim, para avaliação das informações coletadas durante a aplicação dos questionários, foi utilizada planilha eletrônica para tabulação dos dados e geração de gráficos quanto aos percentuais em cada grupo analisado.

Os dados resultantes desse experimento são puramente quantitativos, com o objetivo específico de avaliar os aspectos de aceitação da tecnologia com base na percepção do participante sobre o uso da ferramenta, não sendo objetivo, portanto, avaliar o conteúdo produzido pelos docentes, ficando esta particularidade como parte do escopo da segunda pesquisa, descrita na próxima subseção da metodologia.

3.2. Experimento com docentes

Este tópico apresenta a metodologia adotada para realização do experimento com docentes, indicando os procedimentos adotados, a definição do universo de estudo e as técnicas para coleta de dados.

Para o experimento com docentes optou-se por utilizar uma abordagem qualitativa, por meio da modalidade de estudo de caso. O estudo de caso pode ser definido como:

(...) um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe. O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador (Silveira; Gerhardt, 2009).

A adoção do estudo de caso ganha amparo no trabalho de Fonseca (2002), afirmando que tal modalidade permite a pesquisa em ambiente natural como fonte direta de dados, além de apontar que o objetivo da pesquisa está vinculado ao processo e não somente ao produto final, fato que o torna promissor para o cenário a ser analisado.

Já Barcelos (2011) reforça que pesquisas quantitativas “*não são capazes de captar os fenômenos sociais que se encontram dependentes do contexto, como é o caso da educação*”.

A realização da pesquisa com professores foi organizada em 4 etapas, conforme descrição do Quadro 05.

Quadro 05: Etapas para realização de pesquisa com docentes

Etapa	Descrição
Etapa 01	Convite para participação da pesquisa, com posterior agendamento para realização de atividades de pesquisa presencial.
Etapa 02	Na etapa 2 foi realizado o experimento de forma presencial, seguindo uma organização que inclui: <ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar os objetivos da pesquisa; 2. Ambientar o docente no uso da ferramenta <i>web</i>; 3. Utilização da ferramenta e modelo gráfico pelo docente;
Etapa 03	Aplicação de questionários
Etapa 04	Análise de dados

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que se refere à Etapa 1, o público-alvo da pesquisa foram 19 professores do ensino fundamental da Escola Fidel Zanchetta⁷, do município de Cachoeirinha/RS, tendo como critérios de inclusão: a) possuir disciplina com ementa e plano de ensino definidos; b) Ter ministrado a disciplina por pelo menos 2 semestres.

Já na Etapa 2 teve início com um treinamento presencial de 8 horas, momento em que foram apresentados os aspectos inerentes à ferramenta *web* (link para acesso à ferramenta disponível no Apêndice 05) e suas relações com o planejamento e geração de planos de ensino. Em seguida, ainda em momento presencial, os professores criaram o planejamento da trajetória de ensino de uma disciplina fictícia, proposta como atividade para familiarização com o ambiente.

Em seguida, os participantes utilizaram a ferramenta por 14 dias, para elaboração do planejamento de sua disciplina. Foi uma etapa realizada à distância, tendo o ambiente Moodle (2017) como suporte para comunicação entre professores e os responsáveis pela pesquisa, sobretudo para sanar dúvidas e expor resultados.

Na Etapa 2, foi proposto ao docente a transposição, na forma de modelagem gráfica, do conteúdo de uma ementa, plano de ensino ou plano de aula para a ferramenta *web*. Tal formato segue indicação de Argolo (2016) que fala sobre a presença de informações no plano de ensino e/ou ementa que possibilitam a identificação de elementos necessários para a realização do desenho da aprendizagem. Para tanto, os participantes foram conduzidos segundo o seguinte procedimento:

1. Analisar a ementa ou plano de ensino;
2. Extrair as representações de Trajetos;
3. Definir os conceitos que fazem parte do escopo da ementa ou plano de ensino;
4. Relacionar os conceitos com os Trajetos de Aprendizagem;
5. Transpor a análise realizada para a ferramenta *web*;
6. Analisar os resultados quanto aos modelos gráficos criados (modo de plano de ensino, modo gráfico ou de trajetória de aprendizagem).

⁷ A realização do experimento na escola Fidel Zanchetta foi previamente autorizada através de parceria firmada entre a Escola e a UFRGS para realização de atividades de treinamentos quanto ao uso de tecnologias voltadas para a educação.

Já na Etapa 3 os participantes da pesquisa responderam um questionário (disponível no Apêndice 2) que objetivava identificar a percepção do docente quanto ao uso do modelo gráfico, relatórios gerados, facilidade de uso e aspectos gerais da ferramenta *web*. O questionário foi aplicado utilizando o ambiente Moodle (2020), sendo organizado de forma a abranger 5 grupos de análise, a saber:

1. Questões que buscam identificar o perfil do docente;
2. Questões que buscam identificar o uso de tecnologias pelo docente;
3. Questões que buscam identificar a organização didática do conteúdo sendo utilizado (plano de ensino e/ou ementa);
4. Questões que buscam identificar se o modelo é intuitivo e útil para o participante;
5. Questões que buscam identificar o tempo do docente dedicado ao planejamento e ao ensino;
6. Questões que buscam identificar as impressões do docente quanto ao uso da ferramenta *web* e modelo gráfico e seus impactos no processo de planejamento.

Por fim, na Etapa 4, para o mapeamento dos dados optou-se pela metodologia de análise de conteúdo qualitativos, discutida por Moraes (1999) na perspectiva da pesquisa em educação, a qual inclui como objetivos essenciais a categorização, descrição e interpretação.

Ainda segundo Moraes (1999), o processo de análise de conteúdo é constituído de 5 etapas, a serem seguidas neste experimento:

1. Preparação das informações:
 - Esta etapa inclui: Identificar amostras de informação a serem analisadas; iniciar o processo de codificação dos materiais, preparação e transformação de documentos.
2. Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades:
 - Esta etapa inclui: rever cuidadosamente os materiais com a finalidade de definir unidade de análise; isolar cada material de análise; e definir unidades de contexto.
3. Categorização ou classificação das unidades em categorias:
 - Esta etapa diz respeito ao ato de agrupar os dados, considerando as particularidades que existem em comum entre eles.
4. Descrição:

- A descrição é o primeiro passo somente para a comunicação dos resultados, esta etapa envolve a organização de tabelas, quadros, gráficos, etc.

5. Interpretação:

- Um passo além das descrições, sendo possível inferir sobre hipóteses, sendo uma extensão das conclusões de um grupo menor para uma população mais ampla.

A realização do experimento com docente obedeceu ao cronograma constante no Quadro 06.

Quadro 06: Cronograma para realização do experimento com docentes.

Etapa	Período	Descrição
Etapa 01	jan./2020 - fev./2020	Planejamento do experimento, definindo formato e questionários.
Etapa 02	fev./2020	Realização de convites formais para docentes para participação na pesquisa.
Etapa 03	mar./2020 - abr./2020	Realização de experimentos e aplicação de questionários.
Etapa 04	abr./2020	Análise de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3. Experimento com estudantes

Este tópico apresenta a metodologia adotada para a realização do experimento com estudantes, indicando os procedimentos adotados, a definição do universo de estudo e as técnicas para coleta de dados.

Para o experimento com discentes optou-se por utilizar uma abordagem quantitativa, com objetivo de avaliar alterações no rendimento estudantil quando submetidos ao uso das ferramentas propostas.

Para este experimento foi considerado o uso do modelo Bloco Conceitual como uma estratégia de ensino e aprendizagem voltada para o processo avaliativo, com intuito de ser um instrumento para promover a aprendizagem significativa através do estabelecimento de relações conceituais.

Desta forma, esta Tese pretende, por um lado, apoiar a etapa do planejamento de Trajetórias de Aprendizagem, na perspectiva do professor, e por outro lado, no âmbito estudantil, promover a aprendizagem significativa usando o arcabouço das LPVs.

Para tanto será adotado o elemento de representação de conceitos do modelo Bloco Conceitual, conforme discutido anteriormente, para permitir ao estudante a realização de encadeamentos conceituais.

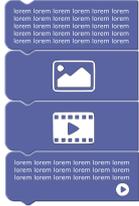
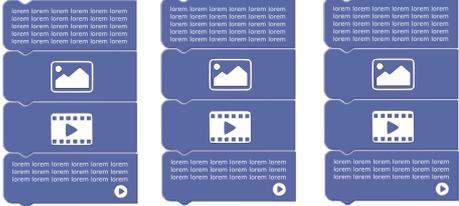
Tal escolha se deve ao entendimento de que é possível ao aluno atingir a Aprendizagem Significativa à medida que organiza seu conhecimento de maneira autônoma, conforme citam Santos *et al.* (2012), ao afirmarem que tal processo permite ao estudante retificar seu próprio raciocínio e construir estruturas mentais que possibilitem descobrir outros conhecimentos. Por outro lado, é possível ter variações da estratégia de aplicação, usando outras relações, não sendo objetivo desta Tese, ficam como uma aplicação futura.

Cabe citar ainda o aspecto da educação pela pesquisa, discutido por Moraes e Lima (2012), que afirmam ser uma possibilidade metodológica e alternativa para o sucesso do processo ensino-aprendizagem, encarado como uma forma de aprendizagem significativa, permitindo ampliar, elaborar e reelaborar ideias. Desta forma, o estabelecimento de relações conceituais entre blocos pode também favorecer a ideia de educação pela pesquisa.

Dito isso, os experimentos utilizaram uma ferramenta *web* desenvolvida no escopo desta Tese, já destacada na seção anterior, que permite ao estudante realizar a modelagem conceitual conforme orientações definidas pelo professor.

A ferramenta permite ao estudante o estabelecimento de relações conforme ilustra o Quadro 07.

Quadro 07: Formas para representação conceitual.

Representação	Descrição
	<p>Estabelecimento de encadeamento sequencial, permitindo relacionar conceitos de forma hierárquica.</p>
	<p>Estabelecimento de múltiplos encadeamentos sequenciais, permitindo representar conjunto de ideias que se complementam.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 07 apresenta duas formas para representação conceitual, a primeira trata de uma relação hierárquica sequencial com uma coluna com blocos relacionados entre si. Cada bloco representa um conceito agregado a um recurso de aprendizagem, seja na forma textual, de vídeo, de imagem ou outra mídia digital. A relação entre eles, através da ação de encaixar uns sobre os outros, dá origem ao encadeamento conceitual realizado pelo aluno a partir da descrição de atividade proposta pelo professor.

No mesmo caminho, a segunda forma de representação, ainda no Quadro 07, permite estruturar cenários em que a complexidade de uma ideia, ou conceito, não pode ser materializada com somente um encadeamento sequencial (uma coluna), exigindo a existência de múltiplas colunas que se complementam.

Embora o Quadro 07 ilustre colunas com somente 3 conceitos sendo relacionados na vertical, cabe citar a não existência de limites de relações, sendo que o número de blocos encaixados será proporcional à atividade proposta pelo professor e a criatividade do aluno para expor suas ideias.

O experimento com estudantes foi organizado em duas etapas, conforme detalha o Quadro 08 e subseções que seguem.

Quadro 08: Etapas da pesquisa com estudantes.

Etapa	Quantidade de participantes	Período
Experimento 01	27 estudantes	05/09/2018 - 20/09/2018
Experimento 02	18 estudantes	28/10/2020 – 04/11/2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.1. Primeiro experimento com estudantes

O primeiro experimento com estudantes foi conduzido com alunos do curso de graduação em Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com encontros presenciais em laboratório de informática.

Neste experimento os alunos foram organizados em dois grupos. Cada grupo recebeu um assunto para utilizar na ferramenta *web*, conforme consta no Quadro 09. Posteriormente à aplicação em seus respectivos grupos os assuntos foram invertidos, de tal forma que todos os alunos tiveram oportunidade de trabalhar os dois assuntos.

Quadro 09: Organização de grupos para Experimento 01.

Grupo	Assunto	Quant. Alunos
Grupo 01	Introdução a Canvas com HTML5	13
Grupo 02	Introdução ao CSS	14

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para este experimento foi considerada uma abordagem metodológica quantitativa, com a aplicação de questionários de avaliação para mensurar a evolução dos alunos envolvidos no processo. Para isso, adotou-se o método discutido por Silva *et al.* (2014), com aplicação de pré e pós-testes.

O pré-teste teve objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos alunos nos assuntos propostos, sendo aplicado a todos os participantes, utilizando a ferramenta Google Forms para sua efetivação. Já para verificar a situação final com relação à assimilação do conteúdo, foi aplicado um pós-teste utilizando os mesmos processos e ferramentas de aplicação (questionários disponíveis no Apêndice 03).

Ambos os questionários, pré e pós-testes, continham questões diferentes, mas com o mesmo número de questões, com dificuldades semelhantes exigindo os mesmos conhecimentos para serem respondidas corretamente. Desta forma, é desejável um mecanismo de avaliação que permita identificar ao final de cada processo a evolução ou não dos estudantes nos assuntos trabalhados.

Os estudantes, de ambos os grupos, receberão uma série de conceitos, na forma de blocos, os quais deveriam encadear da maneira que considerassem coerente de acordo com o conteúdo. Os conceitos estavam vinculados a Recursos de Aprendizagem, tais como vídeos e textos. Desta forma, um conceito que tratava, por exemplo, de uma classe em CSS poderia conter um vídeo explicativo vinculado.

Assim, para realizar o encadeamento, o estudante necessariamente precisa se apropriar do conteúdo do conceito para realizar as relações, dando ao professor um instrumento de avaliação, podendo visualizar como os estudantes estão relacionando as ideias do assunto. Se sugere ainda que o modelo BC favorece a aprendizagem, uma vez que o estudante deverá conhecer os conceitos e Recursos de Aprendizagem para realizar as relações hierárquicas.

Além dos Recursos de Aprendizagem já disponibilizados para uso dos dois grupos, a ferramenta contou também com a possibilidade de o próprio estudante incluir Recursos de Aprendizagem. Desta forma, o aluno poderia elencar outros conteúdos, externos à ferramenta, e encaixar em posições que considerasse coerente (na forma de blocos). Para o contexto desta

pesquisa foi permitido que o estudante agregasse vídeos, conteúdo em HTML e arquivos em PDF.

Cabe dizer, por fim, que o primeiro experimento com os estudantes se limitou a analisar o encadeamento sequencial utilizando somente uma coluna, conforme descreve o Quadro 07. Esta escolha se deu para realizar uma avaliação inicial do modelo gráfico e da ferramenta *web* em um contexto em que a complexidade não necessariamente exigia múltiplas ideias paralelas, ficando esta particularidade para o experimento subsequente.

3.3.2. Segundo experimento com estudantes

O segundo experimento com estudantes teve objetivo de avaliar como se dá o processo de aprendizagem discente quando expostos a cenários que envolvam maior complexidade, devendo relacionar múltiplas ideias utilizando a notação por blocos baseada nas LPVs.

Este experimento também serviu para testar as possibilidades de correção automática da ferramenta *web*, em que mediante os cenários cadastrados pelo professor é possível ao estudante receber *feedback* à medida que insere os elementos gráficos na tela.

Da mesma forma, como feito no primeiro experimento com estudantes, a ferramenta *web* utilizada foi baseada no Google Blockly (2020), com acréscimo de um módulo para adaptar ao cenário proposto. Tal escolha teve como critério o fato de o *framework* ter código-fonte aberto, o que permitiu utilizar os vários elementos de interação existentes no *Blockly* com implementação de ajustes para adaptar ao cenário estudado.

O dito experimento foi realizado com 18 estudantes do Centro Universitário do Pará (CESUPA)⁸, uma faculdade privada com sede em Belém do Pará/PA, com atividades propostas para a disciplina de Modelagem Físico Matemática II no curso de Engenharia Civil. Todo o processo teve duração de 23 dias, conforme detalhado a seguir.

A escolha da instituição CESUPA se deu em virtude do critério estabelecido anteriormente para aplicação em instituição de ensino superior, além de aspectos como proximidade e disponibilidade. Ainda no que se refere aos critérios de escolha, outro aspecto importante a destacar é o difícil momento no qual a pesquisa foi realizada, quando o mundo passa pela grave pandemia da COVID-19, fator que reduziu bastante, pelo menos no contexto local da realização da pesquisa, o número de instituições e professores dispostos a participar do processo.

A realização do experimento seguiu as etapas constantes no Quadro 10.

⁸ A realização do experimento com estudantes foi previamente autorizada pelo CESUPA através da coordenação de curso e diretoria acadêmica.

Quadro 10: Etapas para realização do segundo experimento com estudantes.

Etapa	Atividade	Período
Etapa 01	Atividades de planejamento e elaboração de cenários pelo professor.	13/10/2020 – 26/10/2020
Etapa 02	Realização de pré-teste	28/10/2020
Etapa 03	Realização de atividades pelos alunos	28/10/2020 - 04/11/2020
Etapa 04	Realização de pós-teste	04/11/2020
Etapa 05	Análise de dados	04/11/2020 – 08/12/2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Etapa 01, apresentada no Quadro 10, foi conduzida por 14 dias e teve objetivo de ambientar o professor no uso da ferramenta *web* bem como no processo de criação de cenário (atividades) para posterior aplicação com os alunos.

Os cenários são uma sequência de conceitos, organizados na forma de blocos, em que o professor deve informar os critérios para permitir que o estudante receba *feedback* dos seus acertos e erros. Dentre os critérios estão a marcação de quais blocos podem ser encaixados entre si, bem como as hierarquias válidas.

Ainda na Etapa 01, o professor deve fornecer todos os Recursos de Aprendizagem necessários para formar os conceitos a serem utilizados pelos alunos. Cabe citar que não houve direcionamento quanto à escolha do conteúdo. O professor poderia optar por um assunto que seria útil para os estudantes. Para o contexto desta pesquisa foi adotado pelo professor da disciplina o assunto “Introdução à Organização e Arquitetura de Computadores”.

O processo de adaptação do professor contou com momentos presenciais, sobretudo para abordar os aspectos técnicos da ferramenta *web* e avaliar o trabalho sendo realizado; além de atividades remotas. Foi adotada comunicação através de *e-mail* para acompanhar e orientar o trabalho de planejamento realizado pelo professor.

É possível afirmar, em analogia ao experimento realizado com docentes apresentado nas seções anteriores, que o professor realizou uma atividade de modelagem do conhecimento,

estabelecendo padrões e critérios para o posterior estabelecimento de relações conceituais pelos estudantes.

Ainda durante a Etapa 01, foi estabelecido critérios quanto a divisão da turma em dois grupos, sendo o primeiro um Grupo de Controle (Grupo A) e o segundo o Grupo Experimental (Grupo B). A distribuição dos alunos ocorreu de forma aleatória, sendo que através de sorteio os estudantes eram incluídos no Grupo A ou B.

Para ambos os grupos foi disponibilizado um texto no formato PDF apresentando os aspectos teóricos básicos sobre o assunto abordado. Tal material possuía os conhecimentos prévios (subsunçores) necessários para a realização das atividades propostas posteriormente.

Além do conteúdo em PDF (comum aos dois grupos) foram apresentados aos participantes de cada grupo conteúdos distintos, conforme destaca o Quadro 11.

Quadro 11: Conteúdo para cada grupo da pesquisa.

Grupo	Atividade/Conteúdo
Grupo A (Grupo de Controle)	Foi disponibilizado para o Grupo A um vídeo sobre o assunto “Introdução à Organização e Arquitetura de Computadores”. O vídeo tinha duração de 24:50s, abordando o assunto planejado para o experimento.
Grupo B (Grupo Experimental)	Foi disponibilizado para o Grupo B a ferramenta <i>web</i> desenvolvida no escopo desta pesquisa, com o conteúdo criado pelo professor na forma visual de blocos, abordando o assunto planejado para o experimento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Grupo A contou com a participação de 10 estudantes e do Grupo B participaram 8 estudantes. A diferença quantitativa entre os grupos se deu em virtude da eliminação de participantes que não concluíram todas as etapas propostas.

Conforme citado no Quadro 11, o primeiro grupo recebeu um conteúdo no formato de vídeo e o segundo uma notação visual baseada no encaixe entre blocos. Cabe citar que ambos os Recursos de Aprendizagem (vídeo e blocos) contemplavam exatamente o mesmo assunto, no entanto, com formatos diferentes.

Já na Etapa 02 foi realizado um pré-teste para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes de ambos os grupos. O pré-teste seguiu os mesmos moldes e critérios de aplicação do primeiro experimento com estudantes, apresentado na seção anterior. No entanto, sua

aplicação ocorreu de forma remota (a distância), através do uso do formulário Google Forms. A modalidade remota foi adotada em virtude da pandemia de COVID-19 que ocorria no momento da realização deste experimento. Os questionários aplicados para os estudantes estão disponíveis no Apêndice 04.

Durante o período de realização do experimento, os estudantes estavam com aulas totalmente na modalidade remota, utilizando uma plataforma de videoconferência para interagir com o professor da disciplina. Durante a aula do dia 28/10/2020, o professor enviou *link* através do sistema de comunicação instantânea (*chat*) para acesso ao pré-teste usando o referido formulário no *Google Forms*.

A Etapa 03 trata do momento de aplicação com os estudantes. Nessa etapa, participaram da pesquisa 18 estudantes, que receberam, através do ambiente virtual de aprendizagem da escola, um link para acessar as atividades propostas.

Os estudantes do Grupo A receberam acesso ao vídeo, como citado anteriormente, e os estudantes do Grupo B receberam orientação de acesso na ferramenta *web*.

Durante o transcorrer da Etapa 3 foram realizadas comunicações por *e-mail* para cobrança de realização das atividades pelos alunos. Tais mensagens atuaram como lembrete para realização das atividades, sendo enviadas diariamente de forma padronizada para todos os estudantes que ainda não haviam concluído a atividade.

Cabe citar ainda que embora fosse necessário o *e-mail* dos estudantes para o processo de comunicação (uma vez que a pesquisa foi realizada remotamente) esse dado foi excluído do momento da análise para evitar a identificação dos estudantes.

Como citado anteriormente, os estudantes do Grupo B receberam acesso à ferramenta *web*. Uma vez acessada a ferramenta, foi apresentada ao estudante uma interface em que o mesmo poderia visualizar instruções criadas pelo professor, e uma série de blocos organizados por categoria. De posse destes elementos, os estudantes precisariam se apropriar do conteúdo de cada conceito e relacioná-los da maneira que lhes fizesse sentido, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18: Área do estudante para montagem de relação entre conceitos.

Organização de Computadores

Use os blocos da janela abaixo para relacionar categorias com seus respectivos componentes, conectando os elementos.

Você deve utilizar todos os blocos, onde o primeiro bloco de cada coluna deverá ser uma categoria, seguido de seus componentes.

Após concluir a montagem clique no botão verde "Enviar resposta".

Caso as sequencias estejam todas corretas, você receberá uma mensagem de sucesso. Caso contrário um tarja vermelha será exibida afirmando que deverá repetir o processo.

Envie quantas respostas forem necessárias até acertar todas as sequencias.

Categorias
Componentes

A CPU é composta de:

São tipos de memória:

Faz parte da arquitetura de John Neumann:

Os registradores são:

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para tanto, ao clicar em cada bloco é exibido o conteúdo do recurso de aprendizagem vinculado ao conceito (seja um vídeo, um texto ou arquivo). À medida que as relações vão sendo realizadas, o estudante recebe *feedback* de acordo com as regras do professor. Desta forma, caso o estudante realize uma relação incoerente, a ferramenta pode avisá-lo de tal inconsistência ou impedir que a relação seja realizada, de acordo com uma configuração pré-definida.

Cabe citar que, após a conclusão das atividades, todo histórico de relações realizadas pelo aluno fica disponível para o professor. O mesmo poderia fazer uma análise de como os estudantes estão visualizando e relacionando as ideias do assunto, permitindo ao docente atuar no sentido sanar dúvidas, mudar estratégias de ensino ou mesmo trabalhar em conceitos específicos para minimizar possíveis dificuldades. Tal interface para visualização das relações é apresentada na Figura 19.

Figura 19: Espaço do professor para avaliação de submissões de estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Etapa 04 trata do pós-teste, o mesmo segue a ideia de avaliar o conhecimento do estudante no assunto após a realização do experimento. O pós-teste segue os mesmos critérios e formas de aplicação do primeiro experimento realizado com estudantes, conforme apresentado na seção anterior. No entanto, o mesmo foi realizado totalmente a distância se apoiando na ferramenta *Google Forms* e nos sistemas de comunicação por videoconferência da faculdade pesquisada.

Por fim, a Etapa 5 trata da análise dos dados obtidos, sendo utilizados os relatórios gerados pela plataforma *Google Forms*, além do de Planilha Eletrônica para tabular e gerar gráficos relacionados ao desempenho discente.

3.4. Questões éticas

A resolução CNS 510/2016, ao tratar sobre as questões éticas no âmbito da pesquisa acadêmica, afirma que a mesma “exige respeito e garantia do pleno exercício dos direitos dos participantes, devendo ser concebida, avaliada e realizada de modo a prever e evitar possíveis danos”.

Desta forma, todo o processo de realização da pesquisa é regido pelas leis brasileiras que tratam de tais questões éticas, sendo que os participantes foram previamente informados

sobre os potenciais riscos associados à pesquisa. Esta pesquisa foi aprovada no comitê de ética da Plataforma Brasil, sob número CAAE 12127119.8.0000.5347.

Neste cenário, foi utilizado meio digital para registrar o comportamento dos participantes em uma ferramenta web, além de analisar as respostas obtidas por meio de formulários eletrônicos. Desta forma, se vislumbra como um risco a questão da privacidade.

A ferramenta desenvolvida no escopo desta pesquisa não coleta dados pessoais dos participantes (com exceção do nome e *e-mail* para fins de registro na plataforma), no entanto, é utilizado o instrumento de análise de dados do *Google Analytics*. Assim, os participantes da pesquisa ficam sujeitos aos termos e políticas de privacidade da empresa Google. Tais termos podem ser encontrados no portal oficial do Google em <https://support.google.com/analytics/answer/7318509?hl=pt>.

Outros riscos potenciais estão vinculados ao cansaço ou desconforto, uma vez que a ferramenta apresenta uma nova abordagem em que o participante deve analisar e inferir sobre sua prática didática, exigindo tempo de análise sobre os modelos apresentados.

4. RESULTADOS

Este tópico descreve os resultados desta Tese, estando organizado em: Modelo gráfico e ferramenta *web*; e resultados de experimentos.

Os tópicos 4.1 e 4.2 apresentam o modelo gráfico e a ferramenta *web* desenvolvida no escopo desta Tese. Já o tópico 4.3 apresenta os resultados de quatro experimentos, sendo dois realizados com professores e dois com estudantes.

4.1. Quanto ao Modelo Gráfico

Fraser (2015) aponta uma série de boas práticas para criação de uma linguagem baseada em blocos utilizando o *framework Blockly*. Dentre tais apontamentos, estão a posição dos textos e ícones, público-alvo do recurso e formato de ancoragem entre elementos. A proposta de modelo gráfico aqui desenvolvida se baseia nos padrões e boas práticas citadas, além de se apoiar em ideias da TAS.

Conforme citado anteriormente, é proposta a criação de um vocabulário gráfico que contenha elementos visuais que permitam representar a relação de interdependência entre Trajetos, RAs, Avaliações, Conceitos e Subsunoçores, usando para tanto as ideias das LPVs, mais especificamente das linguagens visuais baseada em conexões entre blocos.

Neste sentido, se propõe realizar modelagem a partir de tais elementos por acreditar que esta vinculação permite uma visão macro do planejamento, além da possibilidade de relacionar os trajetos com seus elementos norteadores. Tal visão ganha amparo nos trabalhos de Argolo (2016), Sztajn et al. (2012) e Broekkamp et al. (1998).

Desta forma, esta Tese apresenta um modelo denominado Bloco Conceitual (BC), composto de 5 elementos gráficos que permitem realizar o desenho da aprendizagem nos moldes apresentados nas seções anteriores, como ilustrado no Quadro 12.

Quadro 12: Elementos gráficos básicos da notação Bloco Conceitual

ID	Descrição do elemento	Ilustração
01	Representação de um Trajeto de Aprendizagem.	<p>Para aprender sobre 'Computador' é preciso saber:</p> <p>Dependências -> <input type="text"/></p> <p>Recursos Educacionais: <input type="text"/></p> <p>Recursos -> <input type="text"/></p> <p>Verificação da Aprendizagem: <input type="text"/></p> <p>Avaliação -> <input type="text"/></p> <p>COMPUTADOR</p>

02	Representação de um Recurso de Aprendizagem (RA), possuindo duas versões, uma expandida e outra compacta.	
03	Representação de uma Avaliação, possuindo duas versões, uma expandida e outra compacta.	
04	Representação de um subsunçor.	
05	Representação de um Conceito. Utilizado para compor RAs e avaliações.	

Fonte: Elaborado pelo autor com framework Blockly

A primeira coluna do Quadro 12 traz uma identificação (ID) para os elementos gráficos, os quais são detalhados a seguir:

1. Elemento com ID 01:

É a representação de um Trajeto de Aprendizagem. O bloco possui espaço para ancoragem de Trajetos Dependentes (é possível, em analogia à TAS, afirmar que esta dependência é algo próximo de subsunçores de Trajetos de Aprendizagem), Recursos de Aprendizagem e testes avaliativos. É possível observar, na parte inferior, o nome do Trajeto. No exemplo, trata-se do Trajeto “Computador”.

2. Elemento com ID 02:

Ilustra um Recurso de Aprendizagem (RA), o qual possui um nome e um seletor para definir o tempo para realização. Na versão expandida do elemento é permitido ancorar os conceitos, dependências e avaliações relacionadas ao RA.

3. Elemento com ID 03:

O elemento com ID 03 representa uma avaliação, sendo possível observar a presença do nome da avaliação. No exemplo trata-se do “Questionário de Avaliação”, além do tempo planejado para sua realização. O elemento possui uma versão expandida em que é possível ancorar os conceitos que são tratados na avaliação.

4. Elemento com ID 04:

Elemento que permite representar a ideia de uma dependência, ou um subsunçor, em analogia a TAS. Tal estrutura pode ser utilizada tanto para ilustrar a dependência de RAs quanto para Trajetos de Aprendizagem.

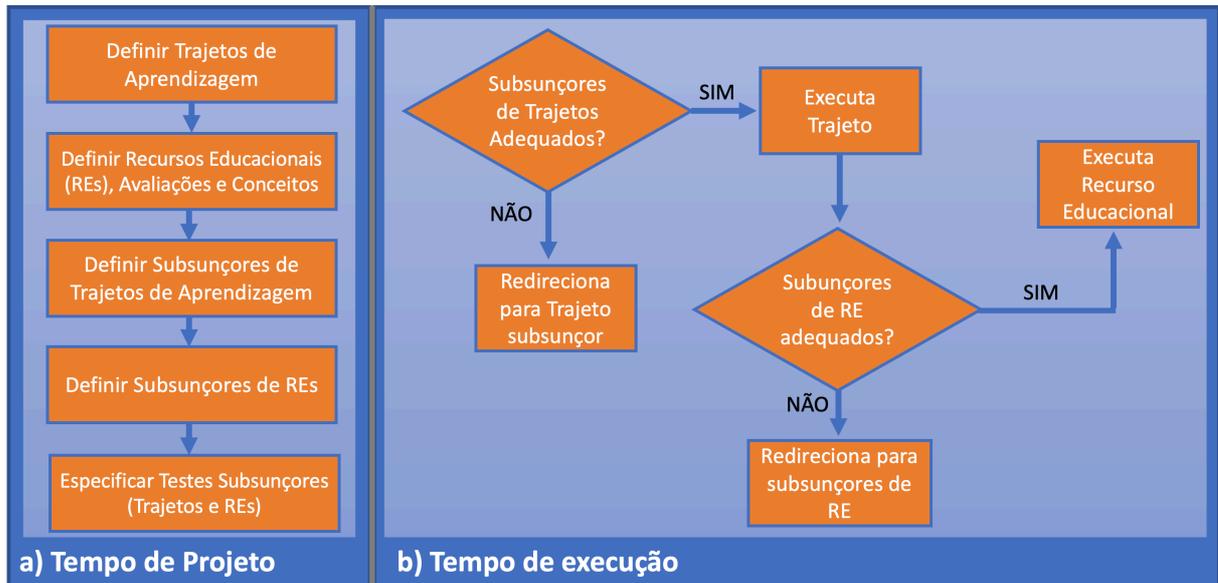
5. Elemento com ID 05:

Tal elemento representa um Conceito, apresentando uma identificação e pontos de encaixe na parte superior e inferior, permitindo agregá-lo a RAs e Avaliações.

Cabe destacar que a característica de incluir subsunçores dá ao modelo a possibilidade de estabelecer Trajetórias de Aprendizagem, uma vez que todos os elementos necessários são definidos em tempo de modelagem através de um processo de hierarquização.

Tendo em vista os elementos gráficos apresentados anteriormente, a Figura 20 mostra um fluxograma que ilustra os passos sugeridos para a etapa de planejamento (tempo de projeto) e o fluxo para a execução do planejamento (tempo de execução), tal modelo é uma adaptação da proposta feita por Canto (2015).

Figura 20: Fluxograma de especificação e execução de planejamento.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de adaptação do trabalho de Canto (2015).

Durante o tempo de projeto, se sugere como primeira etapa a definição dos objetivos de aprendizagem para os Trajetos de Aprendizagem, momento em que se reflete sobre as proposições norteadoras daquilo que se pretende modelar.

Para o contexto desta Tese os termos Trajeto de Aprendizagem e Episódios de Aprendizagem, discutidos por Broekkamp (1998) e Hiebert et al. (2007), serão considerados como sinônimos, sendo adotado o termo Trajeto de Aprendizagem para o agrupamento macro entre um conjunto de RAs, conceitos, relações de dependências e avaliações.

Ainda no diagrama da Figura 20, é possível observar dois momentos para definição das dependências (as dependências são análogas à ideia dos subunçores na TAS). A primeira escolha de dependência se dá no plano de Trajetos, podendo ser definido quais são os Trajetos de Aprendizagem dependentes para aquele elemento sendo estruturado.

Já o segundo momento para escolha de dependências se dá no âmbito dos RAs. A inclusão de elementos dependentes em dois pontos se justifica, por um lado, pela necessidade de elementos dependentes para um RA específico, conforme aponta o trabalho de Canto (2015), e, por outro lado, pela clara relação de dependência entre Trajetos que exige uma representação visual específica.

Não obstante, o diagrama faz referência ao processo da avaliação, a mesma está presente tanto no âmbito de Trajetos quanto no do RA. O processo avaliativo é relevante pois permite identificar o domínio cognitivo de um RA ou Trajeto em uma Trajetória de Aprendizagem, possibilitando o redirecionamento entre as dependências adequadas, em tempo de execução.

Já a Figura 21 ilustra uma proposta de organização para modelagem adotada nesta Tese. Tal diagrama se baseia na agregação de ideias dos trabalhos de Mylk (2019), Broekkamp (1998), Hiebert et al. (2007), Lorenzo (2006) e Lima et al. (2011). Todos os elementos para desenho da aprendizagem e para estruturar as ferramentas tecnológicas se baseiam no diagrama proposto.

Figura 21: Estrutura proposta modelagem em Bloco Conceitual.



Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar na Figura 21 a representação da Trajetória de Aprendizagem, em que a mesma possui um ou mais Trajetos de Aprendizagem, com agrupamento de RAs, Avaliações, Conceitos e mecanismos de relação de dependência.

Ainda na Figura 21, é possível fazer analogia com os 5 elementos gráficos apresentados anteriormente no Quadro 12, percebendo que a representação visual atende à ideia da

organização proposta, tendo elementos para representar Trajetos, RAs, Conceitos e seus subsunçores, além da possibilidade de gerar Trajetórias de Aprendizagem a partir da modelagem.

O diagrama apresenta ainda os aspectos avaliativos, tanto para os RAs quanto para os Trajetos. Se entende que avaliação está intimamente ligada ao planejamento, não sendo possível desvincular o processo avaliativo no momento da realização do desenho da aprendizagem, tal afirmação ganha força nos trabalhos de Leal (2011), Fernandes (2018) e Cesadufs (2019).

Neste sentido, a Figura 22 ilustra como uma avaliação pode ser representada usando o modelo Bloco Conceitual, em que um instrumento avaliativo denominado “Questionário de Avaliação” está sendo modelado com seu respectivo tempo e conceitos agregados.

Figura 22: Relação entre Recursos de Aprendizagem e avaliação.



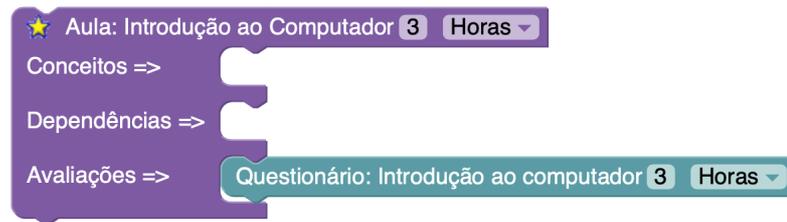
Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, é possível afirmar que, na Figura 22, a avaliação, com previsão de 3 horas para sua realização, está relacionada ao conceito “Memória” (marcado com a letra A), ao mesmo tempo que possui pontos de encaixe (representados pelas setas) que permitem encaixá-la tanto em um RA quanto em um Trajeto.

O modelo gráfico se propõe a representar visualmente a avaliação, no entanto, posteriormente, ao discutir a ferramenta *web*, será possível observar que tal elemento estará vinculado ao conteúdo da avaliação (como um questionário, por exemplo), sendo acessível com o clique sobre o mesmo.

No mesmo caminho, a Figura 23 ilustra como uma avaliação pode ser agregada (encaixada/ancorada) a um RA, ilustrando uma avaliação denominada “Questionário: Introdução ao Computador” sendo ancorada no espaço destinado à mesma dentro do elemento gráfico representativo de RAs.

Figura 23: Relação entre Recursos de Aprendizagem e avaliação.



Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe citar ainda que além do espaço para dispor as avaliações, o objeto gráfico para RAs possui também pontos de encaixe para Conceitos e RAs dependentes (ou RAs Subsunoçores).

Assim como é possível vincular uma Avaliação (exemplo da Figura 23) a um RA, também é possível ter variações desta funcionalidade, tendo alguns cenários, a título de exemplo, ilustrados no Quadro 13. Cabe citar a existência de um grande número de combinações possíveis, não se limitando aos exemplos apresentados.

Quadro 13: Algumas variações para representação da avaliação no modelo Bloco Conceitual.

Variação	Ilustração
Cenário com uma Avaliação vinculada a um RA.	
Cenário com duas Avaliações vinculadas a um RA.	
Cenário com três Avaliações vinculadas a um RA.	

Fonte: Elaborado pelo autor

Tanto a Figura 23 quanto o Quadro 13 ilustram as avaliações em seu modo compacto, não exibindo sua estrutura interna. No entanto, ao discutir as funcionalidades da ferramenta *web*, na próxima seção, será possível perceber a possibilidade de expansão do elemento, exibindo seu conteúdo, bem como os conceitos vinculados.

No que se refere a utilização do modelo compacto, a Figura 24 ilustra, através de uma seta indicativa, que a avaliação, modelada no exemplo anterior, é ancorada em seu espaço dentro do RA, no entanto, sem exibir sua estrutura interna. Tal comportamento é especialmente útil para reduzir a complexidade no momento da exibição de um cenário com múltiplos RAs.

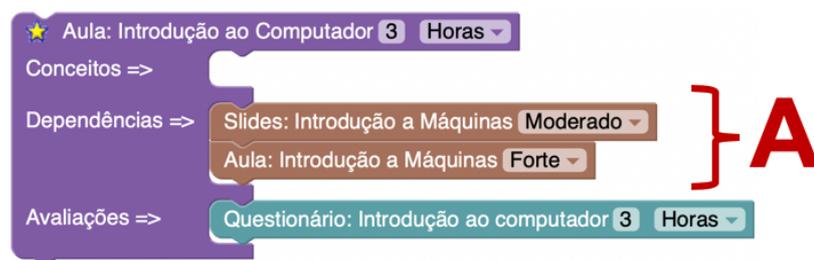
Figura 24: Uso de avaliação em RAs.



Fonte: Elaborado pelo autor

Da mesma forma que é possível relacionar Avaliações a RAs, o modelo Bloco Conceitual define elemento para relacionar um RA a seus Recursos Dependentes (RAs subunçores), conforme é possível observar na Figura 25.

Figura 25: Inclusão de RAs dependentes em um RA.



Fonte: Elaborado pelo autor

É possível notar na Figura 25 a existência de dois RAs dependentes (ou RAs Subunçores), sendo eles um Slide e uma Aula (conforme marcação com a letra A). Tal ilustração nos permite fazer uma leitura textual do diagrama conforme ilustra o Quadro 14.

Quadro 14: Leitura do Diagrama da Figura 25 em modo textual

O Recurso de Aprendizagem (RA) denominado “Aula: Introdução ao computador”, com três horas previstas de duração, possui dois RAs dependentes (subsunçores), sendo um Slide e uma Aula. Além disso, o RA possui um Questionário como instrumento de Avaliação, com previsão de 3 horas para realização.

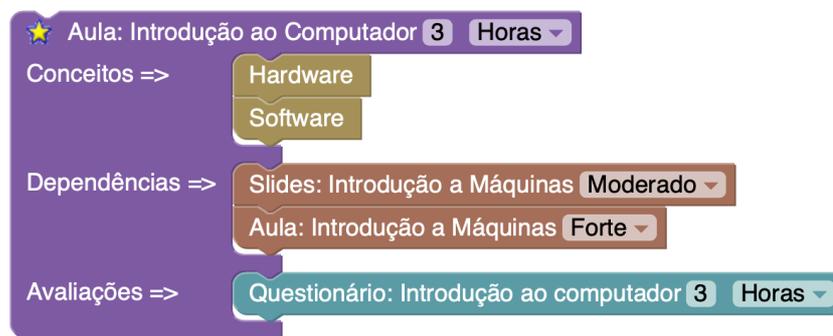
Fonte: Elaborado pelo autor

É possível concluir, a partir da observação da Figura 25 e do Quadro 14 que o modelo proposto caminha no sentido de permitir a modelagem dos RAs, utilizando um vocabulário gráfico próprio, com possibilidade de definir suas relações de dependência e instrumentos de avaliação.

Cabe citar, ainda no exemplo da Figura 25, que os subsunçores possuem um peso (fraco, moderado ou forte), sendo um instrumento utilizado para gerar Trajetórias de Aprendizagem em etapas futuras. O peso diz respeito ao grau de aderência daquele subsunçor para se estabelecer uma aprendizagem significativa do RA. Tal mensuração tem o único objetivo de definir a ordem de prioridade para geração de trajetórias.

Por fim, no que diz respeito à modelagem do RA, a Figura 26 ilustra a presença de dois Conceitos sendo ancorados no espaço dedicado aos mesmos. É possível afirmar que o RA está vinculado a dois Conceitos, sendo eles “Hardware” e “Software”. Tal relação, entre RAs e Conceitos, permite estabelecer, no momento de geração de Trajetórias de Aprendizagem, a ideia de um “corredor conceitual”, conforme discutido por Confrey et al. (2015).

Figura 26: Definição de conceitos para o Recurso de Aprendizagem.



Fonte: Elaborado pelo autor

Da mesma forma que uma avaliação é utilizada dentro do RA com seu modo compacto, uma dependência de RA também reflete uma modelagem anterior sendo ancorada com uma representação diferente (compacta), conforme ilustra o fluxo da Figura 27.

Figura 27: Inclusão de RA dependentes de forma compacta.

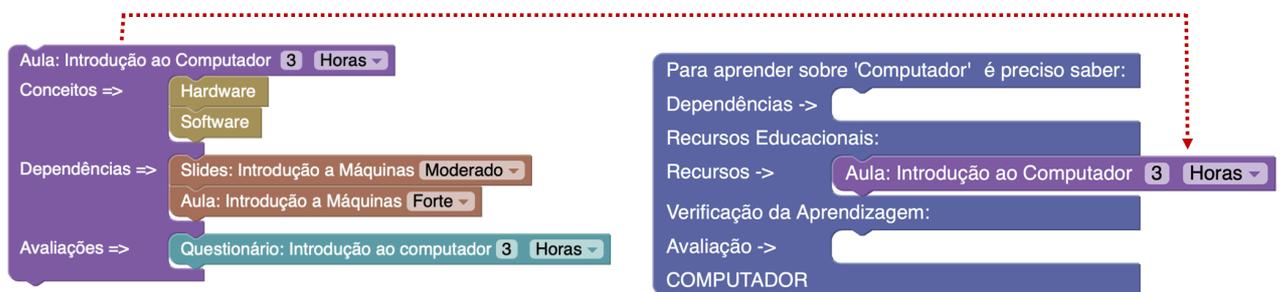


Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 27 o primeiro RA, do canto esquerdo, está sendo modelado com sua estrutura interna (conceitos, dependências e avaliações), e ao mesmo tempo está sendo ancorado (encaixado) em outro RA como elemento subsunçor, do lado direito da figura. Desta forma, ao se deparar com o elemento “Aula: Introdução ao Computador” dentro do RA “Slide: Memória”, se observa uma abstração de uma modelagem complexa sendo apresentada de maneira compacta. Assim, se estabelece uma estrutura hierárquica, tendo uma cadeia de elementos anteriormente modelados ancorados uns sobre os outros.

Após modelar um RA, definindo seus Conceitos, Dependências e Avaliações, é possível ancorá-lo em Trajetos de Aprendizagem, conforme ilustra a Figura 28.

Figura 28: Exemplo de ancoragem de RA em um Trajeto.



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 28 apresenta o início da modelagem de um Trajeto de Aprendizagem denominado “Computador” (no lado direito da figura). O desenho do RA (apresentada na Figura 24) foi ancorado no espaço destinado a Recursos de Aprendizagem do Trajeto (indicado

com uma seta), no entanto, em sua versão compacta. Neste ponto, da Figura 28, se observa um Trajeto de Aprendizagem com somente um RA.

Uma das características do modelo Bloco Conceitual é o reuso, sendo que uma vez modelado um elemento (um RA, por exemplo) é possível utilizá-lo em múltiplos locais. Um RA, desta forma, poderia estar presente em momentos distintos, ou, ao mesmo tempo que faz parte de um Trajeto como um Recurso de Aprendizagem, poderia ser um subsunçor de outro RA.

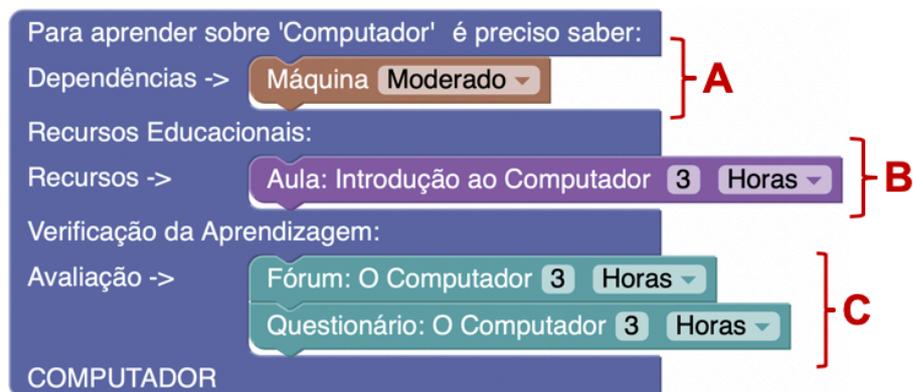
Da mesma forma que acontece com a Avaliação, a ferramenta *web* permite expandir um elemento compactado através da ação de clique sobre o mesmo, conforme discutido na próxima seção desta Tese.

Cabe observar ainda, que o Trajeto denominado “Computador”, representado na Figura 28, possui espaços para ancoragem de Trajetos dependentes e avaliações. Os Trajetos dependentes são aqueles que são considerados subsunçores para o Trajeto “Computador” (um Trajeto Subsunçor), e a Avaliação são os instrumentos para testar o conhecimento do Trajeto.

Fica evidenciado que tanto o RA quanto o Trajeto possuem pontos de ancoragem para elementos dependentes, o primeiro possui “RA Subsunçor” e o segundo “Trajeto Subsunçor”, em analogia à TAS.

Completando a modelagem do Trajeto é observado uma representação conforme constante na Figura 29, a qual ilustra um Trajeto sendo estruturado utilizando vocabulário gráfico proposto no modelo Bloco Conceitual.

Figura 29: Modelagem de um Trajeto usando o modelo de Bloco Conceitual.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível inferir, na marcação com a letra “A” na Figura 29, que o Trajeto denominado “Computador” possui um Trajeto dependente chamado “Máquina”, com aderência marcado

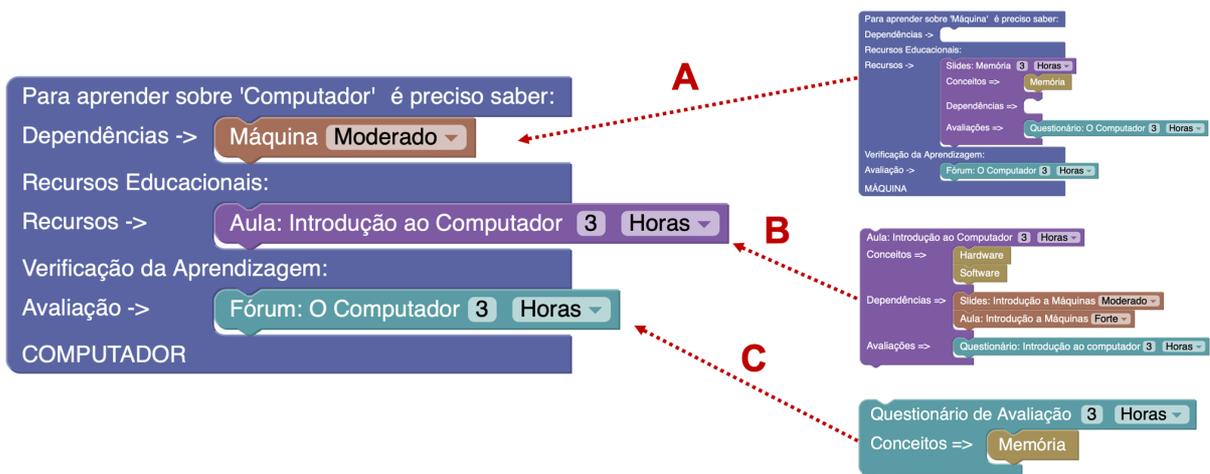
como “Moderado”. Isso indica que para aprender de forma significativa o conteúdo constante em “Computador” é necessário possuir o subsunçor do Trajeto “Máquina”.

A modelagem inclui ainda um RA (representado pela letra “B”), sendo que o RA possui sua modelagem interna com Conceitos, dependências e Avaliações.

Por fim, ainda na Figura 29, a marcação com a letra “C” indica a presença de dois instrumentos de avaliação para o Trajeto, sendo um Fórum e um Questionário.

Foi citado anteriormente sobre o encadeamento hierárquico existente no modelo Bloco Conceitual, em que modelagens complexas são representadas por elementos compactos a fim de garantir uma visão macro eficiente do processo. Neste sentido, a Figura 30 faz uma relação (nos fluxos representados pelas letras A, B e C) da modelagem de um Trajeto com seus elementos sendo transpostos de uma visão expandida para uma visão compacta.

Figura 30: Transposição do macro para o compacto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

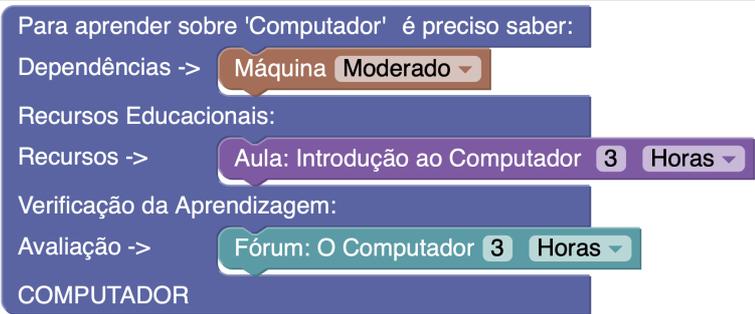
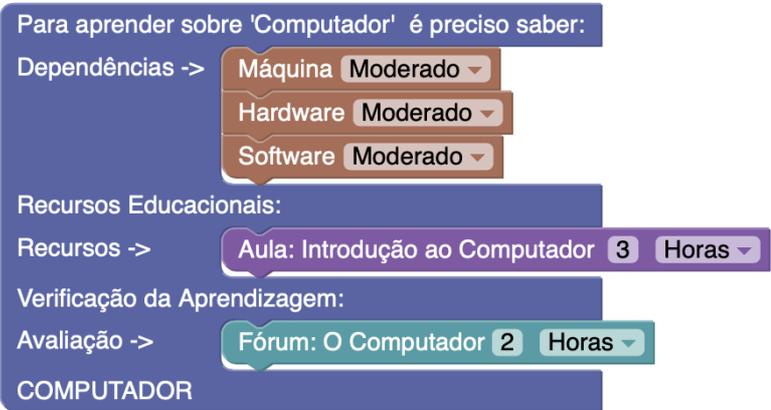
A ilustração da Figura 30 mostra a modelagem de 4 elementos, sendo dois Trajetos (aquele sendo modelado e seu dependente), um RA, além de uma Avaliação. Durante o processo de modelagem é possível incluir a quantidade de elementos que forem necessários para culminar em um desenho que reflita o planejamento sendo realizado. Tal mensuração ocorre durante a etapa de planejamento, momento em que são definidos os Trajetos e suas várias relações.

Conforme é possível observar, é plausível modelar um Trajeto utilizando a notação Bloco Conceitual, com respeito às variações, sendo possível conceitualmente representá-los com certa complexidade.

Neste cenário, o Quadro 15 apresenta algumas variações para utilização do vocabulário gráfico, ilustrando como os elementos podem representar diferentes cenários de modelagem. Os exemplos são a título de ilustração, sendo que as possibilidades de variações são proporcionais à criatividade de quem está realizando o desenho da Trajetória de Aprendizagem.

O Quadro 15 possui ilustrações seguidas por uma proposta de leitura textual do diagrama.

Quadro 15: Representação de algumas possibilidades de utilizar elementos gráficos para representar um Trajeto.

 <p>Para aprender sobre 'Computador' é preciso saber:</p> <p>Dependências -> Máquina Moderado</p> <p>Recursos Educacionais:</p> <p>Recursos -> Aula: Introdução ao Computador 3 Horas</p> <p>Verificação da Aprendizagem:</p> <p>Avaliação -> Fórum: O Computador 3 Horas</p> <p>COMPUTADOR</p>
<p>Nome do Trajeto: Computador</p> <p>Trajeto Dependentes: Possui um Trajeto subsumor denominado “Máquina” (com nível Moderado)</p> <p>Recursos de Aprendizagem do Trajeto: Possui um RA denominado “Aula: Introdução ao Computador”, com 3 horas planejadas. O RA possui sua estrutura interna com conceitos, dependências e avaliações.</p> <p>Avaliação do Trajeto: O Trajeto possui um instrumento de avaliação denominado “Fórum: O Computador”, com 3 horas previstas para realização.</p>
 <p>Para aprender sobre 'Computador' é preciso saber:</p> <p>Dependências -> Máquina Moderado</p> <p>Hardware Moderado</p> <p>Software Moderado</p> <p>Recursos Educacionais:</p> <p>Recursos -> Aula: Introdução ao Computador 3 Horas</p> <p>Verificação da Aprendizagem:</p> <p>Avaliação -> Fórum: O Computador 2 Horas</p> <p>COMPUTADOR</p>
<p>Nome do Trajeto: Computador</p> <p>Trajeto Dependentes: Possui 3 Trajetos subsumores denominados “Máquina”, “Hardware” e “Software”.</p>

Recursos de Aprendizagem do Trajeto: Possui um RA denominado “Aula: Introdução ao Computador”, com 3 horas planejadas. O RA possui sua estrutura interna com conceitos, dependências e avaliações.

Avaliação do Trajeto: O Trajeto possui um instrumento de avaliação denominado “Fórum: O Computador”, com 3 horas previstas para realização.

Para aprender sobre 'Computador' é preciso saber:

Dependências -> Máquina Moderado
Hardware Moderado
Software Moderado

Recursos Educacionais:

Recursos -> Aula: Introdução ao Computador 3 Horas

Verificação da Aprendizagem:

Avaliação -> Fórum: O Computador 2 Horas
Questionário: O Computador 4 Horas

COMPUTADOR

Nome do Trajeto: Computador

Trajeto Dependentes: Possui 3 Trajetos subsunçores denominados “Máquina”, “Hardware” e “Software”.

Recursos de Aprendizagem do Trajeto: Possui um RA denominado “Aula: Introdução ao Computador”, com 3 horas planejadas. O RA possui sua estrutura interna com conceitos, dependências e avaliações.

Avaliação do Trajeto: O Trajeto possui 2 instrumentos de avaliação denominados “Fórum: O Computador”, com 2 horas previstas para realização, e “Questionário: O Computador”, com 4 horas planejadas.

Para aprender sobre 'Computador' é preciso saber:

Dependências -> Máquina Moderado

Recursos Educacionais:

Recursos -> Slide: O que é Hardware? 2 Horas
Aula: Introdução ao Computador 3 Horas

Verificação da Aprendizagem:

Avaliação -> Fórum: O Computador 2 Horas
Questionário: O Computador 4 Horas

COMPUTADOR

Nome do Trajeto: Computador

Trajeto Dependentes: Possui um Trajeto subsunçor denominado “Máquina.”

Recursos de Aprendizagem do Trajeto: Possui 2 RAs denominados “Slide: O que é Hardware?” e “Aula: Introdução ao Computador”. Os RAs possuem estrutura interna com conceitos, dependências e avaliações.

Avaliação do Trajeto: O Trajeto possui 2 instrumentos de avaliação denominados “Fórum: O Computador”, com 2 horas previstas para realização, e “Questionário: O Computador”, com 4 horas planejadas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, é possível afirmar, fazendo analogia às LPVs, que o modelo permite “programar” um conjunto de Trajetos (e suas relações) afim de realizar o planejamento de Trajetórias de Aprendizagem, seja através da representação do plano de ensino, usando conceitos, ou mesmo realizando o design curricular.

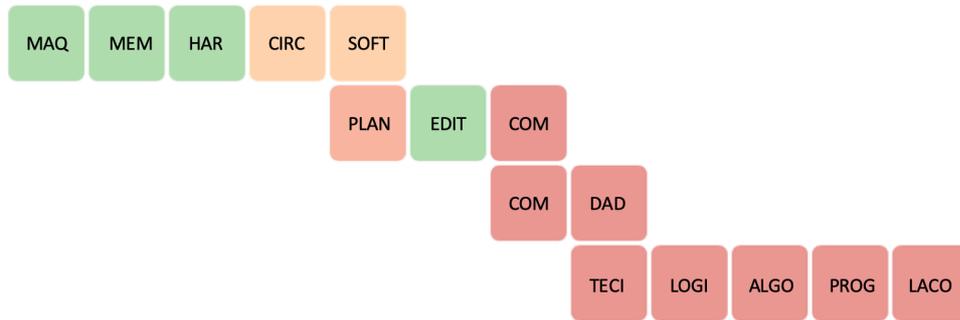
Cabe citar ainda o que afirma Ausubel ao falar sobre a TAS, conforme é observado no trabalho de Cook e Ausubel (1970), falando sobre a necessidade de estabelecimento de relações não-arbitrárias, fator propiciado pela modelagem, para que a mesma faça sentido e represente uma ação didática logicamente coerente.

Não obstante, os Trajetos podem ser marcados como sendo “Pontos de Chegada”. Sempre que esta marcação estiver presente no modelo indica que aquele Trajeto foi definido, em momento de modelagem, como sendo um objetivo educacional de aprendizagem. Tal marcação é realizada no momento da criação do Trajeto no ambiente *web*.

Em Canto (2015) se faz alusão ainda aos “pontos de partida” e “pontos de passagem”. Os mesmos estão presentes no modelo Bloco Conceitual, no entanto, seu estabelecimento se dá a partir das definições hierárquicas incluídas no momento da modelagem. Tal processo é feito a partir da iteração entre os elementos a fim de encontrar os pontos de partida e passagem, culminando no ponto de chegada. Esta relação (ponto de partida, ponto de passagem e ponto de chegada) permite estabelecer as Trajetórias de Aprendizagem.

Neste sentido, as Trajetórias de Aprendizagem geradas a partir da ideia do modelo Bloco Conceitual seguem uma abordagem sequencial, conforme concepção ilustrada na Figura 31.

Figura 31: Representação de trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual.

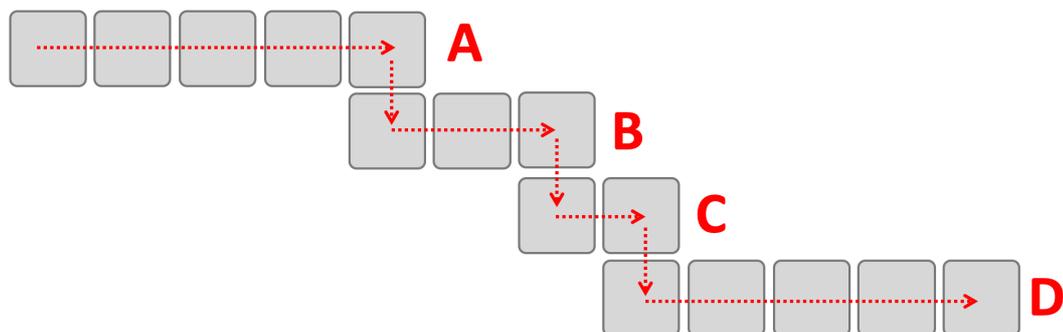


Fonte: Elaborado pelo autor

No modelo ilustrado na Figura 31, cada bloco representa um Trajeto e sua posição representa sua relação com o tempo e de dependência com subsunçores necessários para a aprendizagem.

Tal abordagem usa uma notação de leitura da esquerda para a direita e de cima para baixo, conforme ilustra a Figura 32, em que os Trajetos mais à esquerda em uma linha são dependências para os Trajetos mais à direita. Da mesma forma, existe uma relação de dependência na vertical; os Trajetos das linhas inferiores dependem, no aspecto de subsunçor, dos Trajetos superiores.

Figura 32: Fluxo da trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual.



Fonte: Elaborado pelo autor

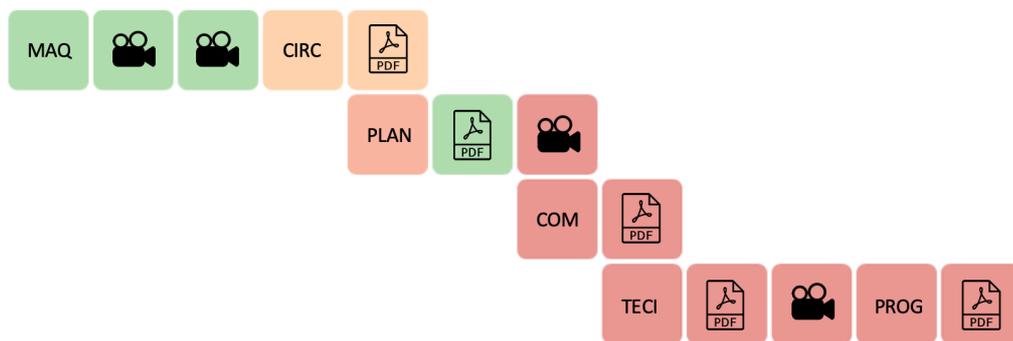
Se observa ainda quebras de linha no decorrer da Trajetória de Aprendizagem, ilustradas pelas letras de A até D na Figura 32. Tais quebras representam os pontos de chegada na Trajetória de Aprendizagem. Desta forma, é possível constatar a existência de 4 pontos de chegada (A, B, C e D).

As quebras de linha também fazem analogia ao aspecto temporal do modelo gráfico, sendo que conceitos das linhas inferiores são temporalmente dispostos após os conceitos das linhas superiores.

Vale citar ainda a distribuição de cores. A Trajetória de Aprendizagem faz analogia com um mapa de calor, em que cores mais próximas do verde indicam subsunçores já presentes na estrutura cognitiva do usuário (conceitos presumidamente conhecidos), e aqueles mais próximos do vermelho não estão presentes.

A Trajetória de Aprendizagem apresentada anteriormente (na Figura 31) representa somente os Trajetos. Conforme citado, cada bloco representa um Trajeto. No entanto, é possível utilizar a mesma notação gráfica para representar os RAs presentes nos Trajetos. Tal variação é ilustrada na Figura 33.

Figura 33: Fluxo da trajetória de aprendizagem usando notação Bloco Conceitual, com representação de RAs



Fonte: Elaborado pelo autor

Na ilustração da Figura 33, cada bloco com texto representa um Trajeto e os blocos com ícones representam um RA. É possível deduzir, desta forma, que o Trajeto marcado com a sigla “MAQ”, na primeira linha da ilustração, possui dois RAs, que a simbologia do ícone indica que são vídeos. Já o segundo Trajeto, ainda na primeira linha, denominado “CIRC” possui somente um RA que tem a representação de um conteúdo no formato PDF.

Cabe inferir que a Trajetória de Aprendizagem possui 6 Trajetos e 9 RAs, sendo 4 vídeos e 5 conteúdos PDF. É possível constatar ainda a existência de 4 pontos de chegada, indicados pelas quebras de linha.

Não obstante, outros tipos de RAs podem ser representados na modelagem, tais como textos e slides, sendo que cada tipo de RA possui um ícone representativo. No mesmo sentido,

as avaliações podem estar presentes na representação das Trajetórias de Aprendizagem através de um ícone representativo.

4.2. Quanto à Ferramenta *Web*

No que se refere à ferramenta *web*, com tela de trabalho sendo ilustrada na Figura 34, a mesma se apresenta como um instrumento para lidar com o modelo Bloco Conceitual, permitindo incluir Trajetos, RAs e Conceitos, além possibilitar representar a relações de dependência existentes e os métodos de avaliação.

Figura 34: Tela de trabalho da ferramenta web Bloco Conceitual

Fonte: Elaborado pelo autor

As marcações com as letras de “A” até “G”, na Figura 34, são detalhadas no Quadro 16.

Quadro 16: Detalhamento de funcionalidade da área de trabalho da ferramenta

Letra	Funcionalidade	Descrição
A	Lista de Elementos Gráficos	Nesta área é possível ter acesso aos elementos gráficos para representar Trajetos, RAs, Conceitos e Avaliações.
B	Área de Trabalho	Neste espaço é possível incluir os elementos gráficos e realizar as relações entre os mesmos. Toda a

		modelagem é realizada usando a ideia de arrastar e soltar.
C	Botões de Execução	Esta área apresenta dois botões: o primeiro permite visualizar a modelagem realizada em modo de trajetória de aprendizagem. Já o segundo permite ver a modelagem em modo de curso.
D	Botões para cadastrar Trajetos, RAs, Conceitos e Avaliações.	Esta área permite adicionar, através da modelagem, Trajetos, RAs, Conceitos e Avaliações. Uma vez cadastrado um novo elemento o mesmo fica disponível para uso no espaço indicado com a letra A.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 35 ilustra um Trajeto de Aprendizagem sendo modelado na forma de blocos conceituais. Duas Avaliações estão sendo posicionadas (ancoradas) dentro do Trajeto usando a funcionalidade de arrastar-e-soltar.

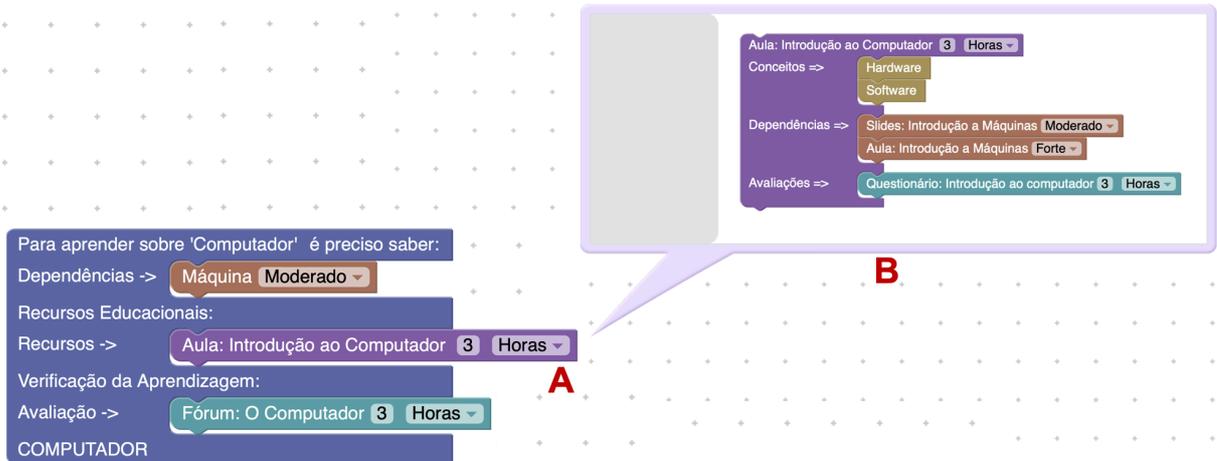
Figura 35: Ilustração da função de arrastar-e-soltar para modelar um Trajeto.

The screenshot shows a web application interface for course planning. At the top, there is a navigation bar with 'BlocoConceitual', 'Home', and 'Área do Professor', along with a 'Sair' button. Below this, the page title is 'Planejamento da Disciplina (Matemática)'. The interface is divided into two main sections. On the left, there is a sidebar for unit management, showing 'Números decimais e fracionários' and 'Álgebra' (selected). Under 'Álgebra', there are tabs for 'Dependências (unidade)', 'Aulas', and 'Avaliações (unidade)'. The 'Aulas para Álgebra' section lists several lessons with their durations: 'Expressões algébricas - 3 horas', 'Linguagem algébrica; - 4 horas', 'Valores numérico de uma expressão - 2 horas', 'Operações com expressões algébricas - 4 horas', and 'Equações e sistemas do primeiro grau - 4 horas'. On the right, the main workspace is titled 'Modo Plano de Ensino', 'Modo Gráfico', and 'Modo Trajetória'. It displays a learning path for 'COMPUTADOR' with the following components: 'Dependências -> Hardware Moderado', 'Recursos Educacionais: Aula: Introdução ao Computador 3 Horas', 'Verificação da Aprendizagem:', 'Avaliação -> Fórum: O Computador 2 Horas', and 'Questionário: O Computador 4 Horas'. The path is visualized as a sequence of blocks connected by arrows, with the assessment blocks being dragged into the path.

Fonte: Elaborado pelo autor

Já a Figura 36 ilustra como a ferramenta *web* trata da visualização de um elemento compacto exibindo sua versão expandida através de um caixa suspensa.

Figura 36: Ilustração da função de expandir um elemento no modelo Bloco Conceitual.

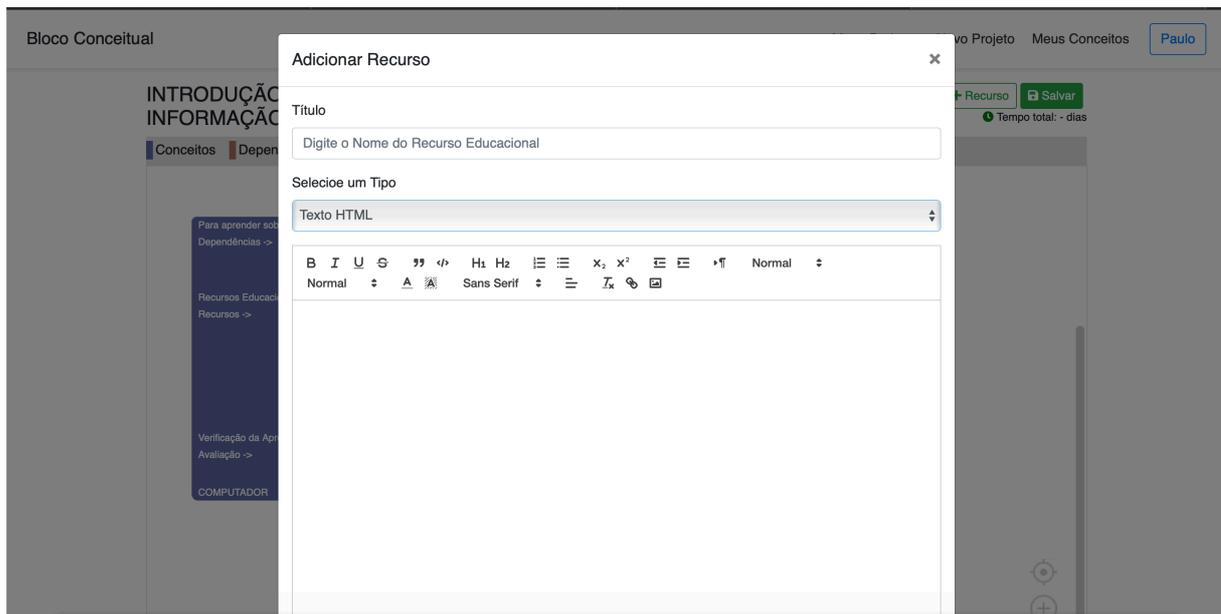


Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 36 ilustra a dinâmica para acessar o conteúdo expandido de um elemento, sendo que ao clicar sobre bloco (exemplo indicado com letra A) é exibida uma caixa suspensa com detalhamento do item, conforme marcação com letra B na figura.

Por outro lado, uma das etapas do processo de planejamento, nos moldes aqui proposto, é a definição do conteúdo interno dos RAs. Para tanto, ao iniciar o cadastro de um recurso, a tela ilustrada na Figura 37 é exibida. Nela é possível definir o nome do RA e seu tipo. Na ilustração o tipo “Texto HTML” foi selecionado, o que implica a abertura de uma caixa de edição, permitindo formatar um texto para ser vinculado ao RA.

Figura 37: Criação de um Recurso de Aprendizagem.



Fonte: Elaborado pelo autor

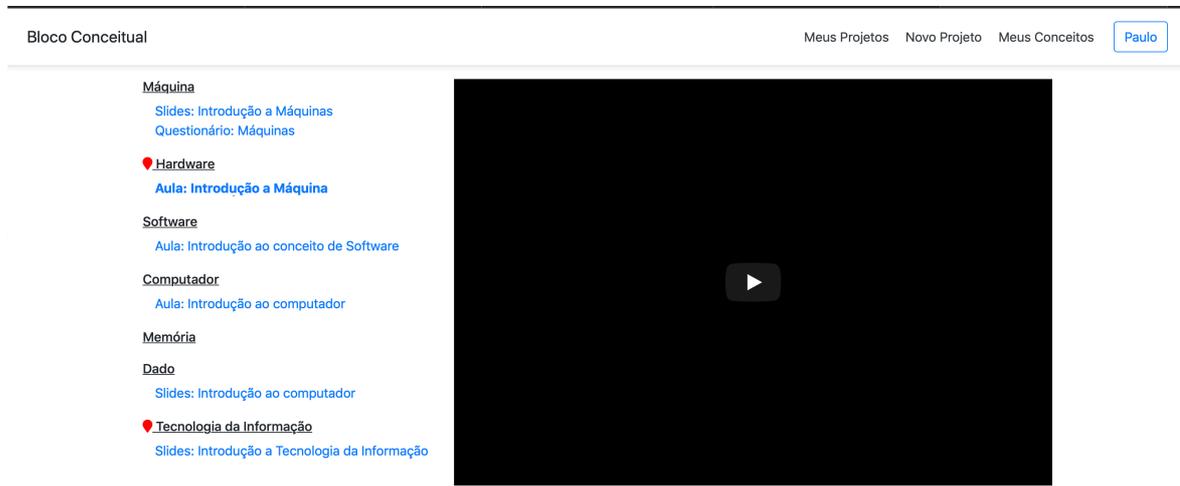
A ferramenta permite utilizar um grande número de tipos de RAs, conforme lista a seguir:

1. Texto HTML: Texto com formatação (fonte, tipo, cor, etc.);
2. Vídeo do Youtube: permite inserir link para um vídeo do youtube;
3. Vídeo Local: permite fazer o *upload* de vídeo do computador para a ferramenta;
4. Imagem: permite incluir uma imagem como RA;
5. Arquivo PDF: é possível escolher um arquivo PDF;
6. Slides: é possível escolher um arquivo do tipo Slide;
7. Aula Presencial: permite representar uma aula presencial, para posterior inclusão na modelagem;
8. *Embed*: permite agregar um conteúdo externo como RA.

Desta forma, o RA cadastrado na ferramenta fica disponível como um elemento gráfico reutilizável, tendo internamente um conteúdo (um texto ou um vídeo, por exemplo). Tal característica permite que, uma vez modelado um conteúdo, seja possível iterar sobre os elementos gráficos a fim de gerar conteúdo estruturado para outras tecnologias, tais como AVAs.

A ferramenta permite ainda, conforme ilustrado na Figura 38, a exibição da Trajetória de Aprendizagem gerada a partir da modelagem, em dois modos, o primeiro é o formato de curso, sendo exibido um menu lateral, no canto esquerdo, e um conteúdo (RA) na área direita.

Figura 38: Exibição de um planejamento na forma de TA com modo de curso.



Fonte: Elaborado pelo autor

O menu é composto pelo título dos Trajetos e seus itens são os RAs. Já a ordem exibição se dá pelo encadeamento lógico feito no momento da modelagem. Os elementos (tanto Trajetos quanto RAs) ficam dispostos segundo um algoritmo que leva em conta as dependências tanto de trajetos quanto de recursos, além das definições prévias de pontos de chegada.

A exibição em modo de curso representa o aspecto pedagógico da ferramenta em que o docente pode visualizar e explorar seu planejamento de ensino-aprendizagem.

Lima et al. (2014), ao falarem sobre o conceito de RA citam 4 princípios que todo o RA deve possuir, sendo eles: Reusabilidade; Acessibilidade; Adaptabilidade; Metadados.

O Quadro 17 detalha como cada um desses princípios é tratado na ferramenta Bloco Conceitual.

Quadro 17: Princípios para RA na ferramenta Bloco Conceitual

Princípio	Como é tratado na ferramenta
Reusabilidade	O aspecto da reusabilidade é garantido pela ferramenta, tendo em vista que uma vez cadastrado um RA o mesmo pode ser reutilizado em qualquer Trajeto, bem como pode ser reusado em outras lições ou projetos.
Acessibilidade	A ferramenta é desenvolvida para ambiente <i>Web</i> , desta forma o aspecto da acessibilidade (acessível facilmente na internet) é garantido.
Adaptabilidade	No aspecto da portabilidade a ferramenta opera usando o padrão xAPI, permitindo interação entre plataformas educacionais, permitindo desta forma que o conteúdo seja acessível por um AVA, por exemplo.
Metadados	Ao criar um RA, é sugerida a inserção de vários dados descritivos sobre o RA, incluindo seu conteúdo, o que torna a ferramenta totalmente apta a atender esta característica.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nos aspectos citados no trabalho de Lima et al. (2014)

Desta forma, além da relação feita com princípios de RAs, é possível citar algumas características do modelo/ferramenta que o torna promissor para o objetivo ao qual se propõe, conforme descreve o Quadro 18.

Quadro 18: Resumo de características do modelo Bloco Conceitual.

Característica	Descrição
Possibilita visão macro e reflexão sobre o planejamento	<p>O modelo se utiliza de uma notação gráfica que permite relacionar os elementos que compõem o desenho da aprendizagem. Desta forma, ao realizar a modelagem o docente acaba tendo uma visão macro do processo, bem como das relações existentes entre os conceitos.</p> <p>Assim, para construção da modelagem, inevitavelmente o docente terá que refletir sobre as relações existentes entre os conceitos que norteiam seu planejamento, facilitando, desta forma, o estabelecimento de uma visão crítica do processo.</p>
Apresenta um modelo para representação de Trajetórias de Aprendizagem	<p>Da mesma forma que se obtém uma visão macro do planejamento ao estruturar a modelagem de situações de ensino, é possível realizar inferências sobre a prática do planejamento ao analisar as Trajetórias de Aprendizagem criadas a partir da modelagem.</p> <p>A Trajetória de Aprendizagem permite, visualmente, identificar os aspectos conceituais e temporais, garantindo análise de pontos falhos na trajetória planejada pelo docente, bem como realizar futuras comparações com os trajetos realizados pelos estudantes.</p>
Relação do modelo gráfico com conteúdo	<p>Ao mesmo tempo em que se define um RA no modelo Bloco Conceitual com a ferramenta <i>web</i>, se estrutura também seu conteúdo. Ao cadastrar um RA que representa um vídeo, por exemplo, o vídeo fica relacionado ao elemento visual, de tal forma que ao exibir a Trajetória de Aprendizagem é possível também gerar o conteúdo na forma de curso, ou mesmo realizar integrações de AVAs ou outras tecnologias educacionais.</p>
Permitir modelar cenários complexos	<p>Conforme foi ilustrado nos resultados desta proposta de Tese, o modelo apresenta cinco</p>

	<p>blocos, cada um tendo seu objetivo, e juntos geram o vocabulário do modelo.</p> <p>A agregação desses elementos permite representar cenários com níveis de complexidade altos, sendo possível relacionar as possibilidades à criatividade do docente para realizar a modelagem.</p>
Granularidade	<p>O termo “granularidade” é normalmente utilizado na área de computação (sobretudo no estudo de banco de dados) para representar a divisão de contextos complexos em pequenas partes. Uma das vantagens da granularidade é a possibilidade da reutilização.</p> <p>Dessa forma, por se utilizar de pequenas estruturas encaixáveis, as quais representam pequenos grupos de conceitos, o modelo pode ser considerado consistente com relação ao aspecto da granularidade.</p>
Escalabilidade	<p>Uma vez que foram utilizadas tecnologias livres e de código aberto, o modelo/ferramenta é facilmente escalável, sendo possível agregar novos elementos ou propor variações dos existentes para aplicação em cenários distintos.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como são citadas as vantagens, também caber elencar alguns pontos considerados como fraquezas e/ou possíveis riscos do modelo proposto, implicando em possibilidades de trabalhos futuros:

1. Visualização das relações com muitos elementos:

Quando se tem presente um número grande de Trajetos constantes em um planejamento, a percepção da relação hierárquica entre eles se torna mais difícil quando não são acessadas as caixas suspensas para exibição de detalhes. Tal comportamento se deve ao fato de não existir uma ligação visual entre os Trajetos (uma linha entre os elementos, por exemplo), nesta perspectiva é possível elencar dois pontos para análise.

O primeiro ponto diz respeito às boas práticas, citadas por Machado e Carvalho (2019), para estabelecimento de conceitos em mapas conceituais, afirmando não ser ideal ter um grande número de conceitos relacionados, sendo que ao ter um cenário complexo, com muitos elementos, seria útil dividi-los em grupos menores para facilitar a leitura. Esta mesma visão é útil para a modelagem a partir dos blocos conceituais.

Já o segundo ponto seria o estabelecimento de instrumento de ligação entre os Trajetos para facilitar a leitura, tal arranjo fica proposto como um trabalho futuro, para posterior análise e mensuração quanto à usabilidade.

2. “Espaço” ocupado:

Não é possível falar em espaço físico ocupado pelo modelo Bloco Conceitual seguindo o raciocínio de que o mesmo será disposto em meio digital ou na forma impressa em papel, no entanto, os elementos propostos ocupam um certo “espaço” tendo em vista que possuem vários pontos de ancoragem (para RAs, Trajetos, avaliações, etc.).

Desta forma, eventualmente o modelo poderá ocupar mais “espaço” do que outra forma de representação que tenha o mesmo significado (um texto, por exemplo). Tal afirmação deverá ser confirmada, ou negada, em mensurações específicas, propostas como trabalho futuro.

Por outro lado, ter a possibilidade de múltiplas visões de um processo é considerado útil, sobretudo no contexto do seu planejamento e avaliação, fator propiciado pelo modelo.

3. Utilização como única forma de planejamento:

A Tese apresenta o modelo Bloco Conceitual como um instrumento de apoio ao processo de planejamento, desta forma, sua utilização é sugerida de forma complementar ao processo de planejamento, sendo que seu uso como único instrumento nesta etapa é visto como um risco.

Se vislumbra que o uso do modelo pode permitir o processo de reflexão crítica sobre outras formas do planejamento (o plano de ensino, por exemplo), assim, da mesma forma que o Bloco Conceitual pode permitir refletir sobre o plano de ensino, a análise do plano de ensino pode acarretar em reflexão sobre a

modelagem, tornando-os instrumentos complementares através de um fluxo recíproco.

4. Aspectos da Avaliação:

O modelo proposto atribui à avaliação o seu conteúdo interno, interdependências e relações conceituais. No entanto, é de entendimento que o ato de avaliar é muito mais amplo, levando em conta outros aspectos, como o emocional, por exemplo.

Desta forma, se considera que a modelagem da avaliação pode levar em conta outras características, ação a ser tratada como trabalho futuro.

4.3. Resultados de experimentos

Esta seção descreve os resultados dos experimentos com professores e/ou pesquisadores para avaliar o aspecto da aceitação da tecnologia, o experimento realizado com professores para analisar o uso do modelo e a percepção sobre seu uso no processo de planejamento, além da pesquisa realizada com estudantes para analisar mudanças no desempenho quanto ao uso do modelo.

4.3.1. Experimento quanto à Aceitação da Tecnologia

O primeiro experimento realizado com docentes teve objetivo específico de analisar aspectos quanto à aceitação da tecnologia. Desta forma, como mencionado na metodologia, foram definidos três grupos de análise, segundo o modelo conceitual TAM (Technology Acceptance Model): a) identificar a utilidade percebida da ferramenta; b) identificar a facilidade de uso percebida; e c) identificar as variáveis externas envolvidas no processo.

O público-alvo da pesquisa foram professores e/ou pesquisadores, participaram do experimento 12 pessoas, das quais 50% eram mestres, e o restante, doutores e pós-doutores.

Cabe lembrar que o estudo quanto à aceitação da tecnologia teve como único objetivo avaliar a percepção dos participantes quanto ao uso da ferramenta, agregada ao modelo gráfico. Desta forma, não foi elencado como objetivo a análise sobre o conteúdo gerado pelos participantes, tão pouco mensuração da usabilidade, ficando estes itens para o segundo experimento, tratado em seções futuras desta Tese.

Como se tratou de um experimento utilizando uma ferramenta disponibilizada na internet, foi indagado aos participantes sobre sua experiência na utilização de páginas web, e 100% afirmam ter contato e facilidade no uso desse tipo de tecnologia.

Tal afirmação é importante para analisar a facilidade de uso percebida, uma vez que tal fator pode influenciar no uso da tecnologia, sendo que uma possível dificuldade no uso poderia estar relacionada ao não hábito de utilizar a internet e não necessariamente ao uso do modelo proposto.

A pesquisa foi realizada através de uma aplicação disponível em um endereço na internet; os participantes poderiam acessá-la através de link recebido por *e-mail*. A primeira etapa da pesquisa consistia em assistir um vídeo com o objetivo de familiarizar o participante à ferramenta e modelos.

O vídeo introdutório era de caráter obrigatório, tendo 8 minutos e 39 segundos de duração. No vídeo foi apresentado o modelo gráfico com seus objetivos através de ilustrações e, posteriormente, explicado como utilizar a ferramenta *web*, assim como disposto um exemplo de um conteúdo sendo modelado usando o modelo Bloco Conceitual.

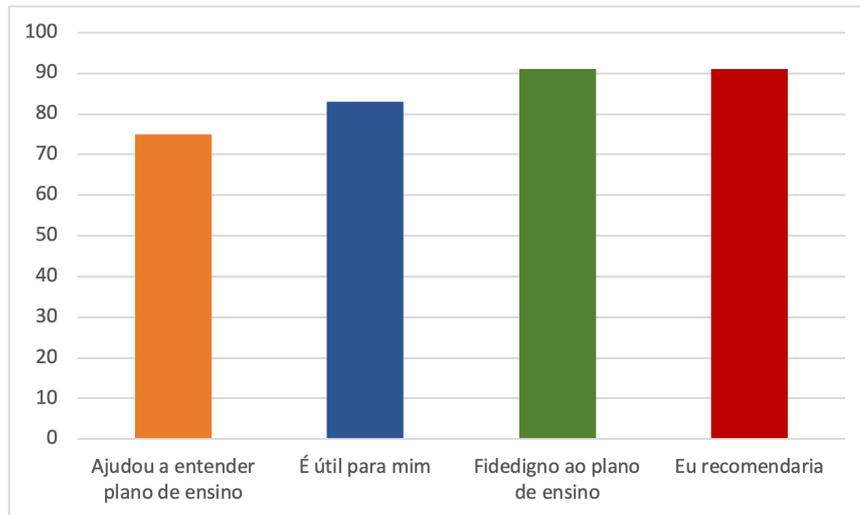
Neste cenário, para 83% dos participantes as orientações recebidas antes da utilização da ferramenta foram suficientes para entender como operá-la, o que indica, segundo o modelo TAM, o aspecto das variáveis externas, sendo um fator decisivo para validar a utilidade e a facilidade de uso percebidas.

Através dos elementos dispostos no modelo TAM procurou-se responder, de acordo com a percepção dos participantes, algumas indagações úteis para a pesquisa realizada nesta proposta de Tese:

1. É fácil aprender o modelo proposto?
2. A abordagem proposta é útil?
3. O modelo consegue representar com fidedignidade o plano de ensino e/ou ementa?

No que se refere à utilidade percebida é possível observar o comportamento dos participantes no gráfico da Figura 39.

Figura 39: Gráfico com aspectos da utilidade percebida segundo o modelo TAM.



Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o gráfico é possível identificar que para 75% dos participantes usar a ferramenta ajudou a entender ou a analisar de forma rápida a relação existente entre os conceitos constantes no plano de ensino ou ementa da disciplina.

Neste sentido, cabe lembrar um dos objetivos elencados para o modelo: “o modelo Bloco Conceitual permite uma reflexão crítica sobre o planejamento”. Sabendo do percentual de participantes que fizeram tal afirmação, se sugere que esta percepção crítica sobre o plano de ensino é possível de ser alcançada.

Cabe citar ainda o comentário realizado por dois participantes relatando que inicialmente tiveram dificuldade para realizar a transposição conceitual do plano de ensino para o modelo Bloco Conceitual, afirmando que não seria uma prática comum no processo de planejamento.

Tal afirmação reitera a percepção anterior, identificando, embora em um grupo pequeno, a existência do processo reflexivo sobre as relações conceituais existentes no plano de ensino, sendo que a utilização do modelo pode favorecer tal comportamento, servindo de apoio à etapa de planejamento, sobretudo no que diz respeito ao amadurecimento quanto à definição de conceitos que norteiam um conteúdo didático.

Neste ponto, no que trata das relações conceituais, cabe citar a pesquisa de Argolo (2016, p. 44), o qual afirma que a partir do plano de ensino convencional é possível estruturar o que denominou de Espaço Conceitual, sendo que o mesmo pode fornecer “uma síntese dos pontos essenciais que norteiam ações didáticas e que conduzirão os discentes aos objetivos educacionais almejados”, destacando que o tema constante no Espaço Conceitual é dotado de

Trajelórias de Aprendizagem e trajetos, com a presença de um ponto de partida e um ponto de chegada, com divisão em unidades conceituais.

Por outro lado, 83% dos participantes afirmam que a ferramenta é útil para o contexto ao qual foi apresentada, reforçando que utilizariam a modelagem para a etapa do planejamento.

Se entende que integrar a tecnologia ao ato do planejamento é um processo complexo, que envolve mudanças educacionais/institucionais, no entanto, o fato da tecnologia se apresentar como útil para o docente é um fator relevante como caminho para tal integração.

Neste cenário, cabe citar estudo sobre uso de novas tecnologias realizado por Scherera et al. (2018, p. 14), afirmando que “medir a aceitação da tecnologia pelo usuário é uma maneira de determinar as intenções do professor de usar novas tecnologias em sua prática educacional”.

Já para 91,6% dos participantes da pesquisa o conteúdo modelado usando a notação gráfica foi fidedigno ao constante no plano de ensino, além de afirmarem que recomendariam a ferramenta para colegas, fatores que reforçam a questão da utilidade percebida.

Cabe lembrar que o experimento quanto à aceitação da tecnologia foi realizado com a primeira versão do modelo gráfico, a qual possuía uma limitação quanto à forma de representação, não abordando, por exemplo, a questão do processo avaliativo (fatores corrigidos na segunda versão do modelo). Tal limitação pode ajudar a explicar a questão de a fidedignidade não ter atingido a percepção da totalidade dos participantes.

No que se refere à facilidade de uso percebida, para 91% dos participantes foi fácil aprender a utilizar a ferramenta, além de afirmarem que a interface era clara e intuitiva.

É possível fazer uma relação dos resultados quanto à facilidade de uso do modelo com o trabalho de Rodríguez et al. (2019), em que mensuram a usabilidade do framework Blockly (Google, 2019) a partir do desenvolvimento de uma ferramenta voltada para a criação de tutores inteligentes, apontando que o mesmo apresenta resultados estatisticamente significativos em vários vertentes da usabilidade, tais como facilidade e intuitividade. Uma vez que o modelo proposto nesta proposta de Tese se utiliza do Blockly para ser estruturado, é possível realizar tal correlação.

O segundo experimento, constante nas próximas seções desta Tese, mostram testes complementares quanto à questão da usabilidade, sendo possível uma avaliação mais apurada de tal aspecto no modelo Bloco Conceitual.

Por outro lado, 16% dos participantes afirmam ter se confundido ao montar a relação conceitual na primeira tentativa. Esse dado pode ser um indicativo da falta de hábito, por parte dos respondentes participantes, de estruturar e hierarquizar conceitualmente a ordenação dos

conteúdos programáticos, tomando como balizadores conceitos subsunçores e pontos de chegada, conforme propõe a ferramenta, na perspectiva das trajetórias de aprendizagem.

É possível relacionar, também, o último dado a uma fraqueza do modelo, a qual diz respeito à dificuldade de visualizar de forma macro as relações, quando a modelagem conta com grande número de conceitos relacionados. Este ponto deve ser analisado no experimento posterior e em futuras adaptações do modelo.

4.3.2. Experimentos com docentes

O público-alvo da pesquisa foram professores da rede pública do ensino fundamental de Cachoeirinha/RS, com participação de 19 docentes, dos quais 73% eram especialistas e o restante, graduados ou mestres.

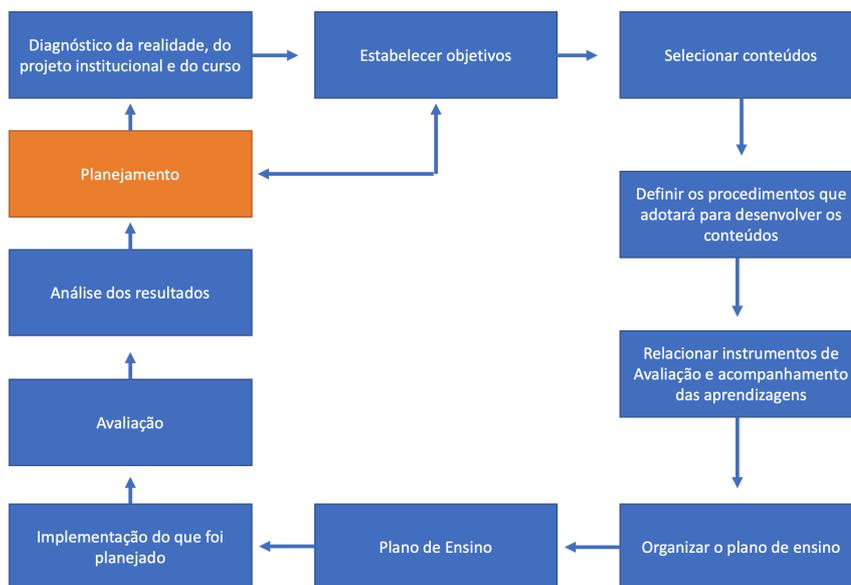
A pesquisa foi realizada através de uma ferramenta disponível em um endereço na internet. Os participantes poderiam acessá-la através de *link* disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem da escola.

Como se tratou de um experimento *online* foi indagado aos participantes sobre sua experiência na utilização de páginas *web*; 100% afirmam ter contato e facilidade no uso desse tipo de tecnologia. Tal afirmação é importante para analisar a facilidade de uso percebida, uma vez que tal fator pode influenciar no uso da tecnologia, sendo que uma possível dificuldade no uso poderia estar relacionada à ausência de hábito de utilizar a internet e não necessariamente no uso do modelo proposto. Neste aspecto, 94,7% dos participantes afirmaram não ter encontrado dificuldades para utilizar a ferramenta.

Fusari (2019) evidencia a importância do planejamento e preparação para as atividades acadêmicas, relacionando o tempo dedicado ao planejamento com a qualidade no ensino. No entanto, dos 19 participantes da pesquisa, apenas 11 (57,8%) afirmaram ter elaborado o planejamento da disciplina que ministram naquele período, fator que corrobora a necessidade de pesquisas e propostas de instrumentos para apoiar esta importante etapa da atividade docente.

Na mesma linha, Salgado (2020) afirma que a ação pedagógica pode se tornar sem efeito caso o planejamento não seja considerado como um importante trabalho docente, propondo um processo para a etapa de planejamento, conforme ilustrado na Figura 40.

Figura 40: Processo para o planejamento docente.

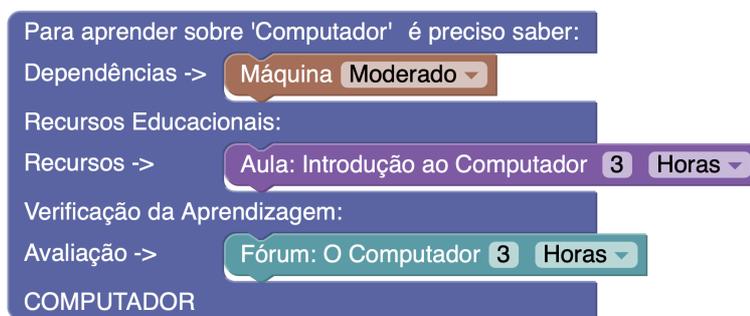


Fonte: (Salgado, 2020)

Segundo a autora, o planejamento docente tem início no diagnóstico da realidade, passando pela seleção de conteúdos e culminando no plano de ensino. Para o contexto desta pesquisa foi proposta uma ferramenta tecnológica baseada na web para permitir a relação, no aspecto de hierarquia, dos elementos do planejamento, podendo o docente alcançar uma visão macro de tais relações usando uma notação baseada em encaixes entre blocos.

Neste sentido, a notação por blocos (conforme ilustra a Figura 41), criada para o contexto do planejamento docente, permite relacionar os elementos do processo do planejamento, seja na definição de conteúdos (Recursos de Aprendizagem), no estabelecimento de relações de dependências (hierarquização) ou mesmo planejando os instrumentos de avaliação.

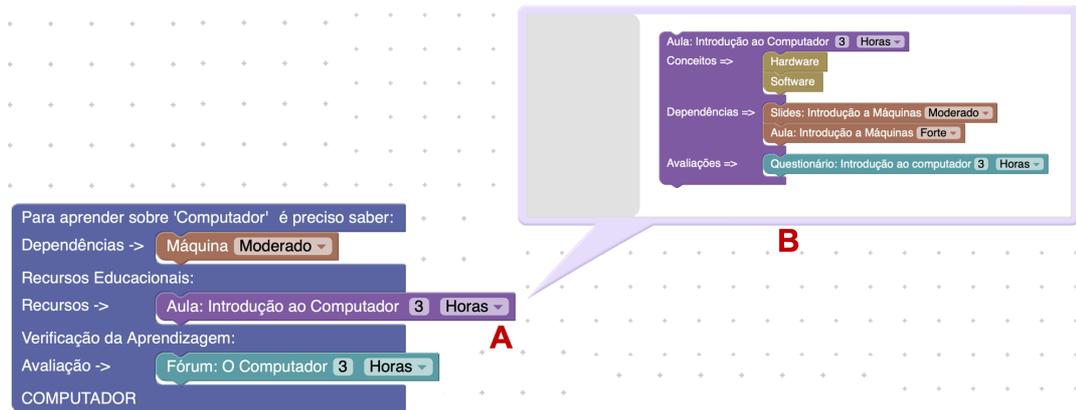
Figura 41: Modelagem de um Trajeto.



Fonte: Elaborado pelo autor

A realização do planejamento através dos blocos permite a geração do plano de ensino pela ferramenta *web*, uma vez que todos os elementos necessários são estabelecidos em tempo de planejamento. Acredita-se ainda que é possível ter visão macro gráfica do plano, podendo visualizar as relações de dependência, conforme ilustra a Figura 42.

Figura 42. Visualização de dependências.



Fonte: Elaborado pelo autor

O nível de complexidade das relações é proporcional ao conteúdo a ser modelado e também à criatividade do professor, para definir as relações conceituais existentes no plano de ensino. Tal processo de “encaixe” dos elementos favorece a reflexão sobre as relações existentes, uma vez que o modelo se baseia na hierarquização.

Durante o período de utilização da ferramenta, foram geradas 19 modelagens pelos participantes, sendo relacionados 437 Recursos de Aprendizagem (média de 23 por disciplina) distribuídos em 112 trajetos de aprendizagem, 29 avaliações e 321 conceitos.

A Figura 43 ilustra a tela da ferramenta com um modelo gerado para a disciplina de Matemática, sendo possível visualizar parte do desenho do planejamento no modo gráfico, além de opções para ter acesso ao plano de ensino e a trajetória de aprendizagem planejada.

Figura 43. Exemplo de planejamento.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda na Figura 43, na marcação com a letra A é possível observar um menu de navegação que permite visualizar todos os elementos cadastrados, podendo adicionar, alterar ou excluir usando elementos textuais e botões.

Já na parte central, marcado com a letra B, se observa os elementos na forma de blocos que representam o planejamento sendo realizado. Tal modelagem permite visualizar a relação existente entre os trajetos, Recursos de Aprendizagem e conceitos. Toda a mudança realizada no menu lateral (letra A) reflete no modelo gráfico, assim como as alterações no modelo gráfico refletem na exibição lateral.

Já na marcação com a letra C, ainda na Figura 43, ilustra as formas de exibição do planejamento, sendo elas: Modo de plano de ensino; Modo gráfico; e Modo de trajetória de aprendizagem.

O primeiro modo de exibição (plano de ensino), conforme ilustra a Figura 44, permite ao professor visualizar o planejamento em forma textual. Neste modo é possível visualizar o conteúdo no navegador da internet ou exportá-lo para os formatos PDF e DOC. O plano de ensino permite ao professor avaliar se a modelagem reflete todas as relações de hierarquia definidas.

Figura 44. Planejamento em modo de plano de ensino.

The screenshot shows the 'BlocoConceitual' software interface. At the top, there are navigation links for 'Home' and 'Área do Professor', and a 'Sair' button. The main content is divided into two columns. The left column is a table with five rows, each representing a topic and a plus sign icon:

Matemática Financeira	+
Medidas de superfície	+
Figuras planas	+
Geometria métrica espacial	+
Tratamento de dados ou da informação	+

The right column contains the following text:

Objetivos:
Possibilitar ao aluno desenvolver habilidades e o raciocínio lógico-matemático, através da generalização, abstração, análise e interpretação de conteúdos concomitante a realidade que o cerca, usando estratégias de resolução de problemas aplicados às outras áreas do conhecimento e em suas atividades profissionais.
[Editar Objetivos](#)

Conteúdo:
Números decimais e fracionários
Introdução a Números Decimais e Fracionários (Conceitos: propriedades, regularidades)
Situações-problema

Álgebra
Expressões algébricas (Conceitos:)
Linguagem algébrica; (Conceitos:)
Valores numérico de uma expressão (Conceitos:)
Operações com expressões algébricas (Conceitos:)
Equações e sistemas do primeiro grau (Conceitos:)
Equações do segundo grau (Conceitos:)

Razão e proporção
Grandezas diretamente proporcionais (Conceitos:)
Grandezas inversamente proporcionais (Conceitos:)
Regra de Três (Conceitos:)
Situações-problema

Porcentagem
Introdução (Conceitos:)
Situações-problema

Matemática Financeira

Fonte: Elaborado pelo autor

Alguns dos professores participantes da pesquisa ficaram particularmente animados com a possibilidade de definir as relações e ter a possibilidade de gerar o plano de ensino, afirmando ser uma característica muito útil da ferramenta. Um desses comentários é destacado abaixo:

Comentário 01: Interessante como a ferramenta possibilita visualizar as etapas do planejamento com clareza. A geração do plano de ensino é muito útil (Professor participante da pesquisa).

Já o segundo modo (gráfico), conforme destacado anteriormente e reforçado na Figura 44, possibilita ao professor “encaixar” os elementos do planejamento (Recursos de Aprendizagem, conceitos, avaliações, etc.), uns sobre os outros, respeitando os pontos de encaixe, para gerar uma hierarquização que dá origem ao plano de ensino.

Tal ação de encaixe é especialmente útil para direcionar a ação do planejamento; os professores devem seguir os critérios definidos pela ferramenta, desta forma, um padrão de planejamento é estabelecido, fazendo com que os professores sigam uma sistemática para tal etapa.

Figura 45. Modo gráfico para planejamento.

The screenshot shows the 'BlocoConceitual' software interface. At the top, there's a navigation bar with 'BlocoConceitual', 'Home', 'Área do Professor', and a 'Sair' button. Below that, the title 'Planejamento da Disciplina (Matemática)' is displayed. The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains a list of units with expand/collapse icons. The selected unit is 'Números decimais e fracionários'. Below it, there are tabs for 'Dependências (unidade)', 'Aulas', and 'Avaliações (unidade)'. A section for 'Dependências para Números decimais e fracionários' includes a '+ Adicionar Dependência' button.
- Top Right:** Three tabs are visible: 'Modo Plano de Ensino', 'Modo Gráfico' (which is active), and 'Modo Trajetória'.
- Main Content Area:** Displays a visual flowchart of the curriculum plan. It shows lessons ('Aulas') and assessments ('Avaliações') for different units, connected by dependency arrows. For example, under 'Matemática Financeira', lessons include 'Juros Simples' and 'Juros Compostos', followed by 'Situações-problema'. Under 'Geometria métrica espacial', lessons include 'Medidas de superfície' and 'Figuras planas', with assessments like 'Poliedros', 'Prismas', 'Pirâmides', 'Cilindros', 'Cones', and 'Esferas'.

Fonte: Elaborado pelo autor

O modo gráfico, ilustrado na Figura 45, foi visto pelos professores participantes da pesquisa como um instrumento que permite visualizar a sequência didática sendo planejada, como é possível observar nos comentários que seguem:

Comentário 02: Interessante como a ferramenta possibilita visualizar as etapas do planejamento com clareza (Professor participante da pesquisa).

Comentário 03: Apresenta a evolução lógica da construção do conhecimento e do processo ensino aprendizagem (Professor participante da pesquisa).

Os comentários dos professores apontam para o estabelecimento de relações, de forma intuitiva, dos conceitos da disciplina com os encaixes entre elementos gráficos na forma de blocos, sugerindo um instrumento para representar tais relações de interdependência.

Já o terceiro modo (trajetória de aprendizagem), ilustrado na Figura 46, permite ao professor visualizar as trajetórias de aprendizagem geradas a partir do planejamento. Tais trajetórias, conforme apresentado na metodologia desta Tese, permite uma visão macro do plano de ensino, possibilitando conceber graficamente os pontos de partida e chegada na trajetória de aprendizagem planejada.

Figura 46. Modo de exibição em trajetórias de aprendizagem

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar, ainda na Figura 46, a existência de 3 opções para exibição da Trajetória de Aprendizagem, sendo que a primeira mostra a relação entre os trajetos⁹, sendo possível perceber a existência de uma quebra de linha, representando um ponto de chegada definido pelo professor em momento de planejamento.

Esta opção permite ainda agregar à Trajetória de Aprendizagem os Recursos de Aprendizagem, ilustrando sua relação com os pontos de partida e chegada, garantindo ao professor outra forma de visualizar o planejamento.

Cabe destacar uma pergunta que foi realizada aos participantes da pesquisa, que indagava sobre a consistência da Trajetória de Aprendizagem gerada a partir do plano de ensino e do estabelecimento de relações através do modelo gráfico. Neste cenário, 16 participantes afirmaram que a Trajetória de Aprendizagem gerada era fidedigna ao plano de ensino e permitia visualizar as relações entre os conteúdos ou aulas.

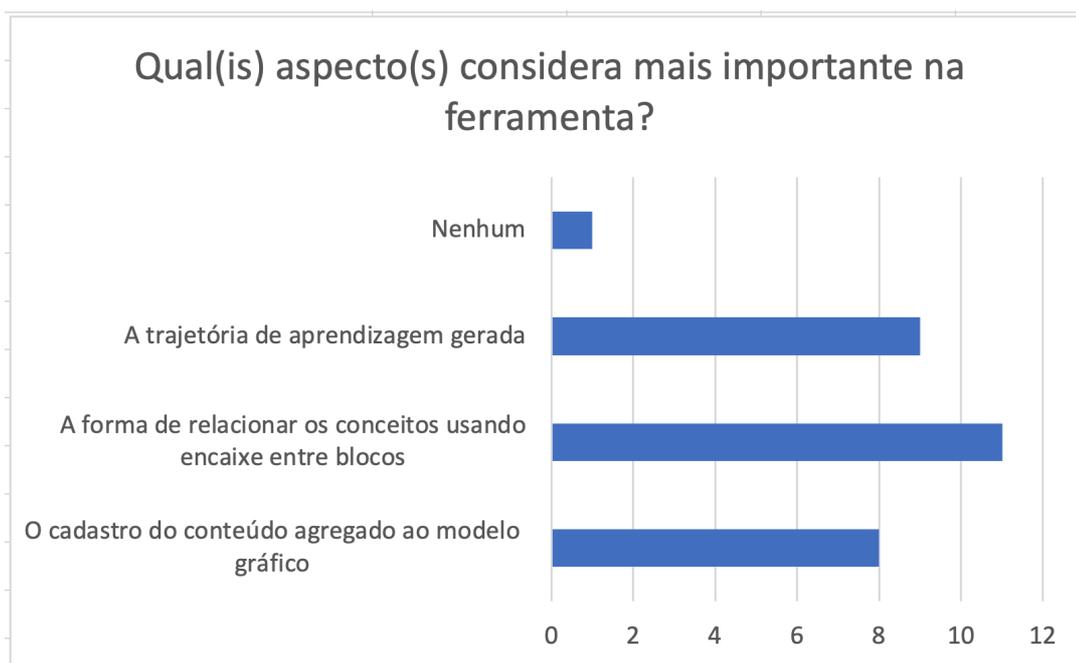
Neste sentido, fica evidenciado que a utilização dos 3 mecanismos de visualização (gráfico, plano de ensino e Trajetória de Aprendizagem) permite uma visão eficiente do planejamento, possibilitando reflexão sobre o mesmo. Tal afirmação é possível de ser constatada em um comentário de professor participante da pesquisa:

⁹ Para o contexto desta pesquisa os trajetos foram tratados como Unidades. Tal mudança ocorreu para facilitar o entendimento dos professores, tendo em vista que se tratava do termo frequentemente utilizado na escola.

Comentário 04: Importante para que o professor tenha claro a sequência didática e as relações entre as habilidades e competências que se quer atingir. (Professor participante da pesquisa).

Esta afirmação é evidenciada em pergunta aplicada com os participantes da pesquisa, ao qual deveriam responder quais os aspectos consideravam mais importantes na ferramenta *web*. Os dados são destacados no gráfico da Figura 47.

Figura 47. Gráfico com quantitativo por aspecto da ferramenta web.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os participantes tinham a possibilidade de marcar um ou mais alternativas, neste sentido boa parte dos professores percebem como sendo importantes as trajetórias de aprendizagem geradas a partir do planejamento, a utilização do encaixe entre blocos e a relação entre conteúdo e modelo gráfico.

Para o contexto desta pesquisa não foram levadas em conta as relações existentes entre conceitos de múltiplas disciplinas, sendo realizado o planejamento de forma individual pelos professores. No entanto, durante os encontros presenciais, foi perceptível a troca de ideias entre professores de disciplinas distintas a fim de estabelecer relações entre os conceitos de forma interdisciplinar. Este fator motivou a inclusão de trabalho futuro no sentido de adaptar a ferramenta *web* para estabelecer relação de forma interdisciplinar.

Cabe destacar ainda a relação realizada pelos professores entre o planejamento, sendo realizado na ferramenta *web*, e as diretrizes da BNCC, ressaltando a importância de adequação de terminologias, conforme observa-se no comentário:

Comentário 05: Acredito que alguns termos da ferramenta podem estar acompanhando as novas diretrizes conforme a BNCC. Exemplo: disciplina = componente curricular; conteúdo = objeto do conhecimento; ementa = competências; objetivos = habilidade (Professor participante da pesquisa).

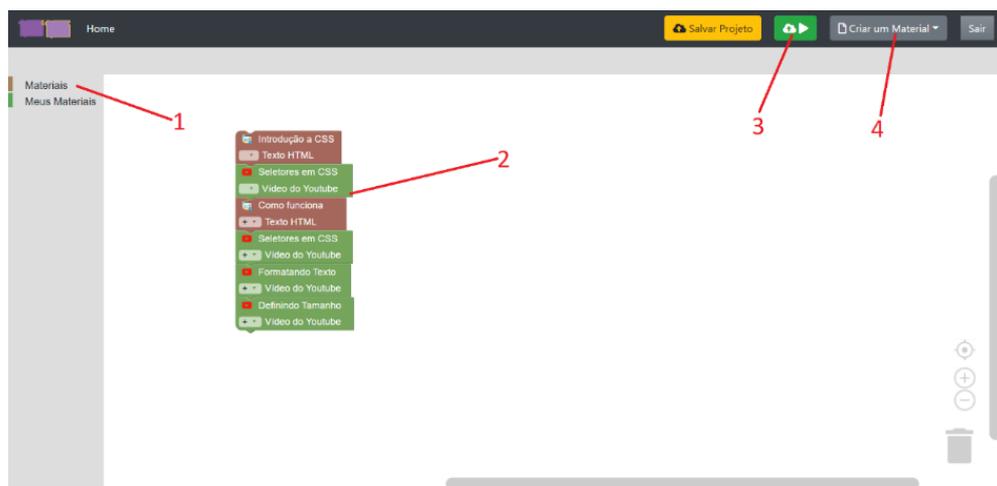
4.3.3. Primeiro experimento com estudantes

O primeiro experimento, conforme mencionado na metodologia, teve objetivo de avaliar mudanças no desempenho de estudantes quando submetidos ao uso de uma ferramenta *web* que permite relacionar conceitos de forma hierárquica através do encaixe entre blocos.

Para este experimento foi estabelecido que cada conceito estava relacionado com Recursos de Aprendizagem (texto, vídeo, imagem, etc.). Desta forma, ao relacionar conceitos, também se criava uma relação entre Recursos de Aprendizagem. Tal abordagem foi adotada partindo da hipótese de que o estudante só conseguirá estruturar os conceitos de forma coerente caso estabeleça uma apropriação do conteúdo de cada conceito, podendo, desta forma, favorecer a aprendizagem.

Para tanto, foi desenvolvida uma ferramenta *web*, conforme ilustra a Figura 48, ao qual permitiu aos estudantes utilizar os conceitos e Recursos de Aprendizagem previamente disponibilizados, além de possibilitar a criação de novos blocos pelos participantes da pesquisa.

Figura 48. Ferramenta para estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor

As marcações numéricas presentes na Figura 48 ilustram a distribuição de funcionalidades da ferramenta, sendo:

- 1) Escolha do tipo de material, sendo possível optar por materiais disponibilizados pelo professor ou criados pelo estudante.
- 2) Área que permite agrupar os conceitos na forma de blocos.
- 3) Botão de execução, permitindo visualizar o agrupamento na forma de curso.
- 4) Opção para criação de novos materiais pelo aluno.

Ainda na Figura 48 a marcação numérica 2 mostra uma sequência de blocos conectados. Cada bloco representa um conceito vinculado a um Recurso de Aprendizagem (texto, vídeo, simulador, PDF, etc.). Os ícones presentes em cada bloco ilustram que tipo de Recurso de Aprendizagem está relacionado com o conceito, podendo ser um vídeo, um material PDF ou um texto em HTML. Desta forma, ao conectar os conceitos é estruturado também uma rota pedagógica, com assuntos encadeados.

Para este experimento, optou-se pela utilização de blocos de conceitos com encaixe somente na vertical, com intuito de permitir a percepção da sequencialidade dos assuntos. Cabe citar ainda, que a ferramenta desenvolvida permite a visualização do material didático vinculado a cada conceito no momento de realizar a relação entre os blocos, garantindo a leitura do conteúdo.

O objetivo deste experimento foi avaliar como os participantes estruturam as trajetórias de forma livre. Neste sentido, os 27 estudantes participantes criaram um total de 50 diferentes trajetos para os dois assuntos propostos (Introdução a Canvas e Introdução a CSS), utilizando a notação por blocos.

Neste cenário, foram utilizados 515 blocos, com uma média de 19,07 conceitos por cada participante, indicando que o modelo consegue representar diferentes visões sobre um mesmo assunto, fator que o torna promissor enquanto modelo de representação.

Além disso, 32% dos materiais didáticos (texto, vídeos, PDF, etc.) utilizados foram cadastrados pelos próprios participantes da pesquisa (alguns materiais foram previamente disponibilizados; os participantes poderiam optar pelos materiais já existentes ou criar novos para montagem das trajetórias).

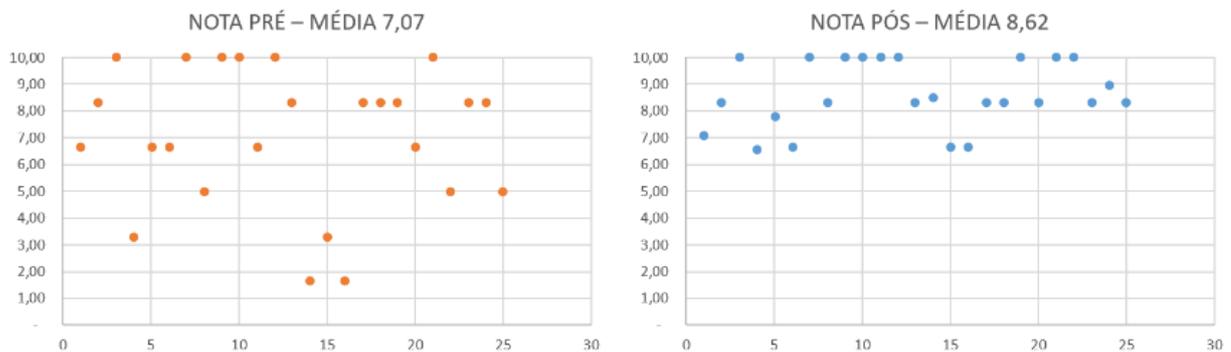
Quadro 19: Relação entre pré e pós-teste do primeiro experimento com estudantes.

Grupo	Pré-Teste	Pós-Teste
<u>Grupo A</u> - Delta médio: 0,74	Média: 7,99 Desvio Padrão: 1,43	Média: 8,68 Desvio Padrão: 1,29
<u>Grupo B</u> - Delta médio: 1,56	Média: 7,07 Desvio Padrão: 2,60	Média: 8,62 Desvio Padrão: 1,23

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, o gráfico na Figura 50 apresenta a dispersão dos participantes no pré e pós-teste, indicando que após a utilização do modelo proposto os participantes ficam mais concentrados, próximo à média, sugerindo uma certa evolução quanto à homogeneidade.

Figura 50. Dispersão de notas no pré-teste e pós-teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.4. Segundo experimento com estudantes

O segundo experimento com estudantes, conforme discutido anteriormente na metodologia, teve objetivo de realizar uma avaliação quantitativa do desempenho dos participantes quando expostos a dois tipos de tecnologias educacionais.

O primeiro grupo (Grupo A) foi exposto ao uso de videoaula, tratando do assunto de Introdução a Organização e Arquitetura de Computadores. Já o segundo grupo (Grupo B) utilizou a estrutura gráfica baseada na conexão entre blocos, explorando o mesmo assunto do vídeo.

O segundo experimento com estudantes teve características diferentes do primeiro experimento realizado com o mesmo público. Enquanto no primeiro experimento os estudantes deveriam organizar os conceitos de forma livre, o segundo contou com uma organização

definida pelo professor, no entanto, com maior grau de complexidade, com hierarquização de múltiplas ideias.

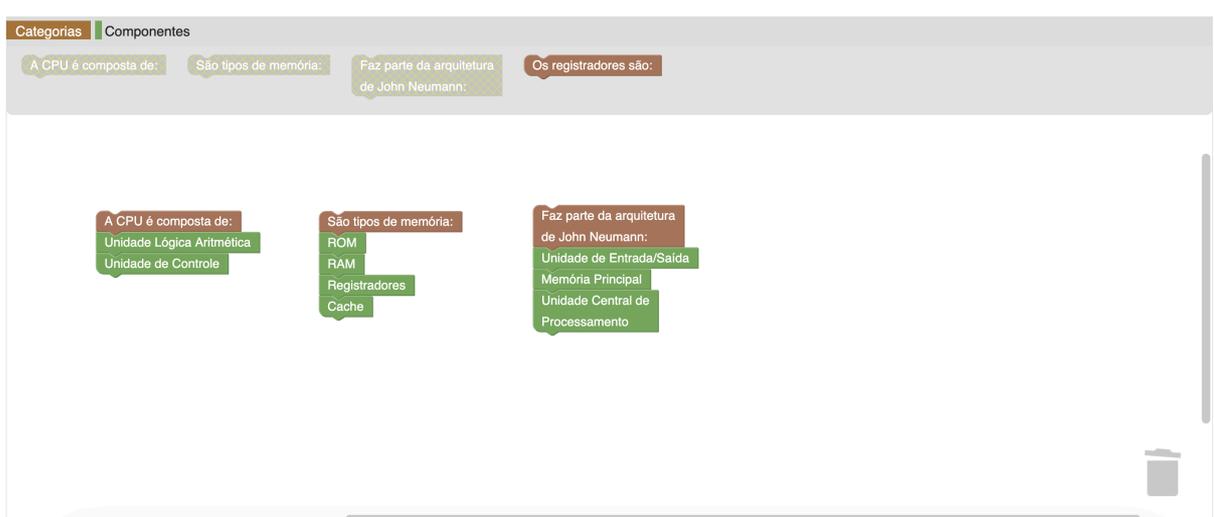
Outro ponto que merece destaque é o fato do segundo experimento ter sido realizado totalmente à distância, fator que teve forte influência da pandemia do COVID-19, impossibilitando a realização de pesquisas presenciais no contexto local analisado.

Os estudantes do Grupo B deveriam agrupar um conjunto de 16 conceitos (na forma de blocos) organizados por categoria; cada bloco estava relacionado com um Recurso de Aprendizagem. Desta forma, foram relacionados 128 conceitos pelos 8 participantes do grupo, com 88 submissões de tentativas de respostas.

A tentativa da resposta reflete o envio de uma organização hierárquica, ao enviar é realizada uma correção automática pelo sistema de acordo com os critérios definidos pelo professor. Acredita-se que tal processo favorece a aprendizagem, uma vez que, ao receber o feedback da ferramenta, o estudante realiza uma análise das relações hierárquicas estabelecidas.

Cabe lembrar que os experimentos com estudantes utilizando a notação por blocos possuíram um caráter avaliativo, em que a ferramenta foi utilizada como uma estratégia de ensino e aprendizagem, sobretudo com intuito de promover a aprendizagem significativa através do estabelecimento de relações conceituais. Uma tela da ferramenta com início de uma modelagem realizada é ilustrada na Figura 51.

Figura 51. Tela criação de hierarquias conceituais para a segunda pesquisa com estudantes.



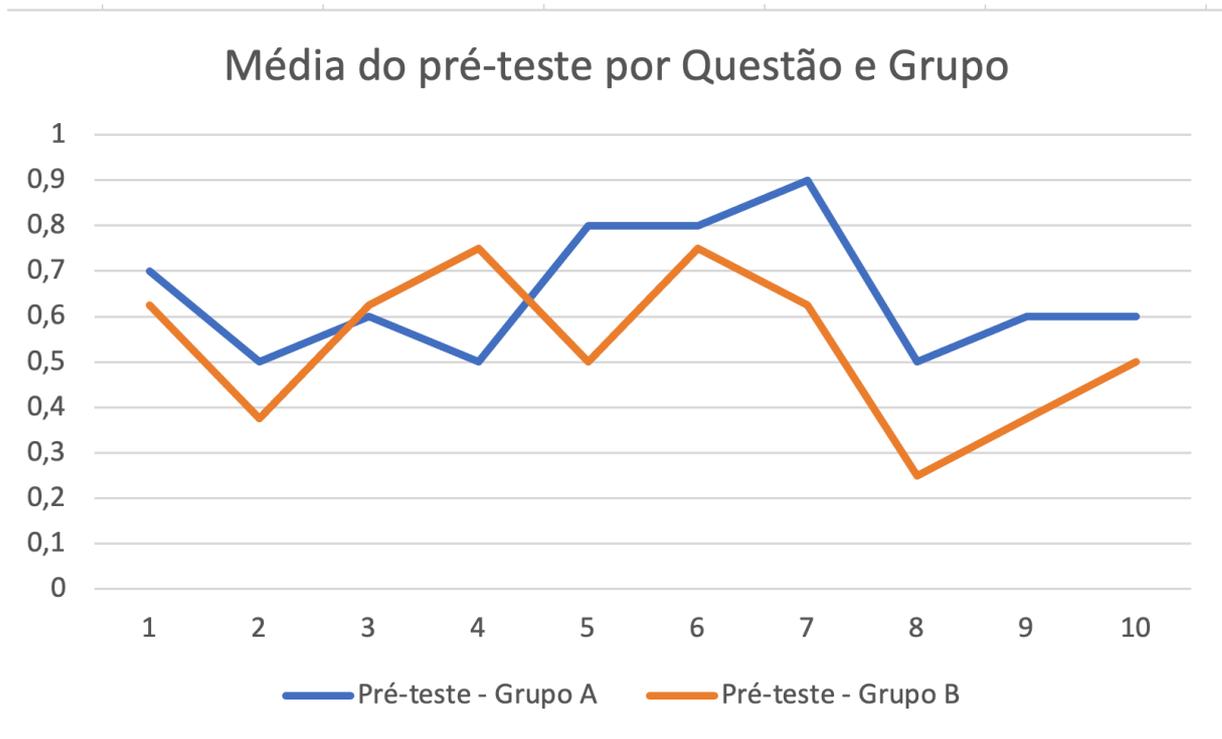
Fonte: Elaborado pelo autor.

Não obstante, o questionário de pré-teste aplicado para ambos os grupos continha 10 questões, cada uma tendo peso de 1 ponto. O grupo A (utilizando videoaula) teve média geral

por questão de 0,65 e o Grupo B (utilizando relação entre blocos) uma média por questão de 0,53. É possível avaliar, desta forma, a existência de um certo equilíbrio no pré-teste entre os dois grupos, com leve vantagem para o Grupo A.

O Figura 52 apresenta um gráfico que ilustra a média por questão e por grupo obtida através da análise do questionário de pré-teste aplicado com os participantes da pesquisa.

Figura 52. Média por questão no pré-teste do segundo experimento com estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível avaliar que a questão de número 8 teve um baixo desempenho em ambos os grupos, fator que se deve ao nível de complexidade de tal questão.

Ainda no que se refere ao pré-teste, o desvio padrão por grupo pode ser avaliado no Quadro 20.

Quadro 20: Média e desvio padrão para pré-teste de ambos os grupos.

Grupo	Pré-Teste
<u>Grupo A</u>	Média geral: 6,50 Desvio Padrão: 3,43
<u>Grupo B</u>	Média geral: 5,37 Desvio Padrão: 3,06

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda no Quadro 20 é visível que a média geral de notas no pré-teste foi de 6,5 para o Grupo A e de 5,37 para o Grupo B. Além disso, o desvio padrão denota baixa homogeneidade de notas nos dois grupos, sendo respectivamente 3,43 e 3,06.

Já no pós-teste (questionário aplicado após a utilização das ferramentas sugeridas) as médias subiram consideravelmente, sendo 7,6 para os membros do Grupo A e 7,87 para os estudantes do Grupo B, conforme demonstra o Quadro 21.

Quadro 21: Relação entre pré e pós-teste do segundo experimento com estudantes.

Grupo	Pré-Teste	Pós-Teste
<u>Grupo A</u> - Delta médio: 0,74	Média geral: 6,50 Desvio Padrão: 3,43	Média geral: 7,60 Desvio Padrão: 1,50
<u>Grupo B</u> - Delta médio: 1,56	Média geral: 5,37 Desvio Padrão: 3,06	Média geral: 7,87 Desvio Padrão: 1,45

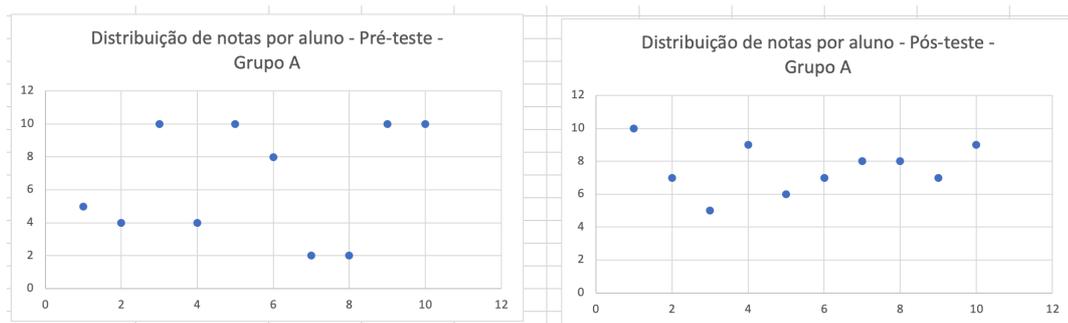
Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, é cabível inferir a partir da análise do Quadro 21 que o desvio padrão de ambos os grupos reduziu consideravelmente, com leve vantagem para membros do Grupo B. Tal variação denota uma melhoria quanto ao aspecto da homogeneidade da turma.

Cabe citar ainda que a variação percentual da média geral entre pré e pós-testes teve um aumento de **17%** para alunos do Grupo A e de **47%** para estudantes do Grupo B, ressaltando a evolução no desempenho dos membros deste grupo.

Os gráficos das figuras 53 e 54 ajudam a visualizar o comportamento do aspecto da homogeneidade nos Grupos A e B. A Figura 53 ilustra tal comportamento em membros do Grupo A, com comparativo entre o pré e pós-testes.

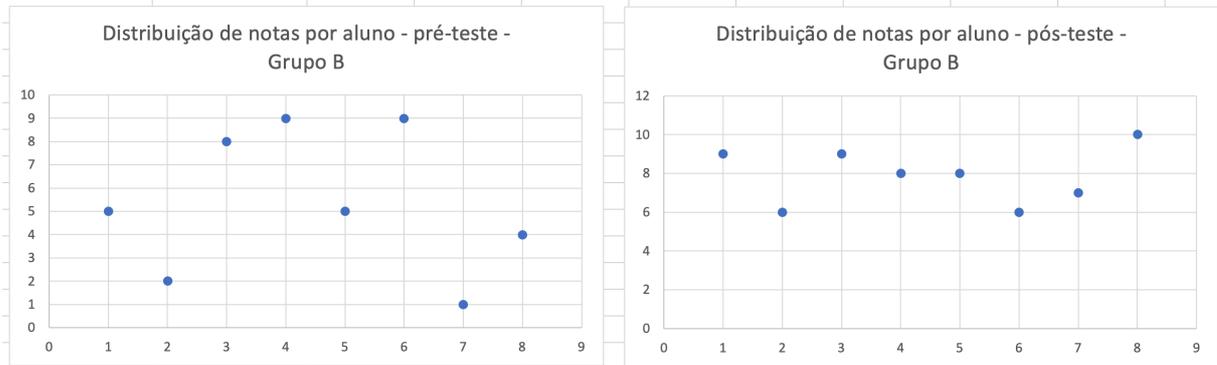
Figura 53. Distribuição de notas por grupo no pré e pós-testes do Grupo A.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Figura 54 ilustra o mesmo comportamento para os estudantes pertencentes ao Grupo B.

Figura 54. Distribuição de notas por grupo no pré e pós-testes do Grupo B



Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário de pós-teste continha uma questão que perguntava ao participante sobre a leitura do material em PDF distribuído para ambos os grupos. Neste sentido, todos os participantes afirmam ter lido o material, fator que sugere que os participantes dos dois grupos partiram com o mesmo embasamento no que se refere aos subsunçores necessários para a realização das atividades.

Com os dados apresentados fica evidente que ambos os grupos tiveram uma evolução no aspecto da aprendizagem, tanto aqueles alunos que utilizaram videoaula, quanto aqueles que manipularam conceitos através da agregação entre conceitos, sendo que os alunos do Grupo B ficaram com pequena vantagem com relação ao Grupo A.

Desta forma, é possível afirmar que o modelo visual baseado em blocos, permitindo a hierarquização de conceitos, proporciona a aprendizagem através de uma abordagem significativa.

Tal afirmação ganha força quando é feito um paralelo entre o primeiro e segundo experimentos com estudantes. Ambos os experimentos, embora com características distintas, apresentam clara evolução dos alunos que utilizaram o modelo baseado em blocos, sobretudo no aspecto da promoção de uma maior homogeneidade das turmas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou inicialmente uma contextualização, sendo discutido e problematizado o planejamento docente e a aprendizagem, sendo levantada uma questão de pesquisa:

Como a utilização de princípios das Linguagens de Programação Visuais, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, é capaz de apoiar o planejamento do ensino e a aprendizagem?

De posse da questão de pesquisa, durante o transcorrer do trabalho foram apresentados os fundamentos teóricos que o nortearam, além dos métodos utilizados para propor um modelo gráfico, uma ferramenta web e experimentos com docentes e estudantes.

O modelo proposto foi denominado Bloco Conceitual, tendo como princípio gráfico os componentes das LPVs, fazendo relação com a Teoria da Aprendizagem Significativa e Trajetórias de Aprendizagem, sendo explorado em dois pilares, o primeiro voltado para o planejamento docente e o segundo para a aprendizagem discente.

Tal modelo se apresenta como um instrumento versátil para a construção do planejamento docente, uma vez que se apoia no desenho de situações de ensino, como na definição conceitual e suas relações, permitindo representar visualmente trajetórias de ensino.

Por outro lado, a utilização de um processo de hierarquização de conceitos utilizando uma notação visual, numa perspectiva avaliativa baseada nos princípios da Aprendizagem Significativa, mostrou bons resultados quanto ao aspecto da aprendizagem.

No âmbito do primeiro pilar de aplicação, os resultados quanto à aceitação da tecnologia apontam para o entendimento de que o modelo é útil para o cenário analisado, cabendo destacar a aparente reflexão docente sobre as relações conceituais constantes no plano de ensino a partir de sua modelagem na ferramenta *web*.

Foi sugerido ainda que o modelo pode ser utilizado como instrumento de apoio ao processo de planejamento de Trajetórias de Aprendizagem, sendo que ao atuar de forma complementar pode propiciar um fluxo de duas vias, permitindo que a análise do plano de ensino promova a modelagem do ensino, ao mesmo tempo que a modelagem promova reflexão sobre o plano de ensino.

Neste cenário, os experimentos realizados com professores apontaram que o modelo consegue representar com fidedignidade relações complexas existentes no planejamento do ensino, podendo relacionar conceitos, Recursos de Aprendizagem, avaliações e suas relações.

Outro fator fundamental da utilização do modelo gráfico juntamente com a ferramenta *web* na etapa de planejamento foi o estabelecimento de um padrão para o ato de planejar, sugerindo um mecanismo capaz favorecer boas práticas para o planejamento ao mesmo tempo que respeita a criatividade e o espaço do professor para expressar as características do conteúdo sendo planejado.

Já para o segundo pilar, que trata da aplicação do modelo gráfico com estudantes, foram realizados dois experimentos com intuito de avaliar quantitativamente alterações no desempenho estudantil quando submetidos à utilização do modelo proposto nesta Tese.

Nesta linha, o primeiro experimento teve objetivo de identificar como os estudantes estruturam de forma livre um conjunto de conceitos relacionados a Recursos de Aprendizagem, e o segundo explorando um cenário que envolve a hierarquização de contextos complexos, com múltiplas ideias sendo modeladas, a partir de uma definição conceitual prévia realizada pelo professor.

Ambos os experimentos com estudantes demonstram considerável evolução dos participantes quanto ao aspecto do desempenho nos assuntos sugeridos quando expostos ao uso do modelo gráfico, além de uma clara melhora do aspecto da homogeneidade entre os alunos.

Desta forma, o modelo gráfico é um instrumento que se mostrou adequado tanto para uso na etapa de planejamento do ensino quanto para o processo de aprendizagem, reforçando seu caráter de versatilidade e adaptabilidade.

Não obstante, para o contexto desta Tese, a partir do aspecto inicial colocado como a questão de pesquisa, foram adotados dois princípios largamente difundidos, o primeiro é a Teoria da Aprendizagem Significativa e o segundo as técnicas relacionadas às Linguagens de Programação Visual, o estabelecimento desta relação favoreceu o desenvolvimento de um arcabouço conceitual e técnico únicos.

A transposição de elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa para um contexto gráfico, utilizando uma notação por blocos, apresenta características que favorecem o entendimento da aplicação de tais princípios. A adoção de elementos encaixáveis, com agrupamento uns sobre os outros, enaltece as possibilidades de visualização e de estabelecimento de hierarquias.

Por fim, se vislumbram algumas potenciais pesquisas futuras a partir dos resultados apresentados neste trabalho, sendo possível citar:

1. Instrumentos para mensurar a qualidade da modelagem

O modelo propõe um instrumento que permite realizar a modelagem do desenho da aprendizagem, no entanto, o aspecto da qualidade daquilo que foi modelado

não é levado em consideração. A definição de métricas e padrões que sejam capazes de mensurar a qualidade da modelagem gerada se apresenta como uma boa pesquisa futura.

2. Trabalho colaborativo

Os experimentos apresentados nesta Tese contaram com planejamento docente sendo realizada de forma isolada. Como trabalho futuro se sugere avaliar os impactos no planejamento docente de tal ação sendo realizado através de um trabalho colaborativo, em que professores possam interagir para construir o planejamento, dando a possibilidade, com isso, de avaliar a relação conceitual existente num contexto mais amplo, não somente no âmbito da disciplina do professor.

3. Intercâmbio de modelagens entre estudantes

Como trabalho futuro é sugerido realizar experimentos no sentido de promover um intercâmbio de modelagens entre estudantes, de tal forma que a hierarquização estabelecida por um estudante possa ser executada (seguida) por outro estudante. Acredita-se que este processo pode promover a aprendizagem tanto daquele estudante que realiza a modelagem quanto daquele que a executa.

4. Aplicar a trajetória de aprendizagem definida por professores

No contexto desta Tese foi explorada com estudantes um tópico específico de um planejamento mais amplo, se sugere como trabalho futuro avaliar os impactos no processo ensino e aprendizagem durante todo um período letivo, avaliando a execução de um planejamento realizado utilizando os métodos propostos.

5. Explorar outras teorias agregadas com as LPVs

Nesta Tese foi adotada a Teoria da Aprendizagem Significativa para realizar uma relação com as Linguagens de Programação Visual. É sugerido como trabalho futuro a adaptação do modelo para outras teorias de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. C. B. DE et al. O uso de ferramentas digitais de comunicação como recurso para o planejamento colaborativo e interdisciplinar docente. **Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola (WIE 2018)**, 2018.
- AMARAL, M. A.; ASSIS, K. K.; BARROS, G. C. Avaliação na EaD: contextualizando uma experiência do uso de instrumentos com vistas à aprendizagem. **IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE III encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, 2009.
- ARGOLO, E. DE S. **TRAJETÓRIAS CONCEITUAIS INTENCIONAIS DE ENSINO E APRENDIZAGEM: Investigação Em Fluxo Temporal Em Espaços E Contextos Nos Processos Educacionais Em EaD**. 2016.
- AULER, D. **Novos caminhos para educação CTS: ampliando a participação**. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. **Anais...**2011
- AUSUBEL, D. **The psychology of meaningful verbal learning**. Oxford, England. 1963.
- AUSUBEL, D. P. A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. **Journal of General Psychology**, 1962.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 1980.
- BARATÈ, A. et al. **Fostering Computational Thinking in Secondary School through Music - An Educational Experience based on Google Blockly**. Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education. **Anais...**2017Disponível em: <<http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0006313001170124>>
- BARCELOS, G. T. **Tecnologias na Prática Docente de Professores de Matemática: Formação Continuada com Apoio de uma Rede Social na Internet**. 2012.
- BARREIRA, C.; BOAVIDA, J.; ARAÚJO, N. Avaliação formativa: Novas formas de ensinar e aprender. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, 2006.
- BASSANI, P. S.; BEHAR, P. A. Análise das interações em ambientes virtuais de aprendizagem: uma possibilidade para avaliação da aprendizagem em EAD. **RENOTE**, 2006.
- BERTOLETTI, A. C. et al. Educar pela Pesquisa – uma abordagem para o desenvolvimento e. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2003.
- BLOOM, B. Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1. **Cataloging and Classification Quarterly**, 1956.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1996.
- BRUMBAUGH, D. K.; BRAMBAUGH, L.; ROCK, D. **Scratch your brain geometry: Math Games, Tricks, and Quick Activities**. Critical Thinking Company, 2006.
- CANTO FILHO, A. B. DO. **MOTRAC - Modelo de Trajetórias de Aprendizagem Conceitual**. 2015.
- CARDINET, J.; TOURNEUR, W.; ALLAL, L. THE SYMMETRY OF GENERALIZABILITY THEORY: APPLICATIONS TO EDUCATIONAL MEASUREMENT. **Journal of Educational Measurement**, 1976.
- CESADUFS. **O Planejamento Didático I: conceito, tipos, formulação de objetivos e a seleção de conteúdos**. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/17550416022012Metodologia_do_Ensino-Aprendizagem_de_linguas_Aula_5.pdf>.
- CONFREY, J.; JONES, R. S.; GIANOPULOS, G. **Challenges in Modeling and Measuring Learning TrajectoriesMeasurement**, 2015.
- COOK, H.; AUSUBEL, D. P. Educational Psychology: A Cognitive View. **The American Journal of Psychology**, 1970.
- CRISTINA, V.; AURELIANO, O. Desafios e oportunidades aos processos de ensino e de aprendizagem de programação para iniciantes. **XXIV Workshop sobre Educação em**

Computação - WEI. Anais do XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC., 2016.

DA SILVA, D.; LOPES, E. L.; JUNIOR, S. S. B. Pesquisa Quantitativa: Elementos, Paradigmas e Definições. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 05, n. 01, p. 01–18, 2014.

DA SILVA ELOY, A. A. et al. Uso do Scratch no Brasil com objetivos educacionais: uma revisão sistemática. **RENTE**, 2017.

DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quarterly**, 1989.

DE LORENZO, W. E.; CURTAIN, H. A.; PESOLA, C. A. Languages and Children - Making the Match: Foreign Language Instruction in the Elementary School. **The Modern Language Journal**, 2006.

DUTRA, R.; TAROUCO, L.; PASSERINO, L. O Uso de Objetos de Aprendizagem SCORM para apoiar a Avaliação Formativa. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, 2008.

ELSHOUT-MOHR, M.; VAN HOUT-WOLTERS, B.; BROEKKAMP, H. Mapping situations in classroom and research: Eight types of instructional-learning episodes. **Learning and Instruction**, 1998.

EXPRESS. **Express**. Disponível em: <<https://expressjs.com/en/advanced/best-practice-security.html>>.

FALLIS, A. . MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Journal of Chemical Information and Modeling**, 2013.

FEOFILOFF, P.; KOHAYAKAWA, Y.; WAKABAYASHI, Y. **Uma Introdução Sucinta à Teoria dos Grafos**. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~pf/teoriadosgrafos/%0A>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

FERNANDES, C. **Ensino fundamental - planejamento da prática pedagógica: revelando desafios**. 2018.

FERNANDEZ, G. G.; MACHADO, C. PLANEJAMENTO DOCENTE NO CONTEXTO DE UMA GESTÃO MUNICIPAL DEMOCRÁTICA. **Revista @ambiente Educação**, v. 11, n. 3, p. 345–361, 2018.

FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; SANTOS, S. C. DOS. Estudo de Mapeamento Sistemático sobre as Tendências e Desafios do Blockchain. **Gestão.Org**, 2018.

FERRO, M. DA G. D.; PAIXAO, M. DO S. S. **Psicologia da Aprendizagem: Fundamentos teórico-metodológicos dos processos de construção do conhecimento**. 1. ed. Teresina: 2017.

FILHO, A. B. DO C.; TAROUCO, L. M. R.; LIMA, J. V. DE. Metaobjetos de Aprendizagem. **RENTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 9, n. 2, 2011.

FONSECA, J. J. S. DA. Metodologia da Pesquisa Científica. **UECE - Universidade Estadual do Ceará**, 2002.

FONSECA, S. M. H. P. DA. **Planejamento Educacional**. 1. ed. 2016.

FRASER, N. **Ten things we've learned from Blockly**. Proceedings - 2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop, Blocks and Beyond 2015. **Anais...2015**

FUSARI, J. C. **O Planejamento do Trabalho Pedagógico: Algumas Indagações e Tentativas de Respostas**.

GARCIA, M. S. S. **Mobilidade tecnológica e planejamento didático**. 2017.

GIL, A. C. Didática do Ensino Superior. **Didática do Ensino Superior**, 2006.

GOMES, A. P. et al. A Educação Médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da Arca Perdida. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 2008.

GOOGLE. **Google Blockly**. Disponível em: <<https://developers.google.com/blockly/>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

- GRILLO, M. C.; GESSINGER, R. M. **Por que falar ainda em avaliação?**. 2010
- HARGREAVES, A. Time and Teachers' Work: An Analysis of the Intensification Thesis. **Teachers College Record**, v. 94, n. 1, p. 87–108, 1992.
- HAYDT, R. C. C. **Curso de Didática Geral**. 2011.
- HIEBERT, J. et al. **Preparing teachers to learn from teaching** *Journal of Teacher Education*, 2007.
- KRAHE, E. D.; TAROUÇO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P. Desafios do trabalho docente: mudança ou repetição. **RENOTE**, 2006.
- LACERDA QUEIROZ, R. et al. DuinoBlocks4Kids: Um ambiente de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional. **Anais do CSBC**, 2016.
- LACRUZ, A. J.; AMÉRICO, B. L.; CARNIEL, F. Indicadores de qualidade na educação: análise discriminante dos desempenhos na Prova Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, 2019.
- LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. C.; VASCONCELLOS, M. M. Avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, 2007.
- LARCHERT, J. M. O PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO E A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO DOCENTE. In: **DIDÁTICA E TECNOLOGIA I**. 2017.
- LEAL DE, P. et al. A UTILIZAÇÃO DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO: aplicando o Technology Acceptance Model (TAM). **Biblionline**, 2012.
- LEAL, R. B. Planejamento de Ensino: peculiaridades significativas. **Didática do Ensino Superior**, 2011.
- LEMO, E. DOS S. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ESTRATÉGIAS FACILITADORAS E A VALIAÇÃO. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 25, n. 35, 2011.
- LIBÂNIO, J. C. **Didática**. 1. ed. Sao Paulo. 2017.
- LIMA, J. V. DE et al. **Objetos de Aprendizagem Multimodais: Projetos e Aplicações**. Porto Alegre: 2014.
- LIMA, J. V. DE et al. **Trajórias de Aprendizagem: Teoria e Prática**. Createspace Independent Pub, 2016.
- LOTTERMANN, K. S. **Trabalho Docente em Saúde: Desafios e Perspectivas**. 2016.
- LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar a aprendizagem? **Pátio On-line**, 2000.
- LUKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem na escola e a questão das representações sociais. **EccoS – Revista Científica**, 2008.
- MACHADO, C. T.; CARVALHO, A. A. Os efeitos dos mapas conceituais na aprendizagem dos estudantes universitários. **ETD - Educação Temática Digital**, 2019.
- MARINA, A. et al. Apoio Automatizado à Avaliação da Aprendizagem Utilizando Mapas Conceituais. **SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2003.
- MASETO, M. T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: **MORAN, J. M.; MASETO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 2015.
- MASETO, M. T.; GAETA, C. Os Desafios para a Formação de Professores do Ensino Superior. **Rev. Triang**, v. 8, n. 2, p. 4–13, 2015.
- MATOS, D. A. S. et al. AVALIAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR: CONCEPÇÕES MÚLTIPLAS DE ESTUDANTES BRASILEIROS. **Est. Aval. Educ.**, v. 24, n. 54, p. 172–193, 2015.
- MELO, A. M.; LOPARDO, C. E.; MELO, G. M. DE. Computação Aplicada à Educação Musical: desafios e perspectivas ao planejamento docente no contexto da Educação Inclusiva. **Desafie - 5º Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação**, 2016.
- MIT. **Scratch - imagine, program, share**. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

- MIT. **Scratch - imagine, program, share**. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu>>.
- MOISSA, B. et al. Uma ferramenta de Visualização da Informação para analisar o comportamento do aluno em um ambiente e-learning e sua trajetória de aprendizagem. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 11, n. 3, 2014.
- MOODLE. **About Moodle**.
- MORAES, R. ANALISE DE CONTEUDO. **revista educação**, 1999.
- MORAES, R.; LIMA, V. M. DO R. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.
- MOREIRA, M. A. **O que é afinal, aprendizagem significativa?** 2017.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 2012.
- MYLK. **DIGITAL LEARNING EPISODE**. Disponível em: <<http://mylk-project.info/2016/06/10/digital-learning-episode/>>. Acesso em: 1 jul. 2019.
- NODEJS. **NodeJS**. Disponível em: <<https://nodejs.org/en/>>.
- NUNES, F. B. et al. Análise e Recomendação de trajetos de aprendizagem em mundos virtuais. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE)**, v. 15, n. 1, 2017.
- PASTERNAK, E.; FENICHEL, R.; MARSHALL, A. N. Tips for Creating a Block Language with Blockly. **2017 IEEE Blocks and Beyond Workshop**, 2017.
- PAZINATO, A. M. et al. Estudo do Processo de Criatividade no Uso da Robótica Educacional. **Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia**, 2016.
- PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.
- PERRENOUD, P. Das diferenças culturais as desigualdades escolares: A avaliação e a norma num ensino diferenciado. **Análise Psicológica**, 1978.
- PIMENTEL, E. P.; OMAR, N. **Descobrendo Conhecimentos em Dados de Avaliação da Aprendizagem com Técnicas de Mineração de Dados** Anais do Workshop de Informática na Escola, 2006.
- RAMOS, D. B. **Uma ferramenta baseada em grafo para identificação e visualização de trilhas de aprendizagem**. 2016.
- RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for All. **Communications of the ACM**, v. 52, p. 60–67, 2009.
- RODRÍGUEZ-GIL, L. et al. New Approach for Conversational Agent Definition by Non-Programmers: A Visual Domain-Specific Language. **IEEE Access**, 2019.
- SAITO, H. T. I.; OLIVEIRA, M. R. F. DE. Trabalho docente na educação infantil: olhares reflexivos para a ação intencional e planejada do ensino. **Imagens da Educação**, v. 8, n. 1, 2018.
- SALGADO, R. **Plano de Trabalho Docente**. SAO PAULO. 2020.
- SANTOS, A. V. DOS; KRAUSE, J. C.; PEREIRA, G. Instrumento de avaliação da aprendizagem significativa, utilizando descrições conceituais. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2012.
- SCHERERA, R.; SIDDIQB, F.; TONDEURC, J. The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. **Computer & Education**, v. 13, n. 35, 2018.
- SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Metodos de Pesquisa**. 2009.
- SIMBINE, F. B. et al. Análise das Trajetórias de Aprendizagem em Ambientes Virtuais de Aprendizagem por meio da Visualização da Informação. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 15, n. 2, p. 183–196, 2018.
- SIMBINE, F. B.; LIMA, J. V. DE. **Visualização Interativa das Trajetórias de Aprendizagem**. Porto Alegre: CINTED, 2016
- SIMON, M. A. Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective.

Journal for Research in Mathematics Education, v. 26, n. 2, p. 114, 1995.

STRONGE, J. H. Qualities of Effective Teachers. **International Journal of Advanced Multidisciplinary Scientific Research**, 2018.

SUSILO, E. et al. STORMLab for STEM Education: An Affordable Modular Robotic Kit for Integrated Science, Technology, Engineering, and Math Education. **IEEE Robotics and Automation Magazine**, v. 23, n. 2, p. 47–55, 2016.

SZTAJN, P. et al. Learning Trajectory Based Instruction: Toward a Theory of Teaching. **Educational Researcher**, v. 41, n. 5, p. 147–156, 2012.

TALIS. **TALIS 2018: TEACHERS AND SCHOOL LEADERS AS LIFELONG LEARNERS**. 1. ed. Paris.: OECD, 2018.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M-C. J. M.; E TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **Renote**, 2003.

TIELLET, C. A. B. Construção e Avaliação do Hipervídeo Como Ferramenta Auxiliar Para Aprendizagem de Cirurgia. **Informática na educação: teoria & prática**, 2011.

UGULINO, W. et al. **Avaliação Colaborativa: um Estudo com a Ferramenta Moodle Workshop**. II Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2009). **Anais...2009**

URBAN, A. C.; MAIA, C. M.; SCHEIBEL, M. F. **Didática Organização Do Trabalho Pedagógico**. Curitiba: 2009.

VANDEVELDE, C.; VANDERBORGHT, B. Overview of Technologies for Building Robots in the Classroom. **International Conference on Robotics in Education, Proceedings**, p. 122–130, 2013.

VINHOLI, A. J. Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para a aprendizagem de conceitos em Botânica. **Acta Scientiarum. Education**, v. 33, n. 2, p. 281–288, 2011.

WALBESSER, H. H. et al. Perspectives of Curriculum Evaluation. **American Educational Research Journal**, 1968.

WEINGÄRTNER, T. et al. **Smart contracts using Blockly**. 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology. **Anais...2018**

ZUNGUZE, M. C. et al. Relação entre Estilos de Aprendizagem e forma de navegação em Apresentações Paralelas Multimídia Relationship between Learning Styles and Way of Navigation in Parallel Presentations Multimedia. **Informática na educação: teoria & prática**, p. 15–26, 2017.

APÊNDICE 01: QUESTIONÁRIO QUANTO A ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA

Esta pesquisa trata do uso de ferramenta web para modelagem do planejamento didático, sendo desenvolvida no escopo do Programa de Pós-Graduação Informática em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

É solicitado aqui a sua colaboração para realização da pesquisa, como também sua autorização para apresentar/publicar os resultados deste estudo em eventos e em revista científicas. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome e e-mail serão mantidos em sigilo.

Questões gerais:

1. Endereço de e-mail: _____
2. Gênero: () Masculino. () Feminino
3. Idade: () Entre 18 e 25 anos. () Entre 26 e 32 anos. () Entre 32 e 42 anos.
() Entre 42 e 60 anos. () Mais de 60 anos.
4. Nível de Formação: () Graduado. () Especialista. () Mestre. () Doutor.
() Pós-doutor.
5. Você tem experiência em usar sites e/ou aplicações web? () Sim. () Não
6. Profissão: () Professor. () Pesquisador

Impressões quanto ao uso da Ferramenta:

As perguntas abaixo dizem respeito ao uso da ferramenta Bloco Conceitual. Você deve marcar uma numeração de 1 a 5 para cada questão, a legenda no final da tabela apresenta a escala, sendo o 1 discordo plenamente e o 5 concordo plenamente.

	1	2	3	4	5
Usar o sistema Bloco Conceitual me ajudou a entender meu plano de ensino de ensino					
Usar o sistema Bloco Conceitual me ajudou a analisar rapidamente meu plano de ensino					
Comparado com outros sistemas e ambientes virtuais de aprendizagem o Bloco Conceitual oferece uma visão mais completa do plano de ensino.					

Acho que a ferramenta Bloco Conceitual é fácil de usar.					
De modo geral, acredito que o Bloco Conceitual é útil para mim.					
Foi fácil aprender a usar o Bloco Conceitual.					
Minha interação com a ferramenta foi clara e compreensível.					
A ferramenta possui uma interface fácil e clara					
Para projetar meus planos de ensino no futuro estou disposto a utilizar a ferramenta.					
Eu pretendo usar a ferramenta para gerar conteúdo para minhas aulas.					
Eu recomendaria a ferramenta para meus colegas					
No geral, tenho intenção de utilizar a ferramenta.					
O treinamento para utilização da ferramenta foi suficiente para entender como operá-la.					
Eu me confundi frequentemente ao utilizar os elementos da ferramenta					
Os elementos gráficos para representar conceitos, Recursos de Aprendizagem e subsunçores são claros					

1 = discordo plenamente 2 = discordo parcialmente 3 = nem concordo nem discordo 4 = concordo parcialmente 5 = concordo plenamente

Perguntas adicionais:

1. Você encontrou facilmente os blocos necessários para montar seu mapa conceitual?
() Sim. () Não
2. Entendeu o significado dos blocos utilizados?
() Sim. () Não
3. A utilização dos blocos foi intuitiva?
() Sim. () Não

4. Você conseguiu montar seu mapa conceitual na primeira tentativa?

() Sim. () Não

5. O mapa gerado refletiu o que expressa seu plano de ensino?

() Sim. () Não

6. Sugestões, críticas e outras informações úteis.

APÊNDICE 02: QUESTIONÁRIO PARA EXPERIMENTO COM PROFESSORES**1. Gênero:**

- Masculino
- Feminino
- Outro

2. Idade:

- Entre 18 e 25 anos
- Entre 26 e 32 anos
- entre 33 e 42 anos
- entre 43 e 60 anos
- mais de 60 anos

3. Nível de formação:

- Graduado
- Especialista
- Mestre
- Doutor
- Outro: _____.

4. Como você avalia seus conhecimentos no uso de tecnologias e de aplicações para a internet?

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito Baixo

5. Você utiliza alguma ferramenta gráfica para mapear as relações conceituais do plano de ensino?

- Sim _____
- Não

4. Teve dificuldades para manipular a ferramenta?

Sim

Não

4. Você elaborou o planejamento da disciplina que ministra este ano/semestre?

Sim

Não

5. Conseguiu representar os conceitos do plano de ensino usando a modelagem por blocos?

Sim

Não _____

6. Conseguiu criar a modelagem na primeira tentativa?

Sim

Não

7. Qual(is) aspecto(s) considera mais importante na ferramenta?

O cadastro do conteúdo agregado ao modelo gráfico

A forma de relacionar os conceitos usando a conexão com blocos

A trajetória de aprendizagem gerada

Nenhum

Outro _____

8. Seu plano de ensino continha todos os elementos necessários para realizar a modelagem usando a ferramenta?

Sim

Não

9. A trajetória de aprendizagem gerada a partir da modelagem é consistente com a sequência estabelecida no plano de ensino?

Sim

Não

10. Quantas horas você dedica por semana ao planejamento e ao ensino?

_____ horas para o planejamento

_____ horas para o ensino

11. Considera que a modelagem do plano de ensino pode apoiar a etapa do planejamento didático? Porque?

Sim

Não

13. Tem algum comentário sobre a ferramenta? (opcional)

APÊNDICE 03: QUESTIONÁRIOS PARA PRIMEIRO EXPERIMENTO COM ESTUDANTES

- PRÉ-TESTE
- 1) **O que significa CSS?**
 - Cast Style Sheets.
 - Cross Style Seed.
 - Cascading Style Sheets.
- 2) **Podemos dizer que CSS é uma linguagem de?**
 - Linguagem de estilização para Web e outras plataformas.
 - Marcação para WEB.
 - Um arquivo XML contendo todas as informações de ajustes do site.
- 3) **Qual pseudo-class é válida?**
 - :hover, :active.
 - :over, :active
 - :mouseover, :mouseclick.
- 4) **Qual a sintaxe da regra CSS para a cor dos parágrafos?**
 - p { color: #FFFFFF;}
 - color { p: #FFFFFF;}
 - #FFFFFF { color: p;}
- 5) **Que propriedade CSS controla a cor do texto?**
 - font-color:
 - font#hex:.
 - color:
- 6) **Que propriedade CSS controla o tamanho do texto?**
 - text-height.
 - text-size
 - font-size
- 7) **Qual unidade especifica uma medida de comprimento CSS?**
 - pixel
 - dot
 - MHz
- 8) **Qual propriedade define a família de fontes?**
 - family-font
 - font
 - font-family
- PÓS-TESTE

1) O CSS é utilizado para qual atividade?

- Definir a estrutura gráfica de uma página web.
- Definir a estrutura gráfica de uma linguagem de programação.
- Definir o comportamento interno de linguagem de programação para web.

2) Marca a alternativa que apresenta um exemplo de utilização da linguagem CSS.

- `.tempo {color: red};`
- `{tempo: {color: red}}`
- `<tempo color="red">`

3) Marca a alternativa que apresenta a definição de uma classe CSS válida

- `.active`
- `<active>`
- `"active"`

4) Qual a sintaxe da regra CSS para definir o espaçamento na parte superior de uma div?

- `margin-top: 10px;`
- `top-margim: 10px;`
- `top-space: 10px;`

5) Qual propriedade do CSS define cor de fundo de uma página HTML?

- `Background;`
- `color;`
- `backcolor;`

6) Qual propriedade define uma figura de fundo para uma div em CSS?

- `background-image.`
- `background-figure`
- `background-picture`

7) Qual a função do marcador `!important` no CSS?

- Propriedade para ignorar qualquer hierarquia anterior, prevalecendo as propriedades marcadas.
- Propriedade para marcar uma classe como importante, servindo como um lembrete.
- Propriedade para definir o nível de importância de uma classe em CSS.

8) Qual propriedade define a cor da fonte?

- `color`
- `font`
- `font-family`

APÊNDICE 04: QUESTIONÁRIOS PARA SEGUNDO EXPERIMENTO COM ESTUDANTES

• QUESTIONÁRIO DE PRÉ-TESTE

1) Marque a alternativa que apresenta somente componentes da CPU:

- A. Registradores, Unidade Lógica Aritmética e Unidade de Controle
- B. Registradores, RAM e Unidade de Controle
- C. Unidade de Controle, Registradores e ROM
- D. SDRAM, Registradores e Compiladores

2) A comunicação da Unidade de Controle e da Unidade de Ciclo de Dados é feita sempre com a Memória Principal através:

- A. Dos Barramentos
- B. Da Memória RAM
- C. Da memória Secundária
- D. Do Disco Rígido

3) Qual a função dos registradores?

- A. Armazenamento temporário de dados
- B. Armazenamento permanente de dados
- C. Transmissão de dados entre memória e disco
- D. Realização de cálculos matemáticos

4) Qual a função da Unidade de Controle (UC)?

- A. Receber instruções, decodificar e enviar os sinais para o local que for necessário
- B. Assumir algumas tarefas de controle das ações a serem realizadas pela memória RAM.
- C. É responsável por sincronizar e ditar a medida de velocidade de transferência de dados entre duas partes essenciais de um processamento.
- D. É um conjunto de circuitos capazes de armazenar os dados e os programas a serem executados pela máquina.

5) Marque a alternativa que apresenta somente tipos de memórias não voláteis:

- A. PROM, ROM, EPROM
- B. ROM, RAM, EEPROM
- C. BIOS, RAM, ROM
- D. ROM, PROM, Cache

6) Marque a alternativa que apresenta os ciclos principais da CPU:

- A. Ciclo de busca e Ciclo de Execução
- B. Ciclo de execução e ciclo de gravação
- C. Ciclo de busca e ciclo de gravação
- D. Ciclo de operação lógica e ciclo de busca

7) Marque a alternativa que apresenta os componentes propostos por John von Neumann para organização de computadores:

- A. Memória Principal, Unidade Lógica e Aritmética, Unidade de Controle, Unidade Central de Processamento e Unidade de Entrada e Saída
- B. Memória Principal, Unidade Lógica e Aritmética, Unidade de Controle, Unidade Central de Processamento e Unidade de Entrada
- C. Memória Principal, Unidade Lógica e Aritmética, Unidade de Controle, Unidade Central de Processamento e Unidade de Saída
- D. Memória Secundária, Unidade Aritmética, Unidade de Controle, Unidade Central de Processamento e Unidade de Saída

8) Qual dos itens é utilizado pelo processador para especificar qual é a posição de memória a ser acessada ou qual é o dispositivo de E/S a ser ativado?

- A. Barramento de endereços
- B. Barramento de dados
- C. Barramento de controle
- D. Barramento de busca

9) Qual memória é responsável por manter cópia dos dados e instruções mais utilizados recentemente para que os mesmos não precisem ser buscados na memória principal?

- A. Cache
- B. RAM
- C. ROM
- D. DRAM

10) A memória secundária é considerada de armazenamento:

- A. Permanente
- B. Temporário
- C. Volátil
- D. Semi-volátil

• QUESTIONÁRIO DE PÓS-TESTE

1) A Unidade Lógica Matemática é parte de qual componente?

- A. CPU
- B. Memória SDRAM
- C. Memória Principal
- D. Memória Secundária

2) O que são os barramentos?

- A. Conjunto de linhas de comunicação que permitem a interligação entre dispositivos, como CPU, Memória e outros periféricos.
- B. É um único caminho entre a CPU e a memória principal (RAM)

- C. É um mecanismo que permite uma operação de leitura ou escrita, indicada através de um sinal de controle (bit 0 ou 1)
- D. Um equipamento que permite realizar escrita na CPU, além disso, sinais de controle são gerados para coordenar a execução do sistema como um todo.

3) Qual dessas memórias é considerado mais rápida?

- A. Registradores
- B. RAM
- C. ROM
- D. Memória Secundária

4) Qual desses instrumentos é responsável por decodificar e enviar todas as instruções necessárias para o correto funcionamento da CPU?

- A. Unidade de Controle
- B. Memória Principal
- C. Barramentos
- D. Registradores

5) O termo ROM representa um tipo de:

- A. Memória não volátil
- B. Unidade de Processamento
- C. Memória volátil
- D. Barramento

6) O ciclo de busca e o ciclo de execução são ciclos principais do(a):

- A. CPU
- B. Memória
- C. Disco
- D. Clock

7) Qual desses componentes não faz parte da arquitetura proposta por John von Neumann?

- A. Unidade de Controle de Lógica
- B. Unidade Lógica Aritmética
- C. Memória Principal
- D. Dispositivos de Entrada e Saída

8) Qual dos itens é utilizado para definir se a operação a ser realizada é uma leitura ou gravação na memória ou num dispositivo de E/S?

- A. Barramento de controle
- B. Barramento de endereços
- C. Barramento de dados
- D. Barramento de busca

9) Todo dado a ser lido ou escrito em memória pelo processador antes passa pela(o):

- A. Memória Cache
- B. Memória RAM

- C. Memória ROM
- D. Disco

10) Que local normalmente ficam armazenados programas e arquivos de usuários antes de serem carregados para a memória principal?

- A. Memória secundária
- B. Memória Cache
- C. Memória Virtual
- D. Memória Temporária

11) Você fez a leitura do material em PDF?

- A. Sim, todo o material
- B. Não
- C. Somente trechos do material