

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Computação



Tese

**PAPERT PC Framework - Um arcabouço para criação de atividades curriculares
integradas com o Pensamento Computacional**

Christiano Martino Otero Avila

Pelotas, 2020

Christiano Martino Otero Avila

PAPERT PC Framework - Um arcabouço para criação de atividades curriculares integradas com o Pensamento Computacional

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dra. Simone André da Costa Cavalheiro

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A111p Avila, Christiano Martino Otero

PAPERT PC framework : um arcabouço para criação de atividades curriculares integradas com o pensamento computacional / Christiano Martino Otero Avila ; Simone André da Costa Cavalheiro, orientadora. — Pelotas, 2020.
217 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Computação, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Pensamento computacional. 2. Construcionismo. 3. Arcabouço teórico. 4. CTPACK. I. Cavalheiro, Simone André da Costa, orient. II. Título.

CDD : 005

Christiano Martino Otero Avila

PAPERT PC Framework - Um arcabouço para criação de atividades curriculares integradas com o Pensamento Computacional

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação, Programa de Pós-Graduação em Computação, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 24 de novembro de 2020

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Simone André da Costa Cavalheiro (orientador)
Doutora em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Dra. Renata Hax Sander Reiser
Doutora em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Dra. Rozane da Silveira Alves
Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro
Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família, principalmente pela paciência em suportar os períodos difíceis da jornada. Em particular meus pais e esposa, Thaiza. Também aos filhos, que sentiram e sempre expressaram seus sentimentos em relação a minha ausência nesse período. Agradeço também a orientadora, professora Simone Cavaleiro, pelas orientações e parceria no desenvolvimento do projeto. Também sempre junto conosco, muito presente e disposta a ajudar, a professora Luciana Foss. Agradeço também a colaboração dos colegas do doutorado, em especial Adriana Bordini, parceira de vários artigos. Ao longo do percurso também sempre estiveram presentes e muito colaboraram as professoras Rosária Sperotto e Maria Simone Debacco, amigas e colegas do grupo de pesquisa CoCTec. Deste grupo de pesquisa vale destacar a importância dos professores da rede municipal, integrantes do projeto Clubes de Computação, inspiração para todo o projeto. Agradeço também a professora Jussara Duarte, ao professor Marco Antônio Lessa e professora Cris Helena da Silva, pela colaboração na estruturação dos estudos de caso deste projeto. Por fim, certamente não menos importante, agradeço a professora Regina Xavier, prima, amiga, parceira de UCPel e UFPel em tantos projetos e também durante essa jornada.

A única habilidade competitiva de longo prazo é a capacidade de aprender.

— SEYMOUR PAPERT

RESUMO

AVILA, Christiano Martino Otero. **PAPERT PC Framework - Um arcabouço para criação de atividades curriculares integradas com o Pensamento Computacional**. Orientador: Simone André da Costa Cavalheiro. 2020. 217 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

Este trabalho envolve a definição e disponibilização de um arcabouço teórico que permite auxiliar educadores na concepção de atividades didáticas fundamentadas no Pensamento Computacional (PC) à luz de uma teoria pedagógica. Estas atividades devem promover aprendizagens de componentes curriculares ao mesmo tempo em que desenvolvem, nos aprendizes, competências e técnicas do Pensamento Computacional. A estrutura, denominada Papert PC Framework, está organizada em três níveis de abstração. No nível mais alto, inclui a proposição de um modelo conceitual, o qual apresenta diretrizes para integração do desenvolvimento do PC na educação básica, considerando uma teoria pedagógica. No segundo nível, aborda a definição de modelos instrucionais a partir de instanciações do modelo geral. Modelos estes que resultam na construção de guias para planejamento de atividades, bem como rubricas de avaliação. Uma instância foi proposta considerando a teoria construcionista e determinados conceitos do PC. Já o terceiro nível, mais concreto, consiste no desenvolvimento de atividades educacionais guiadas pelos componentes delineados no nível anterior. Rubricas propostas em tal instância fornecem subsídios para avaliação do planejamento realizado pelo professor. Normalmente expresso em um plano de atividades. Estudos de caso foram realizados e mostram que o guia prático, bem como as rubricas que o fundamentam, apresentam potencial para instigar professores do ensino básico no desenvolvimento de atividades construcionistas e que deem ênfase no desenvolvimento de competências relacionadas ao PC. Isso pode ser realizado sem alterar demasiadamente as atividades que seriam normalmente realizadas pois, trata-se muitas vezes de incentivar e guiar o professor a incorporar na sua proposta as competências do PC enquanto ferramentas mentais para solução de problemas.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Construcionismo. Arcabouço teórico. CTPACK.

ABSTRACT

AVILA, Christiano Martino Otero. **Titulo do Trabalho em Ingles**. Advisor: Simone André da Costa Cavalheiro. 2020. 217 f. Thesis (Doctorate in Computer Science) – Technology Development Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

This work involves the definition and availability of a theoretical framework that allows assisting educators in the design of didactic activities based on Computational Thinking (CT) in the light of a pedagogical theory. These activities should promote learning of curricular components while developing, in the learners, skills and techniques of Computational Thinking. The structure, called Papert CT Framework, is organized into three levels of abstraction. At the highest level, it includes the proposition of a conceptual model, which presents guidelines for integrating CT development in basic education, considering a pedagogical theory. In the second level, it addresses the definition of instructional models from instantiations of the general model. Models that result in the construction of guides for planning activities, as well as assessment rubrics. An instance was proposed considering the constructionist theory and certain concepts of the CT. The third level, more concrete, consists of the development of educational activities guided by the components outlined in the previous level. Rubrics proposed in this instance provide subsidies for evaluating the planning carried out by the teacher. Usually expressed in an activity plan. Case studies have been carried out and show that the practical guide, as well as the rubrics that support it, have the potential to instigate teachers of basic education in the development of constructionist activities and that emphasize the development of skills related to CT. This can be done without unduly changing the activities that would normally be carried out, as it is often about encouraging and guiding the teacher to incorporate the CT skills into his proposal as mental tools for problem solving.

Keywords: Computational Thinking. Constructionism. Framework. CTPACK.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxo para inclusão de estudos	37
Figura 2	Relações da categoria Avaliação	39
Figura 3	Resumo da seção Interdisciplinaridade - Estratégia versus conteúdos/habilidades desenvolvidas	41
Figura 4	Estratégias, abordagens e teorias educacionais adotadas	41
Figura 5	Modelo ou <i>framework</i> PCK. Adaptado de MISHRA; KOEHLER (2006).	51
Figura 6	Modelo TPACK (MISHRA; KOEHLER, 2006).	54
Figura 7	Espiral da AC. Fonte: (RESNICK, 2014)	73
Figura 8	Relacionamento entre Pensamento Computacional e construcionismo. Fonte: autor	77
Figura 9	Quatro etapas da DBR Fonte: Adaptado de AMIEL; REEVES (2008)	81
Figura 10	Ciclo DBR. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)	81
Figura 11	Ciclo DBR na concepção das rubricas. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)	83
Figura 12	Ciclo DBR. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)	83
Figura 13	Diagrama do Papert PC Framework	84
Figura 14	Modelo conceitual CTPACK. Fonte: Autor.	87
Figura 15	Conhecimento pedagógico do PC - Intersecção entre conhecimento pedagógico e conhecimento do PC. Fonte: Autor.	89
Figura 16	Construcionismo (PK) e conceitos do PC (CTK) ancorados em SELBY; WOOLLARD (2014) (CTK). Fonte: Autor.	90
Figura 17	Aprendizagem baseada em problemas (PK) e conceitos do PC ancorados em ISTE (2011) (CTK). Fonte: Autor.	90
Figura 18	Conhecimento de conteúdo integrado ao PC. Fonte: Autor.	91
Figura 19	Conhecimento de conteúdo integrado ao PC. Fonte: Autor.	91
Figura 20	Representação gráfica do modelo instrucional CTPACK-IM. Fonte: Autor	93
Figura 21	Conceitos relacionados ao PC em relação ao nível de abstração. Fonte: Autor	94
Figura 22	Níveis da teoria construcionista. Fonte: Autor	95
Figura 23	Constituição geral do modelo instrucional CTPACK-IM. Fonte: Autor	96
Figura 24	Relações entre o PC e a teoria construcionista. Fonte: Autor	98
Figura 25	Relações entre o conteúdo curricular e o PC. Fonte: Autor	99
Figura 26	Relações entre o conteúdo curricular e a teoria construcionista. Fonte: Autor	100

Figura 27	Relações entre o PC, o conteúdo curricular e a teoria construcionista na concepção de uma atividade. Fonte: Autor	101
Figura 28	Relações das rubricas com os componentes do PAPERT PC Framework. Fonte: Autor	102
Figura 29	Rubrica do PC - Cartão abstração com letras (A,B,C - destaque em vermelho) para melhor descrever as informações que constam no cartão. Fonte: Autor	103
Figura 30	Rubrica do PC - Cartão Pensamento algorítmico. Fonte: Autor . . .	107
Figura 31	Rubrica do PC - Cartão decomposição. Fonte: Autor	108
Figura 32	Rubrica do PC - Cartão generalização. Fonte: Autor	109
Figura 33	Rubrica do PC - Cartão avaliação. Fonte: Autor	110
Figura 34	Rubrica do PC - Cartão para registro de resultados. Fonte: Autor . .	111
Figura 35	Rubrica construcionista - Cartão pragmático. Fonte: Autor	114
Figura 36	Rubrica construcionista - Cartão sintônico. Fonte: Autor	117
Figura 37	Rubrica construcionista - Cartão sintático. Fonte: Autor	118
Figura 38	Rubrica construcionista - Cartão semântico. Fonte: Autor	119
Figura 39	Rubrica construcionista - Cartão social. Fonte: Autor	120
Figura 40	Rubrica construcionista - Cartão para registro dos resultados - Avaliação de um conjunto de atividades do projeto Code Club. Fonte: Autor	121
Figura 41	Fluxo e componentes do guia prático para concepção de atividades. Fonte: Autor	124
Figura 42	Guia prático - cartão sobre conteúdo curricular. Fonte: Autor	125
Figura 43	Guia prático - cartão sobre a definição do problema. Fonte: Autor .	126
Figura 44	Guia prático - cartão sobre o contexto onde será realizada a atividade. Fonte: Autor	127
Figura 45	Exemplo de cartão - introduz o conceito. Fonte: Autor	128
Figura 46	Exemplo de cartão com questões para gerar atividades didáticas. Fonte: Autor	129
Figura 47	Grafites como ponto de partida para outras formas de expressão - Resultados da avaliação preliminar construcionista. Fonte: Autor . .	137
Figura 48	Grafites como ponto de partida para outras formas de expressão - Resultados da aplicação da rubrica do PC. Fonte: Autor	138
Figura 49	Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação preliminar. Fonte: Autor	144
Figura 50	Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação preliminar. Fonte: Autor	145
Figura 51	Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação final destacando modificações. Fonte: Autor	146
Figura 52	Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação final destacando modificações. Fonte: Autor	146
Figura 53	Atividade maker para construção de um termômetro robótico analógico - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação final. Fonte: Autor	150

Figura 54 Atividade maker para construção de um termômetro robótico analógico - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação final. Fonte: Autor 151

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação dos estudos da RSL	35
Tabela 2	Estudos excluídos por critério de exclusão	36
Tabela 3	Categoria de objetivos	38
Tabela 4	Características dos frameworks da categoria Jogos	40
Tabela 5	Subdivisões da categoria definições e métodos	40
Tabela 6	Conceitos, práticas, habilidades ou competências desenvolvidas pelos <i>frameworks</i>	43
Tabela 7	Conceitos que embasam os estudos da RSL	44
Tabela 8	Público-alvo dos estudos da RSL	45
Tabela 9	Artigos mais citados de Jeannette Wing	45
Tabela 10	Principais referências dos estudos incluídos na revisão sistemática	46
Tabela 11	Síntese dos componentes TPACK e respectivos exemplos (CHAI; KOH; TSAI, 2013, p. 33, tradução nossa)	59
Tabela 12	Resumo de como se relacionam as diferentes teorias ou abordagens	76
Tabela 13	Componentes PAPER PC Framework Fonte: Autor	85
Tabela 14	Rubrica de avaliação do PC no formato tabular - Abstração e Pensamento algorítmico	104
Tabela 15	Rubrica de avaliação do PC no formato tabular - Decomposição, generalização e avaliação	105
Tabela 16	Rubrica de avaliação - Resultado da Avaliação	113
Tabela 17	Rubrica construcionista - critérios pragmático, sintônico e social	115
Tabela 18	Rubrica construcionista - critérios sintático e semântico	116
Tabela 19	Interpretação do índice Kappa - coeficiente de concordância. Traduzido de LANDIS; KOCH (1977)	122
Tabela 20	Resultados alcançados por critério da rubrica - índice Kappa - coeficiente de concordância.	122
Tabela 21	Resumo do processo de elaboração do plano de atividades	132
Tabela 22	Documentação produzida no projeto sobre grafites	133
Tabela 23	Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades	136
Tabela 24	Documentação produzida no projeto sobre conceitos fundamentais da mecânica	139
Tabela 25	Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades	143
Tabela 26	Documentação produzida no projeto de construção de um termômetro robótico analógico	147
Tabela 27	Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades	154

Tabela 28	Sugestão de macroatividades para criação de uma nova instância CTPACK	155
Tabela 29	AVA - Componente integrador do PAPERT PC Framework	156

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Abstração
AeP	Algoritmos e Programação
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVA	Avaliação
CK	Content Knowledge
CT	Computational Thinking
CTCK	Computational Thinking Content Knowledge
CTK	Content Technological Knowledge
CTPACK	Computational Thinking, Pedagogical, And Content Knowledge
CTPACK-CM	CTPACK - Conceitual Model
CTPACK-ID	CTPACK - Instructional Model
CTPK	Computational Thinking Pedagogical Knowledge
DEC	Decomposição
GEN	Generalização
PA	Pensamento Algorítmico
PC	Pensamento Computacional
PCK	Pedagogical Content Knowledge
PK	Pedagogical, Knowledge
RSL	Revisão sistemática de literatura
TPACK	Technological, Pedagogical And Content Knowledge
TPCK	Technological, Pedagogical and Content Knowledge
XK	Contextual Knowledge

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	TRABALHOS CORRELATOS - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE FRAMEWORKS	28
2.1	Metodologia da revisão	30
2.1.1	Processo de Construção da RSL	30
2.2	Planejamento da Revisão Sistemática	31
2.2.1	Objetivo da revisão	31
2.2.2	Questões de Pesquisa	31
2.2.3	Palavras-chaves e string de busca	31
2.2.4	Fontes de busca - Bases de dados científicas	32
2.2.5	Critérios de Seleção - Inclusão e Exclusão	32
2.2.6	Critérios de Qualidade	33
2.2.7	Extração de Dados	34
2.3	Execução da Pesquisa	34
2.3.1	Busca nas fontes de pesquisa	34
2.3.2	Análise do título e resumo	34
2.3.3	Análise do texto dos estudos selecionados	35
2.3.4	Extração dos dados - preenchimento do formulário de extração	36
2.3.5	Avaliação da qualidade - preenchimento do formulário de avaliação	36
2.4	Resultados da RSL	37
2.4.1	QP1 - Quais os objetivos dos <i>frameworks</i> ?	37
2.4.2	QP2 - Quais conceitos, práticas, habilidades ou competências do PC os <i>frameworks</i> relatam que, a partir de sua implementação, buscam desenvolver?	42
2.4.3	QP3 - Quais são os fundamentos educacionais dos <i>framework</i> ?	42
2.4.4	QP4 - Quais são os públicos-alvos dos <i>frameworks</i> ?	44
2.4.5	QP5 - Quais são as referências mais citadas pelo conjunto de estudos incluídos na RSL?	45
2.5	Considerações finais desta seção	47
3	REFERENCIAL TEÓRICO	50
3.1	Modelos conceituais PCK e TPCK/TPACK	50
3.1.1	Conhecimento pedagógico do conteúdo - PCK	51
3.1.2	Modelo conceitual ou framework TPCK/TPACK	53
3.2	Rubricas de avaliação	62

3.3	Pensamento Computacional e teoria de aprendizagem construcionista - duas abordagens complementares	64
3.3.1	Pensamento Computacional	64
3.3.2	Construcionismo	71
3.3.3	Pensamento computacional e construcionismo enquanto abordagens complementares	76
4	PAPERT PC FRAMEWORK: UM ARCABOUÇO TEÓRICO PARA CONCEPÇÃO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS	78
4.1	Modelo conceitual Computational Thinking, Pedagogical, And Content Knowledge (CTPACK-CM)	84
4.2	Especificação do modelo instrucional CTPACK-IM	92
4.2.1	Rubrica do PC	101
4.2.2	Rubrica construcionista	112
4.2.3	Guia prático para concepção de atividades	123
4.2.4	Planos de atividades gerado a partir do guia prático - estudos de caso .	131
4.3	Comunidade de aprendizagem PAPERT PC Framework	152
5	CONCLUSÕES	157
5.1	Continuidade à pesquisa	166
	REFERÊNCIAS	170
APÊNDICE A	PAPERT PC FRAMEWORK - CARTÕES DO GUIA PRÁTICO .	193
APÊNDICE B	PAPERT PC FRAMEWORK - CONJUNTO DE 6 CARTÕES DA RUBRICA DO PC	210
APÊNDICE C	PAPERT PC FRAMEWORK - CONJUNTO DE 6 CARTÕES DA RUBRICA CONSTRUCIONISTA	214

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho está inserido no contexto educacional, em particular no desenvolvimento de competências dos currículos escolares integrado à promoção de habilidades de resolução de problemas, fundamentados na Ciência da Computação. Mesmo hoje, em tempos de cibercultura e em pleno século XXI, o ensino básico no Brasil, em grande parte das escolas, ainda se constitui fundamentalmente a partir da lógica de memorização e transmissão dos conhecimentos, em geral compartimentados em componentes curriculares (PRETTO; PINTO, 2006; PAULA; VALENTE, 2016). Autores como Freire, Papert, Valente e Resnick denunciam a pouca efetividade deste formato há décadas, ou mesmo a mais de um século, se forem consideradas as obras de Dewey, que já abordavam a necessidade um modelo de ensino-aprendizagem focado no aluno e partindo da problematização de seus conhecimentos prévios (PEREIRA et al., 2009).

Esse formato, preconizado pelos autores citados, se contrapõe claramente a uma escola focada na memorização, que apenas reproduz um conhecimento pouco contextualizado e onde os aprendizes possuem a sensação de inutilidade daquilo que é, como destacou Freire, depositado em suas cabeças. Esse formato tradicional, a pedagogia da transmissão (SANTOS; SILVA, 2015), onde predomina de um processo educacional instrucionista (VALENTE et al., 1997), em geral não valoriza o universo cultural da própria criança. Além disso, frequentemente, relega a um segundo plano o desenvolvimento de competências, principalmente aquelas que não estão diretamente relacionadas com os componentes curriculares.

Neste contexto, são retomadas as discussões relativas ao desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC), colocado em evidência a partir de 2006 por Jeanette Wing (WING, 2006). Ela enfatiza o potencial dos fundamentos da computação, enquanto uma metodologia para resolução de problemas, a qual pode ser aplicada em diversos escopos e níveis de ensino. Populariza, desta forma, o termo Pensamento Computacional. Pode-se falar em retomada deste tema pois, muito antes de Wing, o matemático e pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), Seymour Papert, faz referência ao termo em suas obras (PAPERT, 1994, 1996). Na oportuni-

dade abordava a utilização da linguagem de programação Logo, como uma estratégia de aprendizagem. Neste sentido, VALENTE (2019) destaca a importância dos trabalhos desenvolvidos nos últimos 60 anos, sobre o impacto do uso das tecnologias no desenvolvimento do conhecimento e do próprio pensamento.

O PC (LEE et al., 2011; VALENTE, 2019) pode ser considerado um método para resolução de problemas, o qual pode promover, a partir da utilização de conceitos fundamentados na Computação, competências que são consideradas fundamentais para o século XXI, como pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, entre outras. O PC tem sido abordado a partir de propostas que envolvem programação de computadores (BUIRAGO FLÓREZ et al., 2017), robótica educacional (KOMIS; ROMERO; MISIRLI, 2017; IOANNOU; MAKRIDOU, 2018) e atividades *makers* de diversas naturezas (RODE et al., 2015). Nesta linha, pode-se observar que muitos estudos utilizam a programação de computadores para desenvolver competências ligadas ao PC, em especial plataformas que adotam a codificação em blocos, de encaixar comandos, ao invés de utilizar linhas de código em texto. A própria robótica educacional também é utilizada a partir dessa estratégia de programação para trabalhar conceitos do PC, onde até o ano de 2017 foi detectado um predomínio na utilização de dispositivos da empresa LEGO (AVILA; CAVALHEIRO, 2017).

Outra abordagem que vem sendo muito utilizada é a computação desplugada (BELL et al., 2009; FABER et al., 2017), onde são propostas atividades que promovem os conceitos da computação sem utilizar dispositivos digitais (AVILA et al., 2016; BORDINI et al., 2016). Outras temáticas também têm sido exploradas, como por exemplo, o interesse pela avaliação, ou seja, pelo desenvolvimento de mecanismos gerais para avaliar a efetividade no desenvolvimento de competências do PC (AVILA et al., 2017C). Nessa linha, o uso de taxonomias de aprendizagem foi investigado¹ no andamento deste trabalho, tendo sido encontrados estudos que relacionavam taxonomias com avaliação no contexto do PC, sendo Bloom (BLOOM et al., 1956; ANDERSON, 1999) e SOLO (BIGGS; COLLIS, 2014) as mais utilizadas. O interesse pelo desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares também pode ser observado, principalmente a partir da inclusão da abstração e do pensamento algorítmico em aprendizagens curriculares (BORDINI; AVILA et al., 2017). Ainda assim, pode-se dizer que o PC, o qual será melhor apresentado no referencial teórico, em particular na Seção 3.3.1, não tem consolidada uma definição ou mesmo métodos, instrumentos e outros mecanismos que sejam amplamente reconhecidos e adotados para a sua incorporação de forma sistemática no ensino básico.

Por outro lado, nos dias de hoje, muito se discute sobre a importância e os be-

¹ Este trabalho, uma RSL que investiga a utilização de taxonomias em trabalhos relacionados ao PC, não chegou a ser publicado, mas foi apresentado para uma banca, enquanto trabalho individual, requisito parcial do programa de pós-graduação. Disponível em <https://1.ufpel.edu.br/ti-taxonomias>. Acesso em: 20 jun 2020.

nefícios da incorporação do PC, enquanto meio para promoção de competências, no ensino básico. Os motivos que levam a um certo entusiasmo nessa área passam, fundamentalmente, pela argumentação de que é um processo com potencial de promover habilidades essenciais a serem desenvolvidas em todas as crianças e jovens em idade escolar. WING (2006) relata que é tão importante quanto aprender a ler, escrever e fazer as operações aritméticas básicas. Neste sentido, ela afirma que o PC é de grande importância para toda a sociedade, pois inclui conhecimentos e técnicas adquiridos para a vida toda, tanto pessoal quanto profissional, que auxiliam na busca de soluções para problemas, em qualquer área. No entanto, diversos educadores, mesmo reconhecendo o método como potencializador do processo de ensino-aprendizagem, ainda não têm claro como introduzi-lo desde a infância.

Neste cenário onde não há um consenso em relação ao próprio conceito ou mesmo dos métodos a serem considerados, começam a surgir propostas de arcabouços teóricos que visam fornecer uma estrutura lógica, uma organização a ser reutilizada em um ou mais contextos. Assim, um dos primeiros trabalhos a utilizar o termo *framework*, vinculado ao PC, foi apresentado em BRENNAN; RESNICK (2012), o qual procura definir o PC a partir de três dimensões (conceitos, práticas e perspectivas) e avaliar o seu impacto amparado em três abordagens (análise do portfólio de projetos, entrevistas baseadas nos artefatos e cenário de projetos). Por ser, possivelmente, o primeiro *framework* para PC, o trabalho é referenciado por praticamente todos os estudos que tratam desse tema. A proposta tem foco em projetos que visem desenvolver o PC exclusivamente por meio da programação e utiliza os conceitos do PC a partir de uma abordagem construcionista. Diversas outras propostas de *frameworks* para PC foram concebidas e estão relatadas no Capítulo 2, onde procura-se estabelecer o “estado da arte” em relação a propostas de arcabouços teóricos para PC. Pode-se observar que há uma profusão de estratégias e concepções, mas algumas tendências são estabelecidas na pesquisa como, por exemplo, a grande quantidade de estudos que referenciam a obra de Seymour Papert e a teoria de aprendizagem Construcionista. O levantamento também reforça que há uma indefinição conceitual (CHEN et al., 2017), mas também aponta para alguns termos que ajudariam a definir melhor o PC, concordando com SELBY; WOOLLARD (2013), a qual relatou em seus estudos que, dentre outros, abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação são conceitos frequentemente adotados. Particularmente em relação a abstração, considerada como um dos principais conceitos do PC, não foram identificados esforços no sentido de trabalhar relações entre camadas, algo que WING (2008) identifica como fundamental.

Algumas propostas relacionam-se com o ensino básico e visam a avaliação do PC, ou seja, propõem métodos gerais para avaliar a sua efetividade como, por exemplo, mensurar a assimilação dos conceitos ou desenvolvimento de habilidades do PC.

Outros projetos, mais específicos, envolvem avaliar a efetividade de jogos no desenvolvimento de competências relacionadas ao PC. Uma outra categoria de projetos compreende a proposição de métodos para trabalhar com PC. Em especial o estudo relatado em DEE et al. (2017) apresenta uma proposta para elaboração de atividades. Trata-se de um *framework* amplo, o qual abrange a interação entre instituições, visando a colaboração internacional em recursos didáticos. No escopo do projeto foi produzido um conjunto de atividades para o desenvolvimento nas escolas. Porém, as atividades são centradas em programação, onde um guia para o professor apresenta atividades prontas, não detalhando orientações para a sua aplicação considerando conteúdos curriculares e/ou conceitos relacionados ao PC.

Por sua vez, o trabalho de ANGELI et al. (2016) tem por objetivo propor uma estrutura genérica do PC para desenho de currículos para o ensino fundamental, para crianças de até 12 anos (K-6), e definir o conhecimento que os professores precisam para trabalhar nestes currículos. Neste trabalho, destaca-se uma discussão relativa aos elementos que melhor identificam ou ajudam a definir o PC, trazendo informações importantes relativas aos conceitos abstração, decomposição, generalização e pensamento algorítmico, principalmente no que diz respeito a progressão, considerando diferentes faixas etárias, na aprendizagem desses conceitos. Além disso, mostrou a possibilidade de utilização do modelo conceitual TPACK (KOEHLER; MISHRA, 2009) relacionado com o PC, o qual foi efetivamente incorporado, embora adaptado, na construção desta tese. Em particular, o trabalho explora a formação de professores, utilizando exclusivamente a plataforma de programação Scratch. Desta forma, em linhas gerais, o estudo de ANGELI et al. (2016) se concentra na promoção da melhoria dos conhecimentos do professor, em sua formação, tendo como base um modelo TPACK que incorpora alguns dos conceitos do PC.

Também no escopo da educação básica, KOTINI; TZELEPI (2015) apresenta uma estrutura baseada em jogos para desenvolver planos de aula que promovam conceito do PC. Apesar do assunto gamificação não estar diretamente relacionado a esta tese, alguns conceitos apresentados no estudo foram identificados como úteis. Em particular, questões que envolvem a teoria pedagógica utilizada, no caso o construtivismo, onde são considerados aspectos como a participação ativa do aluno e a importância em despertar o interesse pela atividade, a utilização dos conhecimentos prévios do aluno, o uso de suporte/andaime (*scaffold*), o trabalho em equipe, entre outros. Em particular, destaca-se o uso de cenários para contextualizar atividades didáticas, onde os professores são instigados a pensar em cenários para os jogos a partir de questões que são propostas, para que ajudem a motivar, entreter e atrair o interesse dos alunos, ao mesmo tempo em que conquistem um resultado de aprendizagem. Especialmente em relação ao PC, os autores explicam que o processo de exposição do aluno ao pensamento computacional é complexo e se baseia principalmente no seu envolvimento

e motivação.

Cabe destaque também ao estudo relatado em KOTSOPOULOS et al. (2017a), o qual propõe uma estrutura pedagógica para o PC tendo a matemática como “lente” para exemplificar o estudo de caso. O *framework* propõe quatro experiências pedagógicas: (1) desplugado (*unplugged*), (2) experimentando (*tinkering*), (3) fazendo (*making*) e (4) remixando (*remixing*). As abordagens estão fundamentadas na teoria construcionista (PAPERT, 1980; PAPERT; HAREL, 1991a) e no construtivismo social (VYGOTSKY, 1978). O trabalho foi importante pois reforça as relações entre o PC e a teoria construcionista, utilizadas no contexto desta tese. Apesar de abordar em seus estudos de casos algumas tecnologias digitais como a plataforma Scratch e a placa controladora Arduino, também dá visibilidade a diversas possibilidades de atividades desplugadas que podem ser concebidas.

Desta forma, explora possibilidades de progressão que podem ser organizadas entre as abordagens como, por exemplo, a passagem do desplugado para o experimentando. Isso a diferencia de inúmeras propostas que focam exclusivamente na utilização de dispositivos digitais, para desenvolver conceitos relacionados ao PC, geralmente a partir da programação. O estudo apresenta um importante referencial com estudos que exploram atividades desplugadas (p. 159) e esse aspecto contribuiu para reforçar uma das características deste trabalho, que foi a opção por não focar em tecnologias digitais evitando, desta forma, o tecnocentrismo que, segundo Papert, acomete algumas propostas e se caracteriza pelo foco excessivo nas tecnologias (PAPERT, 1988).

Assim, mais detalhes sobre os estudos que tratam de *frameworks* e, desta forma, que ajudam a entender o estado na arte, são apresentados no Capítulo 2. Porém, cabe destacar que o levantamento foi realizado no período compreendido entre 2013 e 2018. Posteriormente, foram identificados alguns estudos potencialmente relevantes (KITALO et al., 2019; IWATA et al., 2020) que relacionam o modelo TPACK com PC, inclusive adotando o termo CTPACK para denominar a incorporação do PC no *framework* TPACK. A proposta descrita em KITALO et al. (2019) é um estudo preliminar que, em linhas gerais, visa: a) expandir o entendimento atual sobre como melhorar o conhecimento e as habilidades do PC dos alunos, bem como o conhecimento e as habilidades dos professores, tanto em atividade quanto em formação, na integração curricular do PC e do modelo TPACK; b) investigar como combinar conhecimentos e habilidades do PC e TPACK com os conteúdos e pedagogia, nomeando este recurso de CTPACK Framework; c) definir e testar diferentes modelos para integrar o PC ao currículo, tanto nas escolas quanto na formação de professores; e d) projetar estruturas de avaliação e ferramentas para avaliar a progressão de habilidades do PC.

A partir da visão geral, os autores descrevem os objetivos de pesquisa que são: a) sintetizar e conceituar um esquema de progressão de habilidades e competências

do PC com base em uma revisão sistemática de trabalhos teóricos e empíricos; b) sintetizar TPACK e PC em uma nova estrutura CTPACK que estabelece o PC como parte do pensamento pedagógico-tecnológico-curricular e também como um foco de aprendizagem; c) estudar a concretização dessas estruturas em uma colaboração entre professores, verificando como a compreensão do PC pode ser apoiada por meio da tecnologia e das práticas de sala de aula no contexto STEAM; e d) projetar, implementar e testar aplicativos para estimular e apoiar o pensamento inovador de alunos e professores para projetar maneiras de aplicar os princípios da PC em vários contextos de aprendizagem. Assim, apesar de ter objetivos similares ao proposto nesta tese, os quais são descritos a seguir, é um projeto em estágio embrionário, que ainda não apresenta resultados ou uma proposta concreta. Nas discussões os autores informam que possuem resultados ainda preliminares da percepção dos professores sobre o PC e em relação ao PC no currículo porém, no artigo, essas percepções não são apresentadas.

Os mesmos autores apresentam outro trabalho (IWATA et al., 2020) que visa entender como o PC e os componentes do TPACK estão interconectados. Para isso realiza um estudo de caso, focado em um espaço Maker na Finlândia, onde buscam analisar as práticas adotadas em atividades de fabricação digital, para alunos do ensino fundamental e médio. Foram realizadas observações e entrevistas com professores e alunos. O foco era analisar como o PC foi visto e descrito em relação a cada elemento da estrutura TPACK. O artigo não detalha como se verifica exatamente a relação entre o PC e os componentes TPACK, porém os resultados são apresentados mostrando que foram detectadas conexões mais fortes entre o PC e parte dos elementos do TPACK em atividades de fabricação digital.

Segundo os autores, o PC foi analisado em relação a cada elemento TPACK, conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo, separadamente. As relações mais fortes foram encontradas entre o PC e o conhecimento tecnológico (TK), também com o conhecimento pedagógico (PK), a partir da teoria construcionista (PAPERT; HAREL, 1991b; BLIKSTEIN, 2013), a qual é a base para a fabricação digital. Outra relação do PC se estabeleceu com a interrelação do conhecimento tecnológico e pedagógico (TPK). Com um percentual de relação um pouco mais baixo, foi encontrada também com os conteúdos (CK). Não foram detectadas relações com os demais componentes TPACK. Enfim, os dois estudos (KITALO et al., 2019; IWATA et al., 2020) possuem diversos pontos em comum com essa tese, porém estão em um estágio preliminar e/ou não apresentam informações que permitam uma análise mais detalhada das similaridades com a tese.

Por fim, MARTINELLI et al. (2019) que, apesar de não se intitular de *framework* para PC e utilizar uma abordagem conceitual distinta, guarda algumas similaridades com o trabalho aqui proposto. Segundo a autora, a proposta visa compreender o

que é necessário entender e como desenvolver atividades de ensino que estimulem o Pensamento Computacional em crianças do Ensino Fundamental I (EFI), no contexto de instituições de ensino brasileiras. A principal similaridade está no foco em conceber atividades que desenvolvam conteúdos previstos na BNCC e também habilidades do PC. Para isso propõe a Abordagem MultiTACT que significa “Atividades de Ensino de Múltiplas Facetas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional” e que reúne um conjunto de recomendações e procedimentos que podem ser aplicados para o desenvolvimento de atividades, visando auxiliar o docente na concepção e mediação de práticas de ensino capazes de estimular o PC entre as crianças do EFI.

A abordagem efetiva-se pelas etapas Conhecer, Conectar, Construir, Aplicar e Refletir, enquanto fases procedurais que visam estimular uma práxis centrada em três conjuntos, onde no primeiro, envolve o Conhecer, centrado na teoria e compreensão de conceitos. A abordagem recomenda que o docente conheça ou seja apresentado ao que é o PC, o que é a BNCC, tipos de atividades possíveis (plugada/desplugada), estratégias de ensino e recursos/materiais. Posteriormente, na fase de Conectar, o professor precisa definir um objetivo/problema a ser resolvido pelo discente, subsidiado por habilidades do PC e da BNCC, em atividades que envolvem a resolução de um problema. Deve conectar os saberes adquiridos na fase Conhecer para articular “uma prática coerente a sua realidade institucional” (p. 148). Na próxima etapa, a Construir, envolve o desenvolvimento da documentação passo a passo da prática de ensino esboçada na fase anterior. Preocupa-se também com a descrição dos procedimentos e ações sobre como o PC e a BNCC serão articulados, utilização de recursos, estratégias e ambiente de ensino. Por fim Aplicar, basicamente se constitui pela implementação em sala de aula, e Refletir onde é feita a análise e reflexão quanto a prática.

Assim, considerando o estado da arte sobre o tema e um contexto onde predomina a instrução de conteúdos curriculares, sem muitas vezes dar ênfase ao desenvolvimento de competências, propõe-se neste projeto um conjunto de componentes para assistir o professor na concepção de atividades que envolvam o desenvolvimento de competências do PC ao mesmo tempo em que promovam aprendizagens curriculares. São objetivos específicos: 1) pesquisar e sintetizar o estado da arte relativo às propostas de organização do PC por meio de estruturas ou “arcabouços teóricos” (*frameworks*); 2) propor um modelo conceitual, em diferentes níveis de abstração, com a proposição de diretrizes que permitam a integração do desenvolvimento do PC na educação. Intenciona, desta forma, prover um *framework* flexível, possibilitando que especialistas como professores, pedagogos e designers instrucionais proponham desde implementações (modelos instrucionais) a partir das especificações deste modelo conceitual de mais alto nível, até a proposição concreta de plano de atividades; 3) definir um modelo instrucional, baseado no modelo conceitual proposto, que adote

alguns conceitos do PC e uma determinada teoria de aprendizagem, para ajudar professores na concepção e avaliação de atividades didáticas que promovam, conjuntamente, habilidades do PC e conteúdos curriculares; e 4) realizar um estudo de caso que permita avaliar a viabilidade de uso do modelo proposto para a definição de modelos instrucionais e planos de atividades.

A partir de um modelo instrucional pode-se estabelecer objetivos mais específicos que são: a) propor um instrumento que permita identificar o nível de desenvolvimento e profundidade de habilidades do PC em atividades didáticas; b) propor um instrumento que permita mensurar o alinhamento de atividades didáticas com a teoria pedagógica adotada no modelo instrucional; c) propor um guia prático que oriente a elaboração de atividades didáticas para promover conjuntamente aprendizagens curriculares e habilidades do PC, a luz de uma determinada teoria de aprendizagem; e d) disponibilizar exemplos de atividades desenvolvidas a partir das definições do modelo instrucional, na forma de planos de atividades.

Desta forma, envolve a proposição de um *framework* para facilitar a incorporação do PC em atividades educacionais. Visa ajudar educadores na concepção de atividades, a serem expressas em um planejamento, onde além da aprendizagem curricular, também inclua o desenvolvimento de competências relacionadas ao PC, integradas a uma teoria pedagógica. O embrião dessa proposta se constitui a partir de uma demanda que emerge no grupo de pesquisa e extensão deste pesquisador, brevemente relatada no Capítulo 4. Uma dificuldade levantada foi a de como planejar atividades didáticas que, ao mesmo tempo em que desenvolvesse competências relacionadas ao PC, promovesse também aprendizagens curriculares. Uma questão mais ampla surgiu a seguir: a de como organizar um processo para construção dessas orientações, quer sejam guias, instrumentos de avaliação e tutoriais. Outro aspecto importante considerado foi a possibilidade de incluir educadores que não tivessem acesso ou mesmo conhecimento de tecnologias digitais.

Denominado Papert PC Framework, o arcabouço teórico proposto neste trabalho está organizado em três níveis de abstração. No nível mais alto, inclui a proposição de um modelo conceitual, denominado CTPACK-CM (Computational Thinking, Pedagogical, And Content Knowledge - Conceitual Model), o qual apresenta diretrizes para integração do desenvolvimento do PC na educação básica, considerando uma teoria pedagógica. Tal modelo foi fundamentado e inspirado no *framework* TPACK (KOEHLER; MISHRA, 2009), o qual visa integrar conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdos, sistematizando os conhecimentos necessários à prática docente e auxiliando no planejamento das aulas. Neste trabalho substituiu-se o componente tecnológico pelo conhecimento em PC, adaptando e reorganizando o modelo original. No segundo nível, aborda a definição de modelos instrucionais a partir de instâncias do modelo geral. Modelos estes que resultam na construção de guias para

planejamento de atividades, bem como rubricas de avaliação. Já o terceiro nível, mais concreto, consiste no desenvolvimento de atividades educacionais guiadas pelos componentes delineados no nível anterior. O *framework* não tem como foco principal a utilização de tecnologias digitais, mas sim a promoção de aprendizagens curriculares em conjunto com o desenvolvimento de competências do PC. A decisão de não ter uma plataforma digital como foco, ocorre em função do desejo de que a proposta seja mais inclusiva, que permita sua utilização em contextos onde não há disponibilidade de computadores e/ou outros dispositivos digitais. Uma instância do CTPACK-CM foi proposta considerando a teoria construcionista concebida por Seymour Papert (ACKERMAN, 1996). Tal instanciação incluiu a concepção de diversos componentes que visam ajudar professores na elaboração de planos de atividades. Um destes componentes é um guia que objetiva ajudar e conduzir professores na concepção de atividades que desenvolvam nos estudantes, além de habilidades relacionadas a objetos de conhecimentos curriculares, algumas das ferramentas mentais do PC. Também estão incluídos como objetivos do instrumento um olhar sobre o método de condução das atividades, onde se procura instigar o professor a planejar um processo de construção de artefatos que sejam significativos aos alunos, que façam sentido e estejam contextualizados com a sua realidade, seguindo o preconizado por PAPERT (1986) e sistematizado em dimensões construcionistas por MALTEMPI (2004).

Outro aspecto considerado foi o de fornecer subsídios para avaliação do planejamento realizado pelo professor. Este, normalmente expresso em um plano de atividades e eventualmente concebido² a partir das orientações de um guia prático, pode ser avaliado por rubricas propostas neste projeto. São instrumentos que permitem avaliar a utilização dos conceitos do PC e o alinhamento do plano de atividades com a teoria construcionista. Se constituem também como componentes de um modelo instrucional e, mais que instrumentos de avaliação, podem ser utilizados como mecanismos de inspiração para a própria concepção de atividades.

Cabe destacar que em diversos processos de ensino-aprendizagem, o qual envolvem resolução de problemas e aprendizagem de conteúdos curriculares, naturalmente já estão inclusas e são desenvolvidas algumas competências do PC. Involuntariamente, professores já trabalham com várias dessas habilidades, mesmo sem essa percepção. Um aspecto importante do projeto é a perspectiva de poder evidenciar, de dar visibilidade e consciência dessas competências aos atores envolvidos, fundamentando-as nos conceitos e técnicas da Ciência da Computação. Enfim, mostrar como os conceitos do PC estão inseridos nesses processos e incentivar que sejam trabalhados com mais ênfase para que façam parte de um arsenal de ferramentas

²Utilizou-se a expressão “eventualmente concebido” pois as rubricas propostas neste projeto podem ser utilizadas para avaliar outros planos de atividades, ou seja, não somente aqueles concebidos a partir das orientações do guia prático.

mentais, a serem utilizadas pelos estudantes, para resolução futura de problemas.

Diferenciando-se do trabalho de ANGELI et al. (2016), a proposta não é a de incorporar alguns conceitos do PC em TPACK para guiar a formação de professores, mas sim modificar e adaptar o modelo TPACK para que modelos instrucionais possam ser gerados integrando teorias pedagógicas, conceitos do PC e conteúdos curriculares. O PAPERTE PC Framework difere-se de MARTINELLI et al. (2019) em vários aspectos. A começar pela da organização em níveis, especificada na Seção 4.1, que é concebida a partir da adaptação do modelo conceitual TPACK, conferindo maior flexibilidade para suportar diferentes conceitos do PC e distintas abordagens pedagógicas. Também difere no aspecto da condução para a criação das atividades, pois a abordagem MultiTACT faz uso de instrumentos ou formulários chamados “Modelo de Plano de Aula”, sem a especificação de questões norteadoras que conduzam ou instiguem os docentes na criação da atividade. Outro aspecto que difere está relacionado com a intenção do PAPERTE PC Framework de incrementar os conhecimentos do docente, a partir de um guia prático, ao mesmo tempo em que instiga a criação da atividade, não tendo fases distintas. Na abordagem MultiTACT, envolve primeiro o Conhecer que, de certa forma, é uma fase de capacitação. Depois vem o Criar, onde se efetiva o planejamento da atividade.

Outro aspecto importante que diferencia são as rubricas propostas no escopo do PAPERTE PC Framework, na instância que foi implementada, que visam validar o planejamento realizado, ou seja, a efetividade na utilização de conceitos do PC e alinhamento com a abordagem construcionista.

O texto está organizado como segue. No Capítulo 2, de onde alguns estudos já foram relatados nesta introdução, é apresentada uma revisão sistemática de literatura (RSL) sobre *frameworks* relacionados ao PC. Procura-se estabelecer o “estado da arte” em relação a proposta de arcabouços teóricos para PC. Em seguida, no Capítulo 3, são sintetizados alguns referenciais teóricos que estão relacionados com a proposta deste trabalho, principalmente em relação ao PC e ao Construcionismo de Papert. Detalha também modelos teóricos que foram utilizados como base para a estrutura proposta, especificamente vinculados ao desafio de correlacionar componentes curriculares e conceitos do PC. Depois, no Capítulo 4, a proposta é detalhada a partir da especificação do PAPERTE PC Framework. Neste capítulo, que é central ao texto, apresenta-se o modelo conceitual de alto nível e uma instância, um modelo instrucional que adota determinados conceitos de PC e, enquanto teoria pedagógica, estabelece o construcionismo e as dimensões construcionistas. Apresenta também os componentes do *framework*, os quais são organizados a partir de duas rubricas de avaliação e um guia prático. Também são apresentados alguns estudos de caso, onde o guia e rubrica são aplicados. Por fim, nas conclusões, procura-se destacar as contribuições da proposta, onde estão incluídas algumas produções científicas, em especial

revisões sistemáticas de literatura desenvolvidas no intuito de conhecer a área, também em relação ao próprio *framework* e o encaminhamento para a continuidade da pesquisa.

2 TRABALHOS CORRELATOS - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE FRAMEWORKS

Esse capítulo apresenta uma revisão sistemática de literatura sobre *frameworks* relacionados ao PC. No tocante à definição do conceito de *framework*, apesar de ser um termo constantemente utilizado em diversos domínios, não existe um consenso sobre a sua definição conceitual (STAMER; ZIMMERMANN; SANDKUHL, 2016). Essa afirmação fica evidente no estudo relatado em SANTIAGO (2018) que apresenta inúmeras visões de pesquisadores sobre o termo e, em particular, em uma comparação com a definição de modelos. O dicionário de Oxford conceitua como “uma estrutura de apoio essencial de um edifício, veículo ou objeto” ou a “estrutura básica subjacente a um sistema, conceito ou texto”¹.

Similarmente, também a partir de um conceito trazido de um dicionário, EISENHART (1991) relata que *framework* é definido como uma “estrutura (esqueleto) projetada para apoiar ou cercar algo”. A autora avança e considera três categorias de *framework*: a) teórico que se baseia em teoria ou teorias bem estabelecidas; b) prático que guia a pesquisa usando “o que funciona” na experiência ou exercício de fazer algo por aqueles diretamente envolvidos (EISENHART, 1991, p. 207); e c) conceitual que inclui diferentes pontos de vista e culmina em uma série de razões para adotar alguns pontos.

Na mesma linha, tendo como base diversos *frameworks*, a revisão sistemática relatada em STAMER; ZIMMERMANN; SANDKUHL (2016) conclui que um *framework* é, no caso específico dos sistemas de informação, “uma estrutura subjacente a ‘algo’ que serve a um propósito específico”. Na revisão, dos 71 estudos identificados, apenas um define o termo *framework* (p. 151). O estudo também aponta um aspecto fundamental em relação aos *frameworks*, a reusabilidade, do seu conjunto de componentes ou mesmo de algumas partes. De acordo com CROSSAN; LANE; WHITE (1999), o *framework* deve definir claramente o território a que se refere, identificar o fenômeno, premissas ou suposições e as relações entre esses elementos.

¹Disponível em:<https://en.oxforddictionaries.com/definition/framework>. Acesso em:20 dez 2018.

Para efeito desta tese, cabe muito bem a caracterização de uma estrutura subjacente ao PC, o qual pode ser melhor categorizado como prático pois, em última instância, visa instigar profissionais (professores, designers instrucionais/educacionais e outros) na concepção de atividades didáticas.

Ao longo dos últimos anos, em especial após o artigo seminal de WING (2006) e a conseqüente publicação de trabalhos que criticavam a indefinição conceitual do PC, a própria Jeannette Wing revisou o conceitos de PC algumas vezes. Neste sentido, diversos estudos foram sendo propostos no formato de estruturas (*frameworks*) para dar suporte ao desenvolvimento do PC. Um dos primeiros trabalhos a utilizar o termo *frameworks* vinculado ao PC foi relatado BRENNAN; RESNICK (2012) o qual define o PC a partir de três dimensões (conceitos, práticas e perspectivas) e propõe avaliar o seu impacto amparado em três abordagens (análise do portfólio de projetos, entrevistas baseadas nos artefatos e cenário de projetos). Por ser, possivelmente, o primeiro *framework* para PC, o trabalho é referenciado por praticamente todos os estudos que tratam desse tema. Por outro lado cabe destacar que a proposta de BRENNAN; RESNICK (2012) é específica ou com foco em projetos que visem desenvolver o PC por meio da programação, em particular para a plataforma Scratch. O estudo, publicado em 2012, não foi selecionado para esta RSL apenas porque a publicação é anterior ao período considerado para esta revisão que foi de 2013 até setembro de 2018. Porém, pelo que se observa, é uma importante referência para a concepção de *frameworks* para PC. Em especial, a proposta desperta alguns questionamentos. Por exemplo, que outros *frameworks* para PC já foram propostos? Nesses outros *frameworks*, quais estruturas ou conceitos foram utilizados ou apresentados? Qual o entendimento de outros autores sobre o que significa um “*framework* para PC”?

Para responder a essas questões, desenvolveu-se uma pesquisa, utilizando o método de revisão sistemática de literatura (RSL), a qual busca investigar as características de outras propostas que foram publicadas a partir de uma autodenominação de *framework* para PC. O relato da revisão está dividido da seguinte forma. Na Seção 2.1 é descrita a metodologia RSL, adotada neste levantamento, e o seu processo geral de elaboração. O planejamento, efetivado no documento chamado protocolo, que detalha todos os componentes da RSL (definição dos objetivos, das questões de pesquisa, palavras-chaves e outros) está descrito na Seção 2.2. Esse planejamento foi executado e relatado na Seção 2.3. Posteriormente os resultados da RSL, organizados a partir das questões de pesquisa, encontram-se na Seção 2.4. Por fim nas conclusões, descritas na Seção 2.5, procura-se responder a questão geral de pesquisa e algumas outras considerações finais.

2.1 Metodologia da revisão

Visando conhecer o estado da arte em relação a propostas de organização do PC por meio de *frameworks*, foi desenvolvida uma RSL que consiste em uma metodologia para o levantamento formal, quantitativo e qualitativo de publicações que tratam de um determinado tema.

A RSL apresentada neste trabalho foi baseada na proposta de KITCHENHAM; CHARTERS (2007) que indica um conjunto de passos para a elaboração de uma revisão de literatura e a consequente publicação dos resultados. O método define um formato sistemático, metódico e passível de reprodução com algumas etapas para o processo de planejamento da pesquisa, para a sua execução, divulgação dos resultados e conclusões sobre o tema que está sendo estudado.

Uma das primeiras atividades realizadas foi a identificação da necessidade de uma revisão sistemática a respeito de *frameworks* relacionados ao PC. Para tanto, foi realizada uma pesquisa onde não foram localizadas revisões sistemáticas que analisassem um conjunto de estudos dedicados a propor *frameworks* para PC. Porém, cabe mencionar o estudo de KALELIOGLU; GÜLBAHAR; KUKUL (2016), no qual é apresentada uma proposta de *framework* baseada em uma revisão sistemática que investigou diversos estudos sobre PC. O trabalho examinou a definição, o escopo e as bases teóricas apresentadas nos artigos recuperados a partir do termo (palavra-chave) “*Computational Thinking*”. O objetivo foi explorar como o PC é definido e o que constitui o escopo desse conceito. Sob esse aspecto, guarda semelhanças com o trabalho de SELBY; WOOLLARD (2014) que visa conceituar o PC a partir da análise de diversos estudos. A revisão, apresentada nesta seção, difere de KALELIOGLU; GÜLBAHAR; KUKUL (2016) e SELBY; WOOLLARD (2014) pois é mais específica ou especializada, tendo como objetivo o levantamento e análise de propostas que se auto-intitulam de *frameworks* para PC.

2.1.1 Processo de Construção da RSL

A RSL foi organizada em três etapas: Etapa 1 - o processo de planejamento e formalização da pesquisa foi concretizado por meio de um protocolo. Este descreveu a formalização de todo o planejamento da pesquisa que foi realizada. Objetivos, questões de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão dentre outros foram organizados e descritos nesta etapa; Etapa 2 - execução da pesquisa de acordo com o protocolo, onde os artigos foram extraídos das fontes de consulta, selecionados e registrados em uma ferramenta específica; e Etapa 3 - sumarização, onde os dados coletados durante a execução foram sistematizados.

A seguir são descritos os componentes elaborados durante o processo de planejamento, ou seja, são detalhados os itens do protocolo.

2.2 Planejamento da Revisão Sistemática

Para desenvolver a investigação utilizando o método da RSL foi necessário coletar, sintetizar e registrar diversas informações referentes aos estudos incluídos na pesquisa. Esse processo foi previamente planejado e registrado em um protocolo que, na sequência, orientou a execução. Os dados do protocolo e as informações extraídas dos estudos foram catalogados na ferramenta Parsif.A1². A seguir estão descritos os principais dados do protocolo.

2.2.1 Objetivo da revisão

Este estudo visa conhecer o estado da arte em relação a propostas que se autointitulam de *frameworks* para PC, principalmente no que se refere aos seus objetivos, ao desenvolvimento de competências, o ensino de conceitos e a utilização de teorias e metodologias.

2.2.2 Questões de Pesquisa

De acordo com DERMEVAL; COELHO; BITTENCOURT (2019) a definição da questão de pesquisa é a atividade mais importante de etapa de planejamento em uma revisão sistemática. É norteadora da condução da pesquisa e, sendo assim, as atividades que seguem, derivam dessa definição.

Na especificação realizada para esta revisão, foi definida uma questão geral e cinco específicas. Elas foram articuladas como estratégia para buscar indícios e responder à questão geral (QPG) que ficou assim descrita: Como as propostas de *frameworks* para PC podem contribuir para o desenvolvimento desta área?

As questões de pesquisa (QP) específicas ficaram assim definidas:

- QP1 - Quais os objetivos dos *frameworks*?
- QP2 - Quais conceitos, práticas, habilidades ou competências do PC os *frameworks* relatam que, a partir de sua implementação, buscam desenvolver?
- QP3 - Quais são os fundamentos educacionais dos *framework*?
- QP4 - Quais são os públicos-alvos dos *frameworks*?
- QP5 - Quais são as referências bibliográficas e autores mais citados pelos conjunto de estudos incluídos nesta RSL?

2.2.3 Palavras-chaves e string de busca

Tendo por objetivo recuperar trabalhos que envolvessem proposta de *frameworks* para o PC, foram definidas as seguintes palavras-chaves: “*computational thinking*”,

²Disponível em <https://parsif.a1>. Acesso em: 25 set 2018.

“*framework*”, e, por consequência, a string a ser submetida aos mecanismos ficou: (“*computational thinking*”) AND (“*framework*”)

Para os mecanismos de busca que possuíam a opção de pesquisar em determinadas partes do estudo optou-se por selecionar artigos que tinham as palavras-chave no título e resumo (*abstract*). Esse recurso foi utilizado para recuperar documentos mais relevantes ao contexto da pesquisa.

2.2.4 Fontes de busca - Bases de dados científicas

As fontes de busca dos estudos foram as principais bases de dados científicas, disponíveis via web, da área de computação (ACM Digital Library, IEEE, Springer Link, Scopus e Science Direct). As buscas, que ocorreram entre setembro e outubro de 2018, ficaram restritas a estudos com “revisão por pares”, escritas em inglês no período de 2013 até 2018 (últimos seis anos).

2.2.5 Critérios de Seleção - Inclusão e Exclusão

Os critérios de seleção buscaram identificar os estudos primários que estão relacionados diretamente com as questões da pesquisa. Eles foram definidos durante o planejamento, na elaboração do protocolo, embora tenham sido refinados durante o processo de busca (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Em relação ao critério de inclusão, considerou-se: “Estudos RECENTES (a partir de 2013) que apresentam propostas ou avaliam *framework* relacionados a disseminação (implantação, organização, avaliação) do Pensamento Computacional”. Tendo esta diretriz como norteadora, foram considerados estudos que desenvolveram propostas de estruturação do PC utilizando o termo *framework*.

Em relação aos critérios de exclusão, foram excluídos artigos que:

- não apresentam o conteúdo integral do artigo;
- são estudos secundários (RSL por exemplo);
- não apresentam as palavras-chaves no título ou no *abstract*;
- não relatam ou avaliam um *framework* - não atende ao critério básico de inclusão;
- não estão disponíveis para *download*;
- não estão relacionados com aprendizagem (por exemplo, envolve apenas empreendedorismo, startup, etc.);
- não estão relacionados com PC;
- já foram relatados em outro artigo que está incluído nesta revisão;

- são resumos ou artigos curtos (*short paper*);
- tratam de um *framework* de inteligência artificial e o PC é apenas o estudo de caso;
- tratam de um *framework*, porém específico para alunos com necessidades especiais;

2.2.6 Critérios de Qualidade

Os critérios de qualidade foram elaborados durante o processo de planejamento e aplicados, durante a execução da pesquisa, somente nos artigos incluídos definitivamente na revisão. Desta forma foi possível classificar a relevância de um determinado estudo em relação a todos os outros que foram incluídos na pesquisa.

Para esta revisão foram definidos os seguintes questionamentos (critérios de qualidade):

- apresenta ou define o que é PC?
- a proposta apresenta claramente os objetivos do *framework*?
- apresenta um bom aprofundamento (detalhamento) da fundamentação teórica?
- o nível de detalhamento viabiliza a reutilização do *framework* em outros contextos?

Também foram definidas as possíveis respostas e respectivos pesos:

- Resposta “Sim” pontua com valor “1”
- Resposta “Parcialmente” pontua com valor “0.5”
- Resposta “Não” pontua com valor “0”

Seria possível estabelecer um limiar inferior (escore para corte) para excluir o estudo da RSL, caso ele tivesse uma avaliação significativamente baixa, porém optou-se por não estabelecer esse limiar e apenas desconsiderar artigos por critérios de exclusão na fase de seleção dos estudos³.

³A ferramenta Parsif.al implementa esse recurso, ou seja, no módulo *Planning - Quality Assessment Checklist* define-se o limiar inferior de avaliações (*Cutoff Score*) e, desta forma, os estudos que obtiverem pontuação inferior ao limite são automaticamente eliminados das listagens. O processo de cadastro das questões para avaliação da qualidade e a avaliação dos artigos está disponível em um vídeo, elaborado pelo autor da ferramenta, em <https://www.youtube.com/watch?v=FJnIGx8MAgQ>

2.2.7 Extração de Dados

Nesta etapa foi projetado o formulário de extração de dados para permitir, durante a execução, o registro das informações de cada estudo incluído na pesquisa. Foram definidos para extração de dados: a) breve resumo do estudo; b) conceito de PC que o *framework* adota (autores, fundamentos, ancoragem); c) o objetivo do *framework*; d) ações que desenvolve para atingir o objetivo; e e) o público alvo do *framework*.

Todos os campos foram estabelecidos como *strings*, com exceção do campo público-alvo onde foi utilizado o tipo “caixa de seleção”, que permite a escolha de mais de um item. Para esse campo, definiu-se as seguintes opções pré-cadastradas: a) pré-escola; b) fundamental I; c) fundamental II; d) médio; e) superior; f) formação de professores; e g) genérico (não especifica um determinado público-alvo).

2.3 Execução da Pesquisa

A execução do planejamento, descrito no documento chamado protocolo, foi realizada cumprindo as seguintes etapas:

2.3.1 Busca nas fontes de pesquisa

As strings de busca foram submetidas as cinco fontes escolhidas para a realização da pesquisa (ACM, IEEE, Science Direct, Scopus e Springer Link) e:

1. Foram identificados 441 estudos no total, sendo que as fontes Springer Link e Scopus permitiram identificar mais de 75% dos estudos.
2. Foram descobertos 94 estudos como duplicados, ou seja, foram recuperados a partir de mais de uma fonte de pesquisa. A grande maioria dessas duplicações foram localizadas na fonte SCOPUS em relação a alguma outra.
3. Resultaram como identificados 347 estudos, ou seja, retirou-se os 94 duplicados dos 441 identificados.

2.3.2 Análise do título e resumo

Conforme orienta KITCHENHAM; CHARTERS (2007), a seleção dos estudos é um processo com mais de um estágio. Assim, os estudos identificados (347) tiveram os títulos e resumos analisados⁴, sendo classificados entre selecionados e não selecionados. Neste processo inicial foram excluídos 267 estudos, restando 80 artigos para análise integral do texto.

⁴Em alguns casos, em função de dúvidas em relação a seleção do texto e também por recomendação de KITCHENHAM; CHARTERS (2007, p. 19), recorreu-se a leitura das conclusões antes de partir para a próxima etapa, de leitura integral do texto.

2.3.3 Análise do texto dos estudos selecionados

Os 80 estudos tiveram seus textos examinados na íntegra, considerando-se mais uma vez os critérios de inclusão e exclusão, resultando, ao final, em 29 estudos. Desse, 5 foram publicados em 2013, 2 em 2015, 6 em 2016, 12 em 2017 e 4 em 2018. A relação completa dos trabalhos incluídos nesta revisão sistemática pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos estudos da RSL

ID	Referência
KOTINI; TZELEPI (2015)	A gamification-based framework for developing learning activities of computational thinking
ANGELI et al. (2016)	A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge
KARAMPA; PARASKEVA (2018)	A motivational design of a flipped classroom on collaborative programming and STEAM
KOTSOPOULOS et al. (2017b)	A Pedagogical Framework for Computational Thinking
ZHONG et al. (2016)	An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking
LOWE; BROPHY (2017)	An operationalized model for defining computational thinking
ISRAEL et al. (2016)	Assessing collaborative computing: development of the Collaborative-Computing Observation Instrument (C-COI)
CHEN et al. (2017)	Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming
LIM (2017)	Computational Thinking (CT) and Rebel game Design: CT in health games
CASPERSEN; NOWACK (2013)	Computational Thinking and Practice: A Generic Approach to Computing in Danish High Schools
ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017)	Computational thinking development through creative programming in higher education
GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013)	Computational Thinking in Educational Activities: An Evaluation of the Educational Game Light-bot
KALE et al. (2018)	Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching
BEHNKE; KOS; BENNETT (2016)	Computer science principles: Impacting student motivation & learning within and beyond the classroom
FAN; YANG (2017)	Construction of the 3L5G task-driven instructional model: Fostering computational thinking of junior high school students in an application software course
WEINTROP et al. (2016)	Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms
KOPCHA et al. (2017)	Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research
PÉREZ; VALLADARES (2018)	Development and assessment of computational thinking: A methodological proposal and a support tool
JCROSS et al. (2016)	Engineering and Computational Thinking talent in middle school students: A framework for defining and recognizing student affinities
PELLAS; VOSINAKIS (2017)	How can a simulation game support the development of computational problem-solving strategies?
RONSIIVALLE et al. (2018)	How to Implement Educational Robotics' Programs in Italian Schools: A Brief Guideline According to an Instructional Design Point of View
SENGUPTA et al. (2013)	Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework
MAGANA; SILVA COUTINHO (2017)	Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce
SEITER; FOREMAN (2013)	Modeling the Learning Progressions of Computational Thinking of Primary Grade Students
GIORDANO et al. (2015)	New Horizons in the Assessment of Computer Science at School and Beyond: Leveraging on the ViVA Platform
DEE et al. (2017)	Playfully coding: Embedding computer science outreach in schools
FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017)	Teaching Computational Thinking Using Agile Software Engineering Methods: A Framework for Middle Schools
AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017)	The framework for the integration of computational thinking in ideation process
BASAWAPATNA et al. (2013)	The Zones of Proximal flow: Guiding students through a space of computational thinking skills and challenges

Todos os 412 estudos descartados, ou seja, 441 identificados menos 29 selecionados, foram relacionados a um critério de exclusão que identifica o motivo da retirada. O critério que mais excluiu estudos foi “Não está relacionado com PC”, isto é, muitos trabalhos foram identificados na busca em função de conter os termos *computational thinking* e *framework* porém, apesar de conter o termo, o trabalho não tinha como foco o PC. Assim, esse critério foi responsável por retirar da RSL aproximadamente 43% dos estudos. Na sequência, com quase 29%, foi “Não apresenta ou avalia um *framework*” pois diversos projetos abordam *frameworks* porém não desenvolvem uma

nova proposta ou mesmo não apresentam uma efetiva utilização e avaliação de um *framework* já existente. A Tabela 2 lista todos os critérios utilizados com os respectivos percentuais de estudos que foram excluídos por critério.

Tabela 2 – Estudos excluídos por critério de exclusão

Critério de exclusão	%
Não está relacionado com PC	42,9
Não apresenta ou avalia um <i>framework</i>	28,7
Resumo ou artigo curto (<i>short paper</i>)	10,1
Não apresenta o conteúdo integral do artigo	9,5
Já relatado em outro artigo que está incluído nesta revisão	2,5
Não está relacionado com aprendizagem (por exemplo, envolve apenas empreendedorismo, startup, etc.)	1,9
Não está disponível para download	1,9
Estudo secundário (RSL por exemplo)	1,6
Outros motivos	0,9
Total	100

2.3.4 Extração dos dados - preenchimento do formulário de extração

A partir da inclusão dos 29 estudos, foi realizada a extração dos dados, ou seja, foi preenchido o formulário com os campos que haviam sido planejados e relatados na Seção 2.2.7, referente aos campos para extração de dados. As informações foram digitadas no formulário disponível no módulo “*Data Extraction*” da ferramenta Parsifal. Essa ação tem por objetivo formar uma base de dados para a realização de análise e síntese geral dos estudos. O processo de extração/registo dos dados implica em um considerável esforço por parte do(s) pesquisador(es) pois é necessário ler/entender cada estudo incluído na pesquisa e digitar os dados de interesse no formulário.

2.3.5 Avaliação da qualidade - preenchimento do formulário de avaliação

Depois de extraídos os dados foi realizada a avaliação da qualidade dos estudos a partir do registo no formulário “*Quality Assessment*”. Foram avaliados apenas os 29 estudos incluídos na RSL. Para cada artigo são respondidas as quatro questões que foram apresentadas na Seção 2.2.6 com SIM, NÃO e PARCIALMENTE.

Com a totalidade de pontos (4), os estudos KOTINI; TZELEPI (2015); ANGELI et al. (2016); ZHONG et al. (2016); PÉREZ; VALLADARES (2018); FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017) receberam a resposta SIM para todas às questões realizadas. Sendo assim, de acordo com o escopo desta revisão sistemática, entre os 29 incluídos, estes são os estudos mais qualificados. No outro extremo, o estudo LIM (2017), cuja proposta envolve a aprendizagem baseada em jogos, apresentou apenas uma visão parcial do PC e da fundamentação teórica, ficando com nota 1.

Com a avaliação da qualidade dos artigos encerra-se a etapa de execução da pesquisa. A Figura 1 apresenta um resumo deste processo indicando os totais de estudos trabalhados em cada fase.



Figura 1 – Fluxo para inclusão de estudos

A próxima etapa envolve a explicitação dos resultados os quais serão descritos a partir das questões de pesquisa.

2.4 Resultados da RSL

Nesta seção foram resumidas e categorizadas as informações extraídas dos 29 estudos incluídos nesta revisão sistemática. O texto a seguir está organizado de acordo com as questões de pesquisa descritas na Seção 2.2.2.

2.4.1 QP1 - Quais os objetivos dos *frameworks*?

Os estudos analisados nesta pesquisa objetivam, de alguma forma, estruturar ações que visam a promoção do PC. Em particular, esta questão de pesquisa procura identificar o objetivo ou foco dos estudos incluídos na RSL. Assim, quatro categorias foram identificadas: a) avaliação; b) jogos; c) interdisciplinaridade; e d) definições e métodos.

Foi possível observar que alguns estudos ou propostas de *framework* não focados em avaliação também incluem alguma proposta para mensurar os resultados. Nestes casos foi verificada a ênfase ou o principal objetivo do projeto. Por exemplo, o artigo PÉREZ; VALLADARES (2018), cujo objetivo é “*definição de uma metodologia para a promoção do PC e na mensuração subsequente do desenvolvimento obtido nos alunos*”, foi classificado na categoria de objetivos Definições e métodos e não em Avaliação. Por outro lado em ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017), que também trata de métodos e avaliação, os autores deram mais ênfase ao processo de avaliação. Outro exemplo que demonstra a dificuldade de classificar, considerando que projetos relativos ao PC possuem diversos aspectos inter-relacionados, foi a proposta relatada em WEINTROP et al. (2016) que propõe uma “*definição para PC*”, porém totalmente focada na integração entre PC, matemática e ciências. Neste caso, optou-se por classificar o *framework* na categoria de objetivos ligados a interdisciplinaridade.

Na Tabela 3 é possível visualizar a classificação dos estudos. As propostas que focam em definir o PC e propor metodologias foram encontradas em maior número, com 34%, seguidas daquelas que tem como foco a avaliação e a interdisciplinaridade com 28% e 24% respectivamente. Por último aqueles *framework* que visam a promoção do PC por meio de jogos, com 14%.

Tabela 3 – Categoria de objetivos

Categoria	Estudos	Total (%)
Avaliação	ZHONG et al. (2016), ISRAEL et al. (2016), CHEN et al. (2017), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013), SEITER; FOREMAN (2013), GIORDANO et al. (2015), JCROSS et al. (2016)	8 (28,0%)
Jogos	KOTINI; TZELEPI (2015), LIM (2017), PELLAS; VOSINAKIS (2017), BAWAPATNA et al. (2013)	4 (14,0%)
Interdisciplinaridade	KALE et al. (2018), RONSIVALLE et al. (2018), WEINTROP et al. (2016), KOPCHA et al. (2017), SENGUPTA et al. (2013), MAGANA; SILVA COUTINHO (2017), AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017)	7 (24,0%)
Definições e métodos	ANGELI et al. (2016), ?, LOWE; BROPHY (2017), CASPERSEN; NOWACK (2013), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016), FAN; YANG (2017), PÉREZ; VAL-LADARES (2018), DEE et al. (2017), FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), KARAMPA; PARASKEVA (2018)	10 (34,0%)

A descrição do que tratam as categorias e alguns focos mais específicos dos projetos estão enumerados a seguir:

- a) **Avaliação:** as propostas de *frameworks* desta categoria buscam estabelecer estruturas de avaliação do PC. O objetivo, em geral, é propor formatos ou métodos para mensurar a assimilação dos conceitos ou desenvolvimento de habilidades do PC. É possível observar que os estudos que tratam de avaliação do PC, de forma quase unânime, destacam a diversidade de definições de PC e a falta de consenso em relação ao conjunto de conceitos e habilidades a serem desenvolvidas (GROVER; PEA, 2013, p.39). Também abordando essa questão, em CHEN et al. (2017) é relatado que:

...desenvolver um instrumento válido e confiável para medir o PC dos alunos do ensino fundamental é um desafio...há falta de consenso em relação a definição do PC. Muitas versões de definições de PC são vagas no melhor dos casos. Isso representa uma barreira significativa para a operacionalização do PC em itens de avaliação concretos. (CHEN et al., 2017, p. 13)

Similarmente, o estudo relatado em ZHONG et al. (2016) identifica a dificuldade do consenso sobre o que seria PC, mas procura identificar tendências sobre essa definição por meio de uma revisão de literatura. Assim, na seção “Definições de PC” (ZHONG et al., 2016, p. 3) expõe a visão de vários autores.

Além das propostas de *frameworks* relacionadas à avaliação, cabe destacar que outras revisões sistemáticas já trataram especificamente do tema avaliação do PC (AVILA et al., 2017C; ARAUJO; ANDRADE; GUERRERO, 2016a,b; ALVES; VON WANGENHEIM; HAUCK, 2019; MARTINS-PACHECO; WANGENHEIM; CRUZ ALVES, 2019), onde o objetivo era incluir e sistematizar diversos tipos de propostas que, de alguma forma, visavam avaliar o desenvolvimento do PC.

Por fim, no que diz respeito a *frameworks* com foco em avaliação, a Figura 2 destaca, nas extremidades, os tipos de instrumentos e os focos (objetos a serem avaliados). As linhas indicam os estudos que utilizam, um instrumento e foco em particular. É possível visualizar que a principal estratégia foi a utilização de rubricas, com quatro estudos, seguido da elaboração de um instrumento próprio de avaliação, com três propostas. Por outro lado, visualizando no outro extremo da ilustração, pode-se observar que a avaliação da efetividade de materiais didáticos foi o principal foco, com quatro estudos.

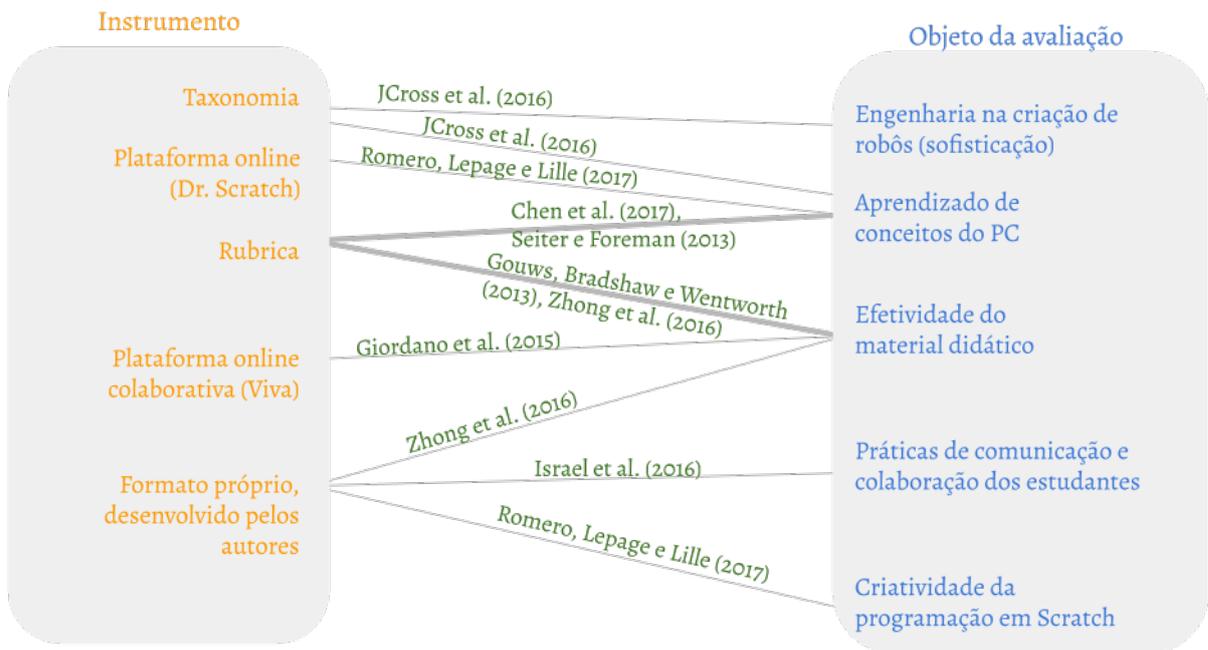


Figura 2 – Relações da categoria Avaliação

- b) **Jogos:** nesta categoria foram incluídas propostas de *frameworks* que visam promover aprendizagens e o desenvolvimento de competências do PC por meio de jogos. As propostas, em geral, derivam ou são especializações da abordagem “*Game-Based Learning (GBL)*” que utiliza jogos, e a sua natural interatividade, para desenvolver elementos críticos do aprendizado como eficácia, engajamento e motivação em um contexto significativo aos aprendizes (TAN; LING; TING, 2007).

A Tabela 4 relaciona, a título de síntese, cada estudo com uma breve descrição das características do *framework* proposto.

Tabela 4 – Características dos frameworks da categoria Jogos

Estudo	Principais características
BASAWAPATNA et al. (2013)	Orienta a construção de jogos e simulações por meio da Zona de Fluxo Proximal que visa manter a motivação com atividades apropriadas, e que evoluem em complexidade, de acordo a experiência do aluno
PELLAS; VOSINAKIS (2017)	Fornecer um conjunto de diretrizes para a utilização de ambientes imersivos 3D ou metaversos, como Second Life e OpemSim, visando o desenvolvimento de habilidades do PC
KOTINI; TZELEPI (2015)	Utiliza elementos da área de design de jogos, adaptados para um ambiente de aprendizagem, visando auxiliar professores na elaboração de planos de aula (lições) gamificadas com conteúdos relacionados ao PC.
LIM (2017)	Propõe o desenvolvimento de jogos sérios a partir da utilização de conceitos do PC.

- c) **Interdisciplinaridade:** nesta categoria estão classificados os estudos que dão ênfase à interdisciplinaridade. Propostas que incorporam, na essência do *framework*, por exemplo, além do próprio PC, assuntos como matemática e ciências ou de forma ainda mais ampla a educação STEM, um acrônimo para *Science, Technology, Engineering e Mathematics* que objetiva engajar alunos em atividades práticas que misturam diferentes conhecimentos. Outro aspecto observado em alguns dos projetos desta categoria de objetivos foi a utilização da robótica educacional que tem, por natureza, um caráter interdisciplinar.

A Figura 3 mostra, no lado esquerdo, as estratégias utilizadas e, no outro extremo, os conteúdos disciplinares ou habilidades que são citadas como foco. Na linha de conexão entre as estratégias e os conteúdos/habilidades, identificam-se as respectivas referências.

- d) **Definições e métodos:** nesta categoria estão incluídos os estudos com propostas de definições para o PC e de métodos ou desenhos instrucionais para a promoção/desenvolvimento do PC. Na Tabela 5 é possível verificar algumas subdivisões (subcategorias) ou focos mais específicos dos projetos.

Tabela 5 – Subdivisões da categoria definições e métodos

Subdivisão	Estudos	Total
Métodos para intervenções (cursos, oficinas, workshops)	FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), KOTSOPOULOS et al. (2017b), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016), CASPERSEN; NOWACK (2013), FAN; YANG (2017), PÉREZ; VALLADARES (2018), KARAMPA; PARASKEVA (2018)	7
Modelo de procedimentos para criação de atividades	DEE et al. (2017)	1
Definição do PC	LOWE; BROPHY (2017)	1
Proposta curricular	ANGELI et al. (2016)	1

O maior número de estudos da categoria de definições e métodos, com sete artigos, foi nominada de “Métodos para intervenções”. Tratam especificamente do design instrucional de eventos para promover o PC. Sendo assim, considerando a importância desses estudos para o presente trabalho, foram destacadas na Figura 4, por meio de um mapa conceitual, especialmente para este subgrupo,

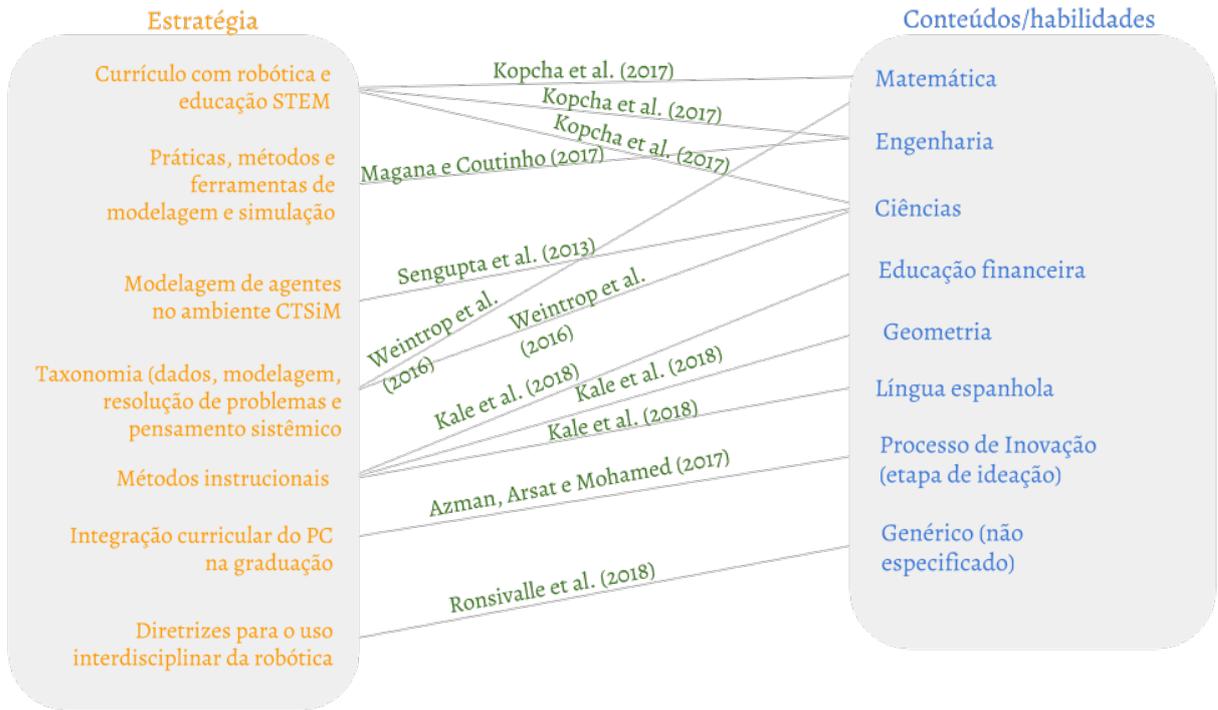


Figura 3 – Resumo da seção Interdisciplinaridade - Estratégia versus conteúdos/habilidades desenvolvidas

algumas estratégias, abordagens e teorias educacionais adotadas na construção dos 7 frameworks.

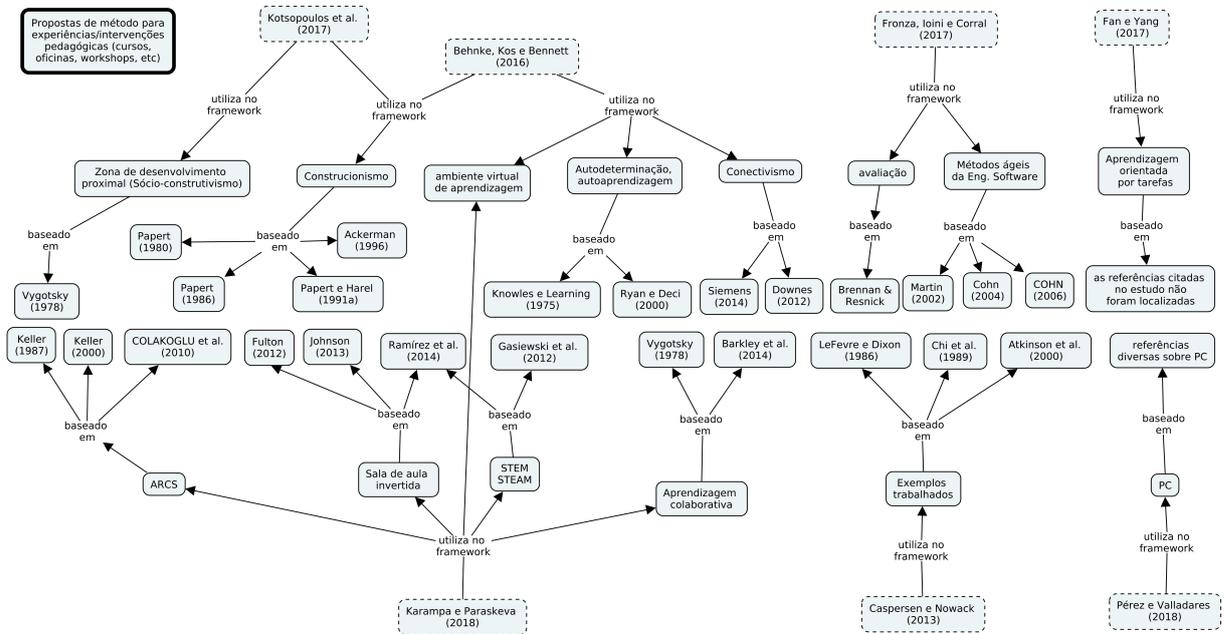


Figura 4 – Estratégias, abordagens e teorias educacionais adotadas

2.4.2 QP2 - Quais conceitos, práticas, habilidades ou competências do PC os *frameworks* relatam que, a partir de sua implementação, buscam desenvolver?

Esta questão de pesquisa investiga os conceitos, práticas, habilidades ou competências que os *frameworks* buscam desenvolver a partir da sua utilização. Para reconhecer essas características, ou seja, o que os autores identificam como prioritário a ser desenvolvido, os estudos foram analisados e procurou-se identificar citações desses conceitos e a intenção dos autores. A Tabela 6 demonstra que a capacidade de abstração e pensamento algorítmico são as habilidades mais citadas. Em relação a abstração, confirma-se a visão de Wing, a qual afirma que o conceito é a essência do PC: “decidir quais detalhes precisamos destacar e quais detalhes podemos ignorar é a base do Pensamento Computacional” (WING, 2008, p. 3718). Além disso, esses resultados também se aproximam do estudo de SELBY; WOOLLARD (2013) que, a partir de uma revisão com diversas referências, procurou identificar os termos que conceituam o PC. O trabalho de Selby identificou os seguintes termos: a) um processo de pensamento; b) abstração; c) decomposição; d) pensamento algorítmico; e) avaliação; e f) generalização (p. 5). A mesma autora, juntamente diversos colegas, por meio do projeto britânico “Computing at school”⁵, lançaram um guia do PC para professores (CSIZMADIA et al., 2015), onde reforçam esses conceitos (p. 6) e também apresentam algumas técnicas (refletindo, codificando, projetando, analisando e aplicando) as quais podem ser associadas com o PC e operacionalizadas em sala de aula, no local de trabalho ou em casa.

2.4.3 QP3 - Quais são os fundamentos educacionais dos *framework*?

Essa questão de pesquisa investiga os fundamentos educacionais das propostas de *framework*. Verificou-se que algumas das teorias citadas não são propriamente “teorias educacionais”, como, por exemplo, a Teoria da Autodeterminação e ARCS as quais são originárias da área da psicologia. Porém foram incluídas nesta relação pois influenciam diretamente a concepção e avaliação dos *frameworks* propostos. A Tabela 7 relaciona as teorias e os respectivos estudos. Algumas propostas de *framework* incorporam mais de uma teoria, como em BEHNKE; KOS; BENNETT (2016), por exemplo, que fundamenta a proposta no Construcionismo, no Conectivismo e na Teoria da Autodeterminação. Analisando a Tabela 7 é possível verificar que o Construcionismo, explicitamente ou subentendido a partir das referências⁶, é utilizado em 11

⁵No site do projeto em <https://www.computingatschool.org.uk/> é possível encontrar mais informações, inclusive materiais didáticos sobre computação na educação ou, mais especificamente, sobre PC.

⁶Foi possível identificar que, em alguns casos, o construtivismo ou construcionismo não é citado de forma explícita, mas os estudos indicam referências claramente identificadas como construtivistas ou construcionistas.

Tabela 6 – Conceitos, práticas, habilidades ou competências desenvolvidas pelos *frameworks*

Hab./Comp./Prát.	Estruturação	Interdisciplinar	Avaliação	Games	Total
Abstração	ANGELI et al. (2016), FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), LOWE; BROPHY (2017), CASPERSEN; NOWACK (2013), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016),	WEINTROP et al. (2016), KARAMPA; PARASKEVA (2018), JCROSS et al. (2016), SENGUPTA et al. (2013), AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017), KALE et al. (2018), RONSIVALLE et al. (2018)	ZHONG et al. (2016), SEITER; FOREMAN (2013), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013), ISRAEL et al. (2016)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	18
Pensamento algorítmico (sequência, paralelismo, iteração/looping, condicionais, variáveis, eventos, agentes)	ANGELI et al. (2016), LOWE; BROPHY (2017), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016), FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), DEE et al. (2017),	WEINTROP et al. (2016), KARAMPA; PARASKEVA (2018), JCROSS et al. (2016), SENGUPTA et al. (2013), AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017), KALE et al. (2018)	CHEN et al. (2017), SEITER; FOREMAN (2013), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017), ZHONG et al. (2016)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	18
Depuração	ANGELI et al. (2016), FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), LOWE; BROPHY (2017), DEE et al. (2017)	KALE et al. (2018)	ZHONG et al. (2016), CHEN et al. (2017), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	11
Decomposição	ANGELI et al. (2016), LOWE; BROPHY (2017)	WEINTROP et al. (2016), KARAMPA; PARASKEVA (2018), JCROSS et al. (2016), AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017), KALE et al. (2018)	SEITER; FOREMAN (2013), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	10
Dados	LOWE; BROPHY (2017), CASPERSEN; NOWACK (2013), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016)	WEINTROP et al. (2016)	SEITER; FOREMAN (2013), CHEN et al. (2017)	PELLAS; VOSINAKIS (2017), KOTINI; TZELEPI (2015)	8
Programação	BEHNKE; KOS; BENNETT (2016)	KOPCHA et al. (2017), MAGANA; SILVA COUTINHO (2017)	CHEN et al. (2017), SEITER; FOREMAN (2013), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017)	PELLAS; VOSINAKIS (2017), BASAWAPATNA et al. (2013)	8
Reconhecimento de padrões	LOWE; BROPHY (2017)	KARAMPA; PARASKEVA (2018), JCROSS et al. (2016), AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017), KALE et al. (2018)	GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	7
Modelagem	CASPERSEN; NOWACK (2013)	JCROSS et al. (2016), MAGANA; SILVA COUTINHO (2017)	ZHONG et al. (2016), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013)	KOTINI; TZELEPI (2015)	6
Teste	FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), LOWE; BROPHY (2017)		ZHONG et al. (2016)	KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	5
Generalização	ANGELI et al. (2016), LOWE; BROPHY (2017)	KARAMPA; PARASKEVA (2018)		PELLAS; VOSINAKIS (2017)	4
Simulação	LOWE; BROPHY (2017)	MAGANA; SILVA COUTINHO (2017)		KOTINI; TZELEPI (2015), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	4

dos 29 trabalhos, ou seja, em aproximadamente 38%. Pode-se somar a esses, aqueles que fazem referência ao Construtivismo, pois o Construcionismo tem suas bases no próprio Construtivismo. Desta forma são 13 trabalhos com fundamentos Construtivistas/Construcionistas o qual significa quase a metade das propostas (45%).

Tabela 7 – Conceitos que embasam os estudos da RSL

Conceito (Teoria, método, filosofia, taxonomia)	Estudos	Total
Construcionista (não explicitamente)	ANGELI et al. (2016), LOWE; BROPHY (2017), DEE et al. (2017), FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017), WEINTROP et al. (2016), SENGUPTA et al. (2013)	6
Construcionismo de Papert	KOTSOPOULOS et al. (2017b), BEHNKE; KOS; BENNETT (2016), ZHONG et al. (2016), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017), PELLAS; VOSINAKIS (2017)	5
Educação STEM/STEAM,	WEINTROP et al. (2016), KOPCHA et al. (2017), JCROSS et al. (2016), MANGANA; SILVA COUTINHO (2017), KARAMPA; PARASKEVA (2018)	4
Zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (especificamente)	KOTSOPOULOS et al. (2017b), ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017), BASAWAPATNA et al. (2013)	3
Construtivismo	SENGUPTA et al. (2013), KOTINI; TZELEPI (2015)	2
Taxonomia de Bloom	RONSIVALLE et al. (2018), GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013)	2
TPACK/TPCK	KALE et al. (2018), (ANGELI et al., 2016)	2
Sócio-construtivismo de Vygotsky (genericamente)	ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017)	1
Zona de Fluxo proximal	BASAWAPATNA et al. (2013)	1
Conectivismo	BEHNKE; KOS; BENNETT (2016)	1
Teoria da Autodeterminação	BEHNKE; KOS; BENNETT (2016)	1
Métodologia Montessoriana	RONSIVALLE et al. (2018)	1
Educational design research (EDR)	KOPCHA et al. (2017)	1
ARCS	KARAMPA; PARASKEVA (2018)	1
Sala de aula invertida	KARAMPA; PARASKEVA (2018)	1
Aprendizagem colaborativa	KARAMPA; PARASKEVA (2018)	1
Exemplos trabalhados	CASPERSEN; NOWACK (2013)	1
Aprendizagem orientada por tarefas	FAN; YANG (2017)	1
PC apenas	PÉREZ; VALLADARES (2018)	1
Não foi possível identificar	AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017), CHEN et al. (2017), SEITER; FOREMAN (2013), GIORDANO et al. (2015), ISRAEL et al. (2016), LIM (2017)	6

Além do Construtivismo e do Construcionismo cabe destacar a Educação STEM que fundamenta alguns trabalhos que buscam utilizar a interdisciplinaridade e as teorias propostas por Vygotsky, em geral o socioconstrutivismo ou mais especificamente a zona de desenvolvimento proximal.

2.4.4 QP4 - Quais são os públicos-alvos dos *frameworks*?

Essa QP visa sistematizar o foco, em relação a público-alvo, dos estudos incluídos. Em alguns deles a identificação do público-alvo não foi explicitamente descrita. É necessária uma análise em relação a intenção dos autores em atingir determinado público. Em alguns trabalhos são realizados estudos de caso com estudantes de um determinado ano escolar. Porém, é preciso analisar se os autores tem como foco, especificamente, apenas os estudantes daquele ano ou se a proposta pretende atingir um público mais amplo ou mesmo não ter um público específico. Em outras propostas os autores definem claramente sua visão de público-alvo. A Tabela 8 descreve a visão dos autores desta RSL em relação aos públicos que os trabalhos pretendem atingir. É possível verificar que a maior quantidade de estudos tem como público o ensino fundamental.

Tabela 8 – Público-alvo dos estudos da RSL

Público	Estudos	Total (%)
Ensino Fundamental	ANGELI et al. (2016); ZHONG et al. (2016); CHEN et al. (2017); RONSIVALLE et al. (2018); SEITER; FOREMAN (2013); JCROSS et al. (2016); SENGUPTA et al. (2013); BASAWAPATNA et al. (2013); KALE et al. (2018); KARAMPA; PARASKEVA (2018); PÉREZ; VALLADARES (2018)	11 (37%)
Ensino Médio (<i>high school</i>)	FAN; YANG (2017); CASPERSEN; NOWACK (2013); WEINTROP et al. (2016); PELLAS; PEROUTSEAS (2016); PELLAS; VOSINAKIS (2017)	5 (17%)
Ensino Fundamental e médio (K-12)	ISRAEL et al. (2016); KOPCHA et al. (2017); DEE et al. (2017); FRONZA; EL IOINI; CORRAL (2017)	4 (13%)
Ensino Superior	ROMERO; LEPAGE; LILLE (2017); BEHNKE; KOS; BENNETT (2016); MAGANA; SILVA COUTINHO (2017); AZMAN; ARSAT; MOHAMED (2017)	4 (13%)
Geral ou Não especificado	KOTINI; TZELEPI (2015); KOTSOPOULOS et al. (2017b); LOWE; BROPHY (2017); LIM (2017); GOUWS; BRADSHAW; WENTWORTH (2013); GIORDANO et al. (2015)	6 (20%)

2.4.5 QP5 - Quais são as referências mais citadas pelo conjunto de estudos incluídos na RSL?

Considerando que o foco da RSL é o PC, não surpreende que a pesquisadora Jeannette Wing seja a autora mais citada. Dos 29 estudos incluídos, 26 referenciam seus artigos. Dentre os artigos da pesquisadora, WING (2006) possui 22 citações, sendo considerado pela comunidade científica como o artigo que coloca novamente em evidência a utilização da ciência da computação na educação e também retoma e procura melhor definir o termo “Pensamento Computacional”. A expressão já havia sido utilizada anteriormente em PAPERT (1980, p. 182) e em PAPERT (1996, p.14), porém o autor não define precisamente o que seria o conceito. Considerando a relevância de Jeannette Wing para o tema que é foco dessa revisão, organizou-se a Tabela 9, a qual apresenta as referências da autora que foram mais citadas pelos estudos incluídos nessa RSL. A coluna “Citações RSL” apresenta a quantidade de citações considerando apenas os estudos incluídos nessa revisão. Na coluna “Citações Google” foi inserido o número de citações⁷ indicado pelo Google Scholar para que se possa inferir a importância do artigo.

Tabela 9 – Artigos mais citados de Jeannette Wing

Artigo	Citações RSL	Citações Google
WING (2006)	22	5608
WING (2008)	11	1224
WING (2011)	3	222
CUNY; SNYDER; WING (2010)	3	154

Em relação aos demais artigos, a Tabela 10 mostra a relevância da proposta de *framework* de BRENNAN; RESNICK (2012) o qual já foi brevemente abordado no início desta seção sobre trabalhos correlatos. O próprio Papert, criador da teoria de aprendizagem construcionista, também é referenciado, principalmente com os livros *Mindstorms* (PAPERT, 1980) e *Constructionism: Research Reports and Essays, 1985-1990* (PAPERT; HAREL, 1991a). Esse fato reforça os resultados encontrados nesta revisão.

⁷O levantamento das citações, no Google Scholar, foi realizado em dez de 2018.

Tabela 10 – Principais referências dos estudos incluídos na revisão sistemática

Referência	Ocorrências
WING (2006)	22
BRENNAN; RESNICK (2012)	11
COUNCIL (2010) e COUNCIL (2011)	11
WING (2008)	11
BARR; STEPHENSON (2011)	9
PAPERT (1980)	8
GROVER; PEA (2013)	7
FURBER et al. (2012)	5
RESNICK et al. (2009)	5
BARR; HARRISON; CONERY (2011)	5
YADAV et al. (2011)	4
REPENNING; WEBB; IOANNIDOU (2010)	4
ASTRACHAN; BRIGGS (2012)	4
LYE; KOH (2014)	4
KOH et al. (2010)	4
GUZDIAL (2008)	4
PAPERT; HAREL (1991a)	4
DISESSA (2001)	4
ISTE (2011)	4

são, na QP3, que investiga as teorias que fundamentam as propostas de *frameworks* e conclui que a teoria construcionista de Papert é uma das mais utilizadas (Tabela 7).

Além de Wing, Resnick e Papert, também foram mencionados, de forma recorrente, os relatórios publicados em 2010 e 2011 do *workshop* sobre o escopo e a natureza do PC (COUNCIL, 2010) e sobre aspectos pedagógicos (COUNCIL, 2011). Ambos foram organizados pelo Conselho Nacional de Pesquisa americano (*National Research Council* - NRC). Em especial, a publicação COUNCIL (2010) debate questões “existenciais” do PC ou seja, “O que é o PC?” e um “olhar para frente”. Aborda também diversas “questões em aberto” (COUNCIL, 2010, p. 59).

Similarmente aos relatórios da NRC, principalmente na questão de “explicar o que é o PC”, destaca-se em relação a quantidade de citações o artigo *Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?* (BARR; STEPHENSON, 2011) o qual aborda questões referentes às múltiplas definições de PC, sobre as diversas possibilidades de colocar o PC na “sala de aula”, os conceitos e habilidades e, por fim, trata de estratégias para alcançar mudanças sistemáticas na educação K-12 por meio de políticas educacionais (BARR; STEPHENSON, 2011, p. 53).

Seguindo essa mesma linha, pois também trata de “explicar o PC” (partindo de WING (2006)) e também focada em K-12, o estudo apresentado em GROVER; PEA (2013) faz uma revisão do estado da arte do PC a partir de diversos autores. Procura definir e justificar o porquê do PC (GROVER; PEA, 2013, p. 39), aborda ferramentas, avaliação e uma seção específica sobre questões curriculares pertinentes ao K-12 (GROVER; PEA, 2013, p. 40).

2.5 Considerações finais desta seção

A revisão apresentada nesta seção visa conhecer o estado da arte em relação a propostas que se autointitulam de *frameworks* para PC, principalmente no que se refere aos seus objetivos, ao desenvolvimento de competências, o ensino de conceitos e a utilização de teorias e metodologias. Para tanto foi utilizado o método de RSL que define um conjunto de passos para a elaboração de uma revisão e a consequente publicação dos resultados.

Algumas tendências podem ser observadas a partir desta RSL. Papert e a teoria de aprendizagem Construcionista são citados em praticamente metade dos estudos ou propostas de *frameworks*. A citação se dá pelo caráter histórico, pois o autor foi pioneiro nesta área que envolve computação e educação mas também pela utilidade da teoria, do aprender fazendo, da mão na massa e da construção de artefatos significativos. Em relação ao termo significativo, em diversas propostas a necessidade do “fazer sentido para o estudante” é colocada em evidência. Sobre isso, BLIKSTEIN (2016) explica a importância da “negociação local, em tempo real, para escolher temas geradores autênticos, que sejam de fato relevantes para os alunos”.

Coerentemente, em relação aos autores mais citados, além da pesquisadora Jeannette Wing, aparecem Papert e Resnick onde o primeiro é o criador da teoria de aprendizagem construcionista e o segundo seu sucessor na liderança de projetos relacionados a computação na educação no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Um dos textos mais referenciados pelo conjunto de estudos dessa RSL é um *framework* proposto por BRENNAN; RESNICK (2012) que procura estruturar conceitualmente o PC e um formato de avaliação. Porém, cabe ressaltar que a proposta é bastante específica para projetos que visem desenvolver o PC por meio da programação em ambiente Scratch. Resnick também é muito referenciado, pelo conjunto de artigos dessa RSL, tanto em relação a trabalhos mais específicos sobre a ferramenta Scratch (RESNICK et al., 2009) quanto em relação a própria teoria de aprendizagem construcionista e a aprendizagem criativa (RESNICK, 2017; RODEGHIERO; SPEROTTO; ÁVILA, 2018).

Em relação as competências do PC, por mais que alguns estudos ainda questionem quais seriam, esse levantamento apontou uma tendência já vislumbrada por outros pesquisadores como SELBY; WOOLLARD (2013). Os *frameworks*, em sua maioria, trabalham com o desenvolvimento da abstração que, concordando com WING (2008), parece ser a primeira e mais importante habilidade a ser desenvolvida. Porém, um aspecto não abordado ou não identificado na análise realizada nas propostas de *framework* é a recomendação de WING (2008) de trabalhar ou desenvolver essa capacidade em múltiplos níveis, com especial atenção ao entendimento das relações entre essas diferentes camadas.

Além de abstração, diversas competências aparecem nos estudos (Tabela 6), como o pensamento algorítmico, que inclui o estudo de sequências, iterações, condicionais, variáveis e outros elementos, o reconhecimento de padrões que está muito vinculado com a capacidade de generalizar soluções, a decomposição de um problema em subproblemas menores e menos complexos, a avaliação, no sentido de dimensionar trocas entre tempo e espaço e entre poder de processamento e capacidade de armazenamento (WING, 2006; SELBY; WOOLLARD, 2013), a depuração/testes e a capacidade de manipular/organizar dados.

Outro aspecto que se destaca a partir da análise das propostas de *framework* é a questão interdisciplinar e a importância da “Educação STEM”. Nessa linha e contextualizando para a realidade brasileira, um fator atualmente em evidência é a base nacional comum curricular (BNCC) (EDUCAÇÃO BRASIL, 2018) que “define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica”. Seria relevante ao contexto brasileiro a concepção de propostas de estruturas que envolvessem o desenvolvimento de competências do PC e a filosofia interdisciplinar da educação STEM, a partir dos conteúdos propostos na BNCC.

Em relação a abrangência do público-alvo, as propostas, em sua maioria, visam uma audiência mais específica ou restrita, ou seja, estudantes do ensino fundamental ou do ensino médio. Apenas quatro propostas (13%) indicam o chamado K-12 como foco. Não foi possível identificar, com absoluta certeza, propostas amplas que visem a disseminação ou incorporação do PC em todos os níveis, do ensino fundamental a pós-graduação. Identifica-se assim uma oportunidade de propostas mais genéricas que possam ser adaptadas ou que tenham a previsão de desenvolver habilidades relacionadas ao PC, como abstração, decomposição, pensamento algorítmico, generalização e outras, para todas as faixas etárias.

No que diz respeito a questão de pesquisa geral “Como as propostas de *frameworks* para PC podem contribuir para o desenvolvimento dessa área?” cabe reforçar que as propostas, dentro dos seus respectivos focos/objetivos, procuram organizar ou sistematizar um conjunto de componentes para resolver um determinado problema. Assim, outros pesquisadores podem mais facilmente (e rapidamente) utilizar ou generalizar os procedimentos em contextos diversos daquele originalmente pensado. De certa forma, isso conduz a ocorrência um ciclo iterativo com múltiplas execuções desses frameworks e as conseqüentes avaliações com propostas melhoria. Esse processo de utilização, teste e melhoria dos frameworks pode, por hipótese, contribuir para o desenvolvimento da área, no caso ampliando e qualificando a promoção do PC.

Por fim, enquanto limitação desta revisão, cabe registrar que muitas propostas de *frameworks* relacionados ao PC podem não ter sido incluídas neste levantamento. Isso

se deve ao fato de não estarem, esses trabalhos, autodenominados de *framework*. Neste sentido, enquanto possibilidade de trabalho futuro, caberia um esforço para determinar requisitos mínimos de configuração ou de características de um “*framework para PC*” ou, em outras palavras, quais componentes estabeleceriam um “*framework para PC*”.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os principais temas que fundamentam a proposta de *framework* relatada nesta tese. A apresentação do referencial inicia na Seção 3.1, com os modelos conceituais ou *frameworks* PCK e TPACK os quais foram utilizados como base na concepção do *framework*. Em seguida, na Seção 3.2, é realizada uma introdução ao conceito de rubricas, pois trata-se de um importante componente do *framework* proposto nesta tese. Na Seção 3.3, são abordados aspectos gerais relativos ao PC, bem como um relato mais detalhado das habilidades (abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação) que foram consideradas no escopo deste trabalho e que são fundamentais para a construção da proposta. Nesta mesma seção, aborda-se a teoria de aprendizagem construcionista, a qual é gênese de diversos movimentos importantes que envolvem o desenvolvimento de competências fundamentais ao cidadão do século XXI como, por exemplo, a robótica educacional e o movimento *maker* na educação. Cabe destacar também que Seymour Papert, pesquisador que desenvolveu a teoria, já falava no Pensamento Computacional em seus textos nas décadas de 1980 e 1990, porém sem aprofundar ou detalhar conceitualmente. Por fim, na Subseção 3.3.3 é delineada uma breve discussão sobre a complementariedade entre o Pensamento Computacional e a teoria construcionista.

3.1 Modelos conceituais PCK e TPCK/TPACK

Esta seção tem por objetivo apresentar os modelos teóricos PCK de SHULMAN (1986) e sua ampliação, o TPCK (também conhecido por TPACK) definido por KOEHLER; MISHRA (2005). Os dois modelos ou *frameworks* visam sistematizar alguns conhecimentos necessários à prática docente, auxiliando no planejamento das aulas. Isso envolve, dentre outras coisas, a elaboração de atividades e de materiais didáticos. Esses modelos serviram como base para o *framework* proposto neste trabalho.

3.1.1 Conhecimento pedagógico do conteúdo - PCK

O *framework* nomeado como *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* ou Conhecimento Pedagógico do Conteúdo foi proposto inicialmente por SHULMAN (1986, 1987) e aborda a integração entre o conhecimento de um conteúdo específico (CK) e o conhecimento pedagógico geral (PK), conforme ilustrado na Figura 5. Procura dar ênfase a um componente que, segundo Shulman, era menosprezado e um verdadeiro “paradigma perdido na pesquisa sobre o ensino” (SHULMAN, 1986, p. 7). Trata da competência que o professor deve ter para adaptar um conteúdo e proporcionar um melhor entendimento dos alunos. Nas palavras do autor:

...é a capacidade de um professor de transformar o conhecimento de conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente poderosas e, ainda assim, adaptáveis às variações de habilidade e formação apresentadas pelos alunos (SHULMAN, 1987, p. 15).

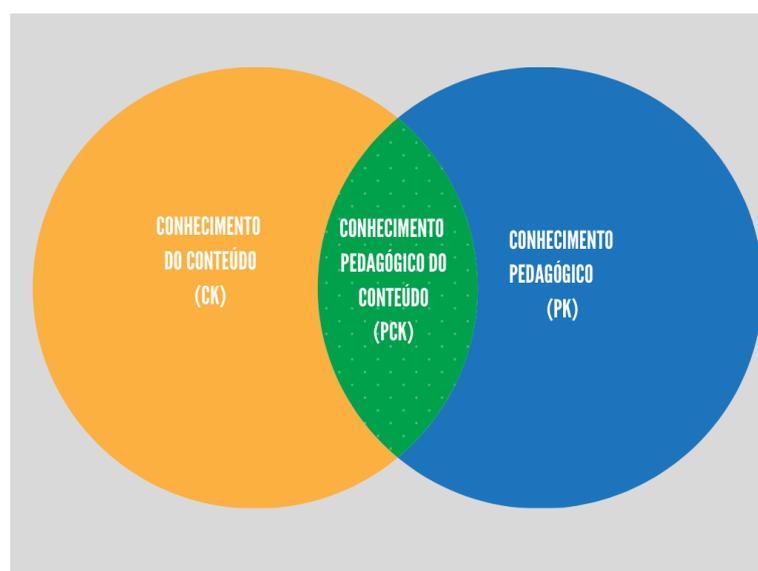


Figura 5 – Modelo ou *framework* PCK. Adaptado de MISHRA; KOEHLER (2006).

O autor fala também da elaboração, por parte do professor, de analogias, ilustrações, explicações e demonstrações. Destaca que o professor deve ter a capacidade de formular o assunto para torná-lo compreensível para os outros. Para Shulman, essa característica de transformar o conteúdo, diferencia o professor de um especialista no assunto. O *framework* PCK vem sendo muito estudado nas últimas décadas. Trata-se de como os professores transformam um conhecimento específico em eventos curriculares em sala de aula. COCHRAN; DERUITER; KING (1993) definiram PCK como “a maneira pela qual os professores relacionam seu conhecimento pedagógico com o conhecimento da matéria no contexto escolar, para o ensino de alunos específicos” (p. 1).

MISHRA; KOEHLER (2006), autores da extensão TPACK, a qual será detalhada na próxima seção, avançam em relação a PCK, afirmando:

O PCK envolve também o conhecimento de estratégias de ensino que incorporam representações conceituais apropriadas a fim de abordar as dificuldades e concepções errôneas do aluno e promover uma compreensão significativa. Também inclui o conhecimento do que os alunos trazem para a situação de aprendizagem...suas estratégias, concepções prévias, conceitos errôneos que eles provavelmente têm sobre um domínio particular e possíveis aplicações errôneas do conhecimento prévio (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1027, tradução nossa).

As subseções que seguem detalham componentes e aspectos relacionados ao modelo PCK.

3.1.1.1 Conhecimento de Conteúdo (CK)

Trata do conhecimento dos professores sobre o assunto a ser abordado (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 63). Harris exemplifica esses conteúdos incluindo o nível escolar, ele cita, a título de exemplo, “ciências do ensino médio, história do ensino médio, história da arte na graduação ou astrofísica no nível de pós-graduação” (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009, p. 5). De acordo com SHULMAN (1986), o conhecimento do conteúdo requer ir além da compreensão dos fatos ou conceitos de um domínio, é necessário entender as estruturas do assunto, teorias, conhecimento de evidências e provas, bem como práticas e abordagens para o desenvolvimento de determinado conhecimento, enfim, assim como um especialista daquela área, compreender os fundamentos mais profundos das disciplinas que ensinam.

3.1.1.2 Conhecimento de Pedagógico (PK)

Envolve o conhecimento aprofundado dos professores sobre os processos e práticas ou métodos de ensino e aprendizagem (KOEHLER; MISHRA, 2009). O componente pedagógico, em si, não está relacionado a um determinado conteúdo, mas é um conhecimento geral da atividade docente. Na visão de Koehler e Mishra envolve:

...a compreensão de como os alunos aprendem, habilidades gerais de gerenciamento de sala de aula, planejamento de aulas e avaliação de alunos. Inclui conhecimentos sobre técnicas ou métodos utilizados em sala de aula; a natureza do público-alvo; e estratégias para avaliar a compreensão do aluno...requer uma compreensão das teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos alunos em sala de aula. (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 64).

Sendo assim, o PK está fundamentado em diferentes áreas como, por exemplo,

a própria pedagogia, a didática, currículo e outros, que envolvem o aprendizado do aluno, relativo aos processos e às práticas gerais de ensino. Enfim, de forma mais geral, envolve a compreensão das teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos alunos em sala de aula (KOEHLER; MISHRA, 2009).

3.1.1.3 Formação e avaliação no PCK

Considerando a importância do PCK, enquanto fundamento teórico, visto a quantidade de estudos que se dedicam ao tema, alguns trabalhos discutem metodologias para formação de professores baseadas ou tendo como ancoragem teórica o *framework* PCK. Em FERNANDEZ (2015) a autora aborda os diversos modelos PCK que foram sendo propostos ao longo do tempo e trata, em especial, a implicação do PCK na formação de professores de ciências.

Em decorrência da preocupação voltada a formação de professores, outro campo de pesquisa muito estudado é a avaliação do nível PCK dos professores. Alguns estudos sugerem que é possível mensurar a preparação do professor para ensinar na sua área a partir dos conhecimentos definidos no PCK. Neste sentido, alguns instrumentos, em especial rubricas, foram propostas (KIND, 2019; CHAN; ROLLNICK; GESS-NEWSOME, 2019; PARK; SUH; SEO, 2018; LEE et al., 2007). Por exemplo, em LEE et al. (2007), foi desenvolvida e utilizada uma rubrica para avaliar o PCK de 24 professores de ciências, concentrando-se em duas categorias: conhecimento da aprendizagem do aluno (p. 59) e conhecimento de estratégias instrucionais (p.60). Os autores concluem que o PCK é uma construção difícil de mensurar e que a experiência na docência eleva o nível do PCK pois os professores iniciantes alcançaram níveis limitados ou básicos, mesmo com sólida formação em ciências, enquanto aqueles com mais experiência tinham níveis proficientes de PCK. Outro aspecto citado nas conclusões refere-se à própria natureza do PCK, a dificuldade de categorizar uma citação ou uma seção da entrevista como pertencente a uma das categorias do PCK.

A próxima seção trata do modelo conceitual TPACK, uma extensão do PCK, o qual vem sendo muito utilizado para fundamentar a inclusão de tecnologias na educação. Não serão detalhados os conhecimentos CK, PK e PCK, pois já foram descritos nesta seção. Será dada atenção, além de uma visão geral, ao conhecimento tecnológico (TK) e as respectivas inter-relações TPK, TCK e TPACK.

3.1.2 Modelo conceitual ou framework TPCK/TPACK

O modelo conceitual TPACK, ilustrado na Figura 6, é uma estrutura de conhecimentos do professor que visa a integração bem sucedida de tecnologias na educação. Proposta por KOEHLER; MISHRA (2005), *Technological (T), Pedagogical (P) and (A) Content (C) Knowledge (K)* é uma extensão do PCK de Shulman (SHULMAN, 1986,

1987), o qual foi abordado na seção anterior.

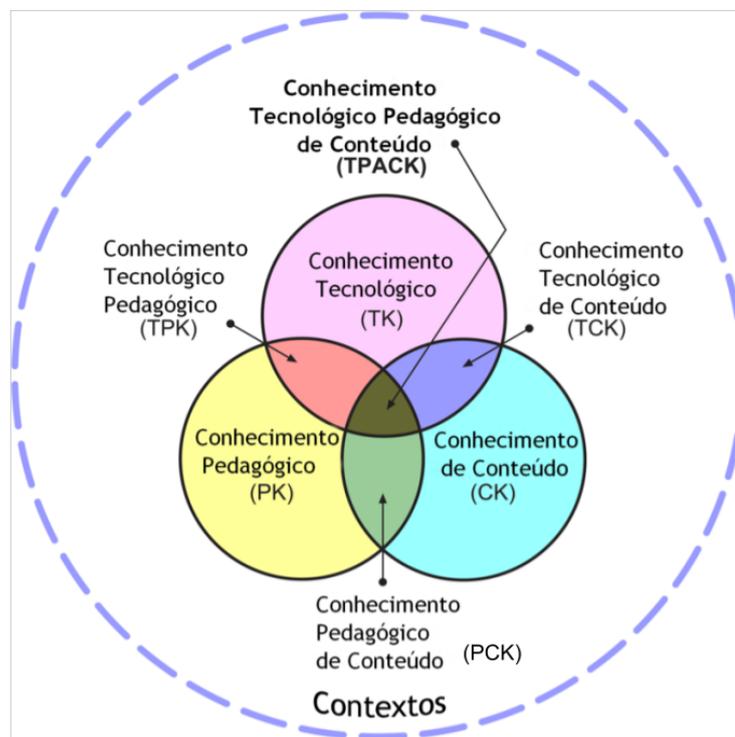


Figura 6 – Modelo TPACK (MISHRA; KOEHLER, 2006).

O modelo era conhecido por TPCK e um “A” foi incluído, ficando TPACK (pronunciado “tee-pack”), para facilitar a pronúncia e para dar uma ideia de “package” ou “pacote” pois segundo os autores:

...captura o fato de que os três domínios do conhecimento não devem ser considerados isoladamente, mas que formam um todo integrado, um “PACOTE TOTAL” por assim dizer, para ajudar os professores a aproveitar a tecnologia para melhorar o aprendizado dos alunos (THOMPSON; MISHRA, 2007, p. 38).

A questão da escolha da sigla TPACK visa reforçar a importância da integração dos conhecimentos e modificar a ideia de que “bastaria ensinar tecnologia aos professores para que eles naturalmente descobrissem como usar a tecnologia para ensinar sua área de conteúdo” (THOMPSON; MISHRA, 2007, p. 38). Assim, reforçam que é preciso ir além das abordagens tecnocêntricas simplistas, porque o conhecimento da tecnologia não leva necessariamente a um ensino eficaz que envolva a aprendizagem de conteúdos com uso de tecnologias.

O TPACK proporciona aos professores um modo de pensar sobre a integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdos. Neste sentido, enfatizando a utilidade do modelo, HARRIS; PHILLIPS (2018) lembra do conceito de Papert sobre “ideias poderosas” ou “conceitos que se tornam ferramentas para se pensar” (PAPERT, 1980, p. 132). Assim, o TPACK amplia o PCK e procura deixar explícito os conhecimentos

necessários que possibilitem promover a reflexão, por parte dos professores, no que diz respeito da integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdos.

O modelo conceitual TPACK, além de evidenciar os componentes que envolvem o fazer docente, principalmente no que diz respeito a incorporação de tecnologias na educação, proporciona, essencialmente, uma reflexão mais detalhada das implicações que decorrem das inter-relações (PCK, TPK, TCK e TPACK) entre esses elementos. Assim, o TPACK é implementado, em parte, durante o planejamento instrucional, ou seja, quando o professor organiza suas aulas e materiais didáticos (HARRIS; HOFFER, 2011a). As próximas seções visam apresentar o novo elemento (TK) e as inter-relações que compõem o modelo conceitual TPACK.

3.1.2.1 Conhecimento de Tecnológico (TK)

Considerando que o objetivo do modelo TPACK é a inclusão bem sucedida de tecnologias na educação e que estende a linha dos conhecimentos proposta por Shulman, fica evidente que um dos saberes necessários ao professor seja o tecnológico. KOEHLER; MISHRA (2009) relatam a dificuldade de definir o conhecimento tecnológico, muito em função do risco de rápida obsolescência. Discute-se o que seria “tecnologia” em um contexto educacional. Alguns consideram que um lápis, um livro, o quadro (de giz ou de caneta) são tecnologias assim como as digitais (GRAHAM, 2011, p. 1956). Outros defendem que as tecnologias mais tradicionais já se tornaram transparentes e não deveria ser consideradas no conhecimento tecnológico do TPACK, mantendo apenas, enquanto foco do estudo, aquelas que ainda trazem dificuldades ou dúvidas na sua utilização, notadamente as digitais (COX, 2008, p. 99).

De forma geral, o componente TK envolve as habilidades necessárias para operar tecnologias específicas. Para as digitais, abrange o conhecimento dos sistemas operacionais, o hardware dos dispositivos computacionais e a capacidade de utilizar ferramentas (software), como processadores de texto, planilhas, navegadores e aplicativos para comunicação (MISHRA; KOEHLER, 2006). Cabe destacar que a rápida obsolescência das tecnologias digitais exige dos professores “a capacidade de aprender e se adaptar às novas tecnologias (independentemente de quais sejam as tecnologias específicas)” (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028). Em relação a capacidade de adaptação, um estudo recente, apresentado em YURDAKUL (2018), mostra indícios que professores em formação que são nativos digitais (PRENSKY, 2001) ou que se percebem nesta condição (TEO; KABAĞÇI YURDAKUL; URSAVAŞ, 2016), seriam mais competentes em relação ao TPACK ou, em outras palavras, um aumento no nível percebido da “natividade digital” implicaria em mais competência TPACK.

3.1.2.2 *Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)*

O TPK é o conhecimento da existência, dos componentes e das diferentes capacidades de várias tecnologias para utilização em ambientes de ensino e aprendizagem e, inversamente, de saber como o ensino pode ser alterado a partir do uso de determinadas tecnologias. Envolve o entendimento, por parte do professor, da forma mais apropriada de utilização das tecnologias. Isso implica em conhecer o potencial pedagógico (benefícios) e as restrições (limitações) dessas ferramentas. Segundo KOEHLER; MISHRA (2009) o TPK é particularmente importante porque os aplicativos mais utilizados não são projetados para fins educacionais. Desta forma, cabe aos professores, desenvolver habilidades que permitam a conversão de, por exemplo, softwares comerciais em ferramentas adequadas a uma utilização pedagógica.

3.1.2.3 *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)*

O TCK é o conhecimento de como tecnologia e conteúdo estão reciprocamente relacionados (MISHRA; KOEHLER, 2006). Os professores precisam conhecer a maneira pela qual um assunto, em particular, pode ser alterado, a partir da utilização da tecnologia, visando alavancar a aprendizagem por meio, por exemplo, de atividades e materiais didáticos. Assim, é fundamental que o professor saiba utilizar as ferramentas tecnológicas mais apropriadas a um determinado conteúdo, inclusive buscando plataformas que tornem menos árduo o aprendizado dos conteúdos como, por exemplo, a utilização softwares para conteúdos da matemática ou da física que permitam a realização de simulações onde, de outra forma, seria mais difícil de explicar ou demonstrar a partir da visualização da “vida real” (impossível em alguns casos) ou mesmo utilizando lápis, papel, giz e quadro (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028).

3.1.2.4 *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)*

Neste tópico serão especificados alguns detalhes pertinentes ao componente TPACK, o qual agrega os conhecimentos sobre tecnologia, pedagogia e conteúdos. Cabe reforçar que, aqui, será tratado do componente específico TPACK e não do modelo conceitual. O componente, segundo Koehler e Mishra:

...é uma forma emergente de conhecimento que vai além de todos os três componentes principais... é um entendimento que emerge das interações entre conteúdo, pedagogia e conhecimento tecnológico. Subjacente ao ensino verdadeiramente significativo e profundamente qualificado com tecnologia ... é diferente do conhecimento de todos os três conceitos individualmente...é a base do ensino eficaz com tecnologia, exigindo uma compreensão da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que usam tecnologias de maneiras construtivas para ensinar conteúdo; conhecimento do que

torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os estudantes enfrentam (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 66, tradução nossa).

Reforçam ainda, os autores, a importância do desenvolvimento da capacidade do professor em navegar com flexibilidade nos espaços definidos pelos três elementos e nas complexas interações entre esses elementos, sem ignorar a complexidade de cada parte e as complexidades das relações entre eles. Sendo assim, é preciso desenvolver fluência e flexibilidade cognitiva não apenas em cada um dos domínios-chave (TK, PK e CK), mas também na maneira como esses domínios e parâmetros contextuais se inter-relacionam. MISHRA; KOEHLER (2006) descrevem que na visão tradicional os objetivos pedagógicos e as tecnologias a serem usadas se constroem a partir da escolha do conteúdo a ser ensinado. Por outro lado alerta que:

a Internet pode ser vista como um exemplo de uma tecnologia cuja chegada forçou os educadores a pensar sobre as principais questões pedagógicas...nesse contexto, é a tecnologia que conduz os tipos de decisões que tomamos sobre conteúdo e pedagogia (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1029).

A implicação da introdução da Internet, descrita na citação acima, pode ser melhor explicada pela conseqüente aprendizagem on-line. Trata-se de um exemplo da chegada de uma tecnologia que forçou os educadores a pensar sobre questões pedagógicas fundamentais relativas a adaptação do conteúdo para a *world wide web* e de como promover a interação entre os atores do processo (professores versus alunos, alunos versus alunos) (KOEHLER et al., 2004).

3.1.2.5 *Conhecimento ConteXtual (XK)*

O modelo TPACK explicita o conhecimento contextual (XK), ou seja, os saberes do professor sobre o contexto específico em que atua. Na Figura 6 esse conhecimento é representado pela linha pontilhada, localizando-se ao entorno dos demais conhecimentos. Segundo MISHRA (2019) se define como:

O conhecimento contextual seria tudo, desde a conscientização do professor sobre as tecnologias disponíveis, até o conhecimento do professor sobre as políticas da escola, do distrito, do estado ou nacional em que elas operam...isso torna o círculo externo outro domínio de conhecimento que os professores devem possuir para integrar a tecnologia ao ensino. Isso, por sua vez, implica que o conhecimento contextual é algo que nós (como educadores de professores) podemos agir, mudar e ajudar os professores a desenvolver. (MISHRA, 2019, p. 76-77, tradução nossa).

Conforme descrito na citação acima, os autores alertam que é necessário desen-

volver, além dos componentes do TPACK, o conhecimento contextual dos professores pois, a falta deles, limita a eficácia e o sucesso de qualquer desenvolvimento de TPACK.

Também em relação ao contexto, o artigo de PORRAS-HERNÁNDEZ; SALINAS-AMESCUA (2013) reforça importância desse conhecimento e afirma que o conceito carece de mais desenvolvimento teórico para esclarecer sua complexidade, expandir suas várias dimensões e tornar visíveis as variáveis subjetivas do professor como parte do modelo TPACK. Para isso os autores propõem a criação de duas dimensões de contexto:

1. escopo, o qual refere-se aos contextos:
 - (a) macro, definido por condições sociais, políticas, tecnológicas e econômicas;
 - (b) meso, que são as condições sociais, culturais, políticas, organizacionais e econômicas estabelecidas na comunidade local e na instituição educacional;
 - (c) micro, o qual envolve as condições da aula para a aprendizagem;
2. atores, que se refere aos contextos de alunos e professores como objetos de conhecimento com seus próprios contextos (PORRAS-HERNÁNDEZ; SALINAS-AMESCUA, 2013, p. 228). Trata-se aqui de entender esses contextos (de professores e alunos) e o quanto influenciam na aprendizagem.

Em KELLY (2008) também é reforçada a importância do contexto e destaca, ainda, que o design instrucional deve começar pelos recursos físicos da sala de aula, incluindo a disponibilidade e a localização do hardware (p. 4). Além disso, alerta para outras características que devem ser levadas em consideração como as demográficas, ou seja, a idade, a etnia, o status socioeconômico, o gênero e outros. Por fim aponta mais três áreas relevantes para a instrução envolvendo o TPACK - a amplitude e profundidade do conhecimento e habilidades da tecnologia do aluno (e do professor), padrões de pensamentos e estratégias de processamento de informações e características psicossociais (p. 5-6).

3.1.2.6 Quadro síntese com exemplos

A Tabela 11 apresenta um quadro síntese, proposto por CHAI; KOH; TSAI (2013), dos componentes do modelo TPACK, apresentando as descrições e respectivos exemplos. São, ao todo, sete componentes, sendo os três básicos (PK, CK e TK), as interações (PCK, TPK e TCK) e a inter-relação que agrega todos os conhecimentos e também dá nome ao modelo conceitual ou *framework* (TPACK).

Tabela 11 – Síntese dos componentes TPACK e respectivos exemplos (CHAI; KOH; TSAI, 2013, p. 33, tradução nossa)

Comp.	Definição	Exemplo
TK	Conhecimento sobre como usar hardware e software de TIC e periféricos associados	Conhecimento sobre como usar ferramentas da Web 2.0 (por exemplo, Wiki, Blogs, Facebook)
PK	Conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos, métodos de ensino, diferentes teorias educacionais e avaliação de aprendizagem para ensinar um assunto sem referências ao conteúdo	Conhecimento sobre como usar a aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino
CK	Conhecimento do assunto sem consideração sobre o ensino do assunto	Conhecimento sobre assuntos de Ciência ou Matemática
PCK	Conhecimento de representação de conhecimento de conteúdo e adoção de estratégias pedagógicas para tornar o conteúdo / tópico específico mais compreensível para os aprendizes	Conhecimento do uso de analogias para ensinar eletricidade (ver Shulman, 1986)
TPK	Conhecimento da existência e especificações de várias tecnologias para permitir abordagens de ensino sem referência ao assunto	A noção de Webquest, KBC, utilizando as TIC como ferramentas cognitivas, a aprendizagem colaborativa suportada por computadores
TCK	Conhecimento sobre como usar a tecnologia para representar / pesquisar e criar o conteúdo de diferentes maneiras sem considerar o ensino (ensinar).	Conhecimento sobre dicionário on-line, SPSS, ferramentas de TIC específicas do assunto, por exemplo Sketchpad do Geometer, simulação específica do tópico
TPACK	Conhecimento de como usar várias tecnologias para ensinar e / ou representar e / ou facilitar a criação de conhecimento de conteúdo de um assunto específico	Conhecimento sobre como usar o Wiki como ferramenta de comunicação para melhorar a aprendizagem colaborativa em ciências sociais

3.1.2.7 Formas de Implementação do TPACK

Os estudos iniciais que estabelecem a proposta de TPACK (MISHRA; KOEHLER, 2006, 2008; KOEHLER; MISHRA, 2009), o fazem enquanto um arcabouço teórico sobre os conhecimentos que o professor deveria possuir, mas não estabelecem instrumentos ou ferramentas para uma implementação prática desses conceitos visando a melhoria da prática docente. Posteriormente, foram produzidos alguns estudos visando indicar formas de colocar o modelo em prática. Um exemplo são os trabalhos produzidos por Harris os quais apresentam uma taxonomia sobre tipos de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula e quais as ferramentas que poderiam auxiliar nessas atividades (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; HARRIS et al., 2010). Um *website*, desenvolvido pelos autores, disponibiliza diversas informações sobre o projeto (HARRIS; HOFER, 2011b).

Outro exemplo de implementação prática envolve o design instrucional a partir do *framework* TPACK. Nesta linha LEE; KIM (2014) propõe um modelo de design instrucional chamado de TPACK-IDDIRR, cuja sigla significa Introduzir, Demonstrar, Desenvolver, Implementar, Refletir e Revisar. Foi utilizado para apoiar a aprendizagem de professores, ou seja, para que os docentes possam aprender a criar atividades ou aulas a partir do *framework* TPACK. Segundo afirmam os autores, um modelo de design instrucional baseado na estrutura TPACK, no qual a abordagem de aprendizagem por projeto é integrada, pode ser útil na promoção do TPACK nos professores em formação pois oferece orientações explícitas e sistemáticas. Os dois primeiros estágios

da proposta, Introduzir e Demonstrar, são teóricos e apresentados por um professor formador, o qual explica o TPACK e fornece exemplos.

As próximas quatro etapas são realizadas principalmente pelos professores em formação: Desenvolver, onde são elaborados planos de aula baseado em TPACK fundamentado no que aprenderam nas duas etapas anteriores; Implementar, onde a lição é executada e gravada em vídeo. Outros professores em formação atuam como estudantes e fornecem *feedback* ao membro que ensina a lição; Refletir, onde são discutidos os prós e contras da lição; e por fim, Revisar, ou seja, reescrever a instrução para corrigir eventuais problemas detectados. A lição revisada é novamente implementada, refletida e revisada de forma sucessiva até que todos os professores em formação tenham a oportunidade de implementar uma lição. O estudo relata, ainda, a dificuldade dos professores no entendimento do TPACK e, por consequência, algumas carências (por exemplo, combinação dos componentes e não integração) na estrutura das lições que foram desenvolvidas durante a formação (LEE; KIM, 2014, p. 454).

3.1.2.8 *Desafios ao Modelo TPACK*

É importante considerar que a tese, descrita neste texto, visa apresentar uma proposta a qual tem seu núcleo inspirado no TPACK de MISHRA; KOEHLER (2008) e, por consequência, no PCK de SHULMAN (1986), mantendo alguns componentes, alterando e incluindo outros. Portanto, cabe analisar alguns desafios ao modelo original para que, na medida do possível, se evite ou minimize os eventuais problemas indicados pela comunidade científica. Um deles, segundo GRAHAM (2011), trata de definições imprecisas do PCK que, por um lado, levaram a muitos tópicos produtivos de discussões para a pesquisa, por outro têm sido uma barreira para a medição do PCK de Shulman que é a base do TPACK. Esse desafio está relacionado a outra questão levantada que se relaciona com a difícil missão de equilibrar os conceitos de parcimônia e complexidade para os modelos teóricos, ou seja, “especificar os construtos com mais profundidade, sem se tornar tão complicado que seja inacessível para todos, com exceção de alguns pesquisadores de elite”(GRAHAM, 2011, p. 1955). Sobre isso ANGELI; VALANIDES (2009) afirmam que é compreensível a preferência por um modelo mais geral, sendo mais amplamente aplicável, porém a falta de algumas especificações é problemática pois não aborda como as potencialidades de ferramentas podem transformar ou apoiar conteúdo e pedagogia. Neste sentido ANGELI; VALANIDES (2009, p. 157) relatam que:

...os limites entre alguns componentes do TPCK como, por exemplo, o que eles definem como conhecimento de conteúdo tecnológico e conhecimento pedagógico tecnológico, são imprecisos indicando uma fraqueza na categorização ou discriminação precisa do conhecimento e, conseqüentemente, uma falta de precisão no conhecimento.

Essa questão do equilíbrio entre parcimônia e complexidade é relevante e está diretamente relacionada a proposta desta tese pois, como está descrito a partir da Seção 4, a proposta é estabelecida em um esquema de camadas onde, no nível mais alto, as definições são mais genéricas e focam na estrutura. Na medida em que desce para instâncias e define teorias de aprendizagem, torna-se mais detalhada ou específica até chegar na atividade a ser executada em sala de aula. A proposta permite infinitas possibilidades de reconfiguração, então diferentes perfis de profissionais da educação podem contribuir nas camadas e componentes da proposição apresentada na tese, de especialistas em teorias de aprendizagem a professores tutores/executores com pouca experiência.

A precisão das definições é outro desafio apontado por GRAHAM (2011). O pesquisador cita a revisão bibliográfica descrita em COX (2008) que “encontrou 13 definições distintas para TCK, 10 definições para TPK e 89 diferentes definições para TPACK...as diferenças identificadas não foram pequenas diferenças...muitas tiveram grandes implicações para entender e medir os construtos” (GRAHAM, 2011, p. 1956).

Outro aspecto importante para a compreensão do modelo é a delimitação de um escopo para o conhecimento tecnológico, principalmente em relação a definição do que vem a ser “tecnologia”. COX (2008) sugere que as tecnologias sejam divididas em (a) transparentes (lápiz, livro, caderno, quadro e outros) que já estão onipresentes na sala de aula e seriam parte do componente PCK e, por outro lado, as (b) emergentes, notadamente as tecnologias digitais. Outro problema em relação ao escopo se refere a indefinição dos limites entre alguns componentes do TPACK (*boundary conditions* (COX, 2008)). Não é precisa a diferença entre, por exemplo, conhecimento tecnológico de conteúdo (TCK) e conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK) (ANGELI; VALANIDES, 2009).

O trabalho de ARCHAMBAULT; BARNETT (2010) explora essas questões relacionadas a dificuldade de diferenciação entre os componentes ao solicitar que professores realizem a categorização de itens como, por exemplo, “Minha capacidade de decidir sobre o escopo dos conceitos ensinados dentro de minha classe” ou “Minha capacidade de criar materiais adequados aos padrões específicos de distrito/estado” (p. 1659). No caso específico da primeira pergunta “Minha capacidade de decidir...”, os autores classificam como um conhecimento de conteúdo e muitos professores consideraram como conhecimento pedagógico de conteúdo. O interessante é que em CHAI; KOH; TSAI (2013) os pesquisadores concordam com a classificação dos professores afirmando que “O item não é claro, pois o escopo do conteúdo pode envolver uma decisão pedagógica, que pode ser classificada adequadamente como PCK” (p. 33). Essa contradição claramente reforça a dificuldade de classificação dos componentes. Na tentativa de minimizar esse problema é apresentada uma tabela em CHAI; KOH; TSAI (2013, p. 33), reproduzida neste texto na Tabela 11, onde é demonstrada

uma definição sucinta de cada componente com os respectivos exemplos os quais foram elaborados (sintetizados) a partir de uma revisão dos estudos publicados em COX; GRAHAM (2009); KOEHLER; MISHRA (2009); MISHRA; KOEHLER (2006).

O porquê da proposta também é questionado por GRAHAM (2011), “Para o TPACK, deve-se perguntar qual valor adicional que agrega ao PCK existente anteriormente e que contribuição pretende adicionar ao corpo de pesquisa de integração tecnológica” (p. 1958). Neste sentido, o autor expõe algumas considerações sobre: (a) valor da construção que aborda a essência do valor da proposta e o valor de cada componente, em especial aqueles relacionados à questão tecnológica; e (b) o valor prescritivo que está relacionado a capacidade do modelo em ajudar os pesquisadores na previsão de resultados. O trabalho de ARCHAMBAULT; BARNETT (2010) também aborda o valor heurístico do modelo que deveria ajudar os pesquisadores a prever resultados ou revelar novos conhecimentos. “Esta é uma fraqueza no modelo atual, já que modelos eficazes podem ser julgados pela sua capacidade de explicar e prever vários fenômenos”(p. 1660). Por fim, cabe destacar que ao citar a sigla TPACK é aconselhável informar se está sendo abordado, de forma mais ampla modelo TPACK (o *framework*) o qual incorpora conceitos, conhecimentos e suas inter-relações ou se está fazendo referência, de forma mais específica, a inter-relação TPACK que integra todos os conhecimentos. Esse cuidado vale também para o modelo PCK, ou seja, quando é feita referência a sigla PCK, é adequado informar se trata especificamente da inter-relação PCK ou mais amplamente ao modelo conceitual PCK.

3.2 Rubricas de avaliação

Rubricas são escalas utilizadas para avaliações de desempenho (MERTLER, 2001). Trata-se de uma forma específica de instrumento de pontuação usado frequentemente para avaliar o desempenho de estudantes ou os produtos resultantes de uma tarefa. As rubricas fornecem descrições em níveis quanto ao que é esperado. Essas descrições ajudam o avaliado a entender por que recebeu determinada pontuação, a qual é referente a ele (conduta ou participação) ou a algo que tenha produzido, e o que precisa fazer para melhorar seu desempenho futuro (MOSKAL, 2000).

Em relação aos passos para a criação de uma rubrica, MERTLER (2001, p. 3) apresenta sua proposta baseado em uma compilação de vários autores. Consiste em:

1. reexaminar os objetivos de aprendizagem;
2. identificar os atributos observáveis específicos (características, habilidades ou comportamentos);
3. identificar maneiras de descrever desempenho acima da média, na média e abaixo da média para cada atributo observável identificado na Etapa 2;

4. descrever narrativas para os níveis mais alto e mais baixo de desempenho usando os descritores para cada atributo separadamente;
5. escrever descrições para os níveis de desempenho para cada atributo;
6. coletar exemplos de trabalhos que exemplificam cada nível;
7. revisar a rubrica e refletir sobre a eficácia.

Outra recomendação na construção das rubricas é a inclusão de critérios quantificáveis e evitar “juízo de valor” (bons, ruins, fácil, difícil, etc). Por exemplo, “os cálculos matemáticos do aluno não contêm erros”, é preferível a “os cálculos do aluno são bons” (BROOKHART, 1999). Para avançar na qualidade da rubrica é importante conhecer os aspectos relacionados a validade (conteúdo, construção e critério) e confiabilidade (MOSKAL; LEYDENS, 2000).

Em relação ao PC, diversos projetos já fazem uso de rubricas para avaliar os produtos ou artefatos que são gerados a partir de atividades propostas. A plataforma Dr. Scratch (MORENO-LEÓN; ROBLES; ROMÁN-GONZÁLEZ, 2015; MORENO-LEÓN; ROBLES, 2015a,b) utiliza uma rubrica própria (MORENO-LEÓN; ROBLES; ROMÁN-GONZÁLEZ, 2015, p.2) para avaliar automaticamente o nível de competência, em relação a conceitos do PC (lógica, paralelismo, interatividade com o usuário, representação de dados, controle de fluxo e sincronização), em projetos desenvolvidos na plataforma Scratch. Essa mesma rubrica (MORENO-LEÓN; ROBLES; ROMÁN-GONZÁLEZ, 2015, p.2) também é utilizada em MUNOZ et al. (2016) para avaliação de uma Oficina de Design de Jogos destinada a adolescentes com Distúrbios do Espectro do Autismo.

Outra proposta de avaliação baseada em rubrica e projetos Scratch é apresentada em SEITER; FOREMAN (2013) onde são avaliados conceitos (nomeados no projeto como “Variáveis de Evidência”) como procedimentos e algoritmos, decomposição de problema, paralelização, abstração e representação de dados. De forma bem similar, em ÇAKIROĞLU et al. (2018) foi proposta e utilizada uma rubrica que permite avaliar quatro dos principais conceitos de programação (sequências, operadores, condições e laços). Também para avaliar os produtos gerados, porém não de forma automática e para os artefatos construídos a partir da plataforma App Inventor¹, em SHERMAN; MARTIN (2015) é proposta uma avaliação baseada em seis itens do “Pensamento Computacional em Geral” e oito relacionados ao “Pensamento Computacional Móvel”.

As rubricas também são utilizadas para avaliar intervenções que utilizam a robótica como estratégia para desenvolvimento do PC. Em BERS (2010) a rubrica é utilizada

¹Ambiente de programação visual para dispositivos móveis onde a codificação é feita por meio de blocos. Foi projetada pelo Google e atualmente é mantida pelo MIT. Disponível em <http://ai2.appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 30 mai 2018

para avaliar o desenvolvimento do PC a partir da utilização de dispositivos tangíveis de robótica. Em CHEN et al. (2017) o estudo apresenta o processo de construção de uma rubrica para avaliar o desempenho de estudantes, em relação ao PC, a partir dos padrões da Computer Science Teacher Association (CSTA)(ASSOCIATION et al., 2011). Os resultados mostraram que o instrumento tem boas propriedades psicométricas e tem o potencial de revelar os desafios de aprendizado do estudante e o desenvolvimento do PC.

Também baseado nos padrões do CSTA, a rubrica apresentada em BORT; BRYLOW (2013) tem como objetivo a avaliação da capacidade de professores, participantes de um *workshop* sobre PC, de sintetizar conceitos centrais do PC em planos de aula que foram por eles apresentados no último dia do *workshop*. Os planos deveriam destacar a integração de seu currículo em sala de aula com habilidades do PC. A rubrica foi estruturada para avaliar a previsão, nos planos, dos seguintes conceitos: a) dados - coleta, análise e representação; b) decomposição de problemas; c) abstração; d) algoritmos e procedimentos; e) automação; f) paralelismo; g) simulação; e h) conexão com outras áreas. Para cada conceito três níveis foram propostos: a) não incorpora; b) o plano prevê a apresentação do conceito em um formato mais passivo para o estudante; e c) o plano estrutura uma atividade que envolva a manipulação ativa do conceito. Também na linha de formação docente, especificamente para desenvolvimento de competências do PC para professores de matemática, em BARCELOS; BORTOLETTO; ANDRIOLI (2016) também foi utilizada a rubrica de MORENO-LEÓN; ROBLES; ROMÁN-GONZÁLEZ (2015, p.2) para dimensionar a absorção dos conteúdos da oficina.

3.3 Pensamento Computacional e teoria de aprendizagem construcionista - duas abordagens complementares

Nesta seção, discute-se a inter-relação entre duas abordagens que são complementares e que tem suas raízes ancoradas nas ideias do pesquisador Seymour Papert. O termo Pensamento Computacional (PC) foi utilizado nas décadas de 1980 e 1990 pelo pesquisador (PAPERT, 1980, 1996), porém sem um aprofundamento teórico. Por outro lado a teoria de aprendizagem construcionista consiste em uma reconstrução pessoal de Papert a partir da teoria construtivista do biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget (ACKERMANN, 2001).

3.3.1 Pensamento Computacional

A discussão sobre o PC foi colocada em evidência a partir de 2006 nos textos da pesquisadora Jeannette Wing (WING, 2006, 2008), porém o termo já tinha sido utilizado por Seymour Papert na década de 1980 (PAPERT, 1980) para se referir ao

tipo de pensamento que uma criança desenvolve quando está trabalhando com computadores. Para alguns pesquisadores (WING, 2017; VALENTE, 2019), o PC é um método para resolução de problemas o qual pode promover, a partir da utilização de seus conceitos, competências que são consideradas fundamentais para o século XXI. Assim, acredita-se que envolver pessoas com o PC favoreça o desenvolvimento de algumas ferramentas mentais como, por exemplo, a habilidade de trabalhar ou desenvolver abstrações, o pensamento algorítmico, o qual envolve trabalhar com sequência de passos para resolver problemas, a generalização de soluções, a identificação de padrões e outras que serão melhor detalhadas na próxima seção onde serão apresentadas algumas referências que buscam responder a pergunta: “O que é o PC?”.

3.3.1.1 *Pensamento Computacional - em busca de um consenso*

Como um sintoma do interesse da comunidade científica sobre o tema é possível verificar a existência de diversas revisões sistemáticas de literatura (RSL) que procuram entender a natureza do PC. Os estudos investigam estratégias, métodos, públicos e diversas outras características (GROVER; PEA, 2013; LOCKWOOD; MOONEY, 2017; BORDINI; AVILA et al., 2017). Outras revisões, mais específicas, abordam estudos que tratam das competências do PC, desenvolvidas a partir do ensino de linguagens de programação (LYE; KOH, 2014; MORENO-LEÓN; ROBLES, 2016), da robótica educacional (BENITTI, 2012; NETO et al., 2015; AVILA et al., 2017B) e do Movimento *Maker* (PAPAVLASOPOULOU; GIANNAKOS; JACCHERI, 2017).

Porém, ainda assim, não é possível afirmar que exista um consenso em relação a uma definição exata do que seja o PC (CSIZMADIA; BOULTON, 2017). Encontrar essa definição é uma “tarefa difícil” segundo VALENTE (2019), tanto para a comunidade da Ciência da Computação quanto para pesquisadores e organizações interessadas nesse tema. Uma visão, usualmente citada em artigos, é dada por Wing, onde a autora afirma que:

O Pensamento Computacional envolve resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano, baseando-se nos conceitos fundamentais da ciência da computação (WING, 2006, p.33).

A própria Wing, posteriormente, enfatiza o PC como um processo mental para formular e resolver problemas:

O Pensamento Computacional é o processo de pensamento envolvido na formulação de um problema e na expressão de sua(s) solução(s) de forma que um computador - humano ou máquina - possa efetivamente executar(WING, 2014, p.1).

Ainda relacionado a conceituação de PC e também com o objetivo de estruturar conteúdos relativos ao tema no currículo escolar, segundo afirma o documento da NSF/ISTE/CSTA (ISTE, 2011), o PC é um processo de solução de problemas que

inclui (mas não está limitado) as seguintes características (ISTE, 2011, p.15):

- Formular problemas em uma estrutura que permita a utilização de um computador ou outra ferramenta para resolvê-los;
- Organizar logicamente e analisar dados;
- Representar dados por meio de abstrações como modelos e simulações;
- Automatizar soluções por meio de algoritmos (série ordenada de passos);
- Identificar, analisar e implementar possíveis soluções com o objetivo de atingir a mais eficiente e efetiva combinação de passos e recursos;
- Generalizar e converter a solução de um problema para resolver uma ampla variedade de problemas.

As características acima são sustentadas por disposições ou atitudes que são essenciais (ISTE, 2011, p.15):

- Confiança em lidar com a complexidade;
- Persistência para trabalhar com problemas difíceis;
- Tolerância com a ambiguidade;
- Habilidade para trabalhar um problema do início ao fim;
- Habilidade para comunicar e trabalhar com outros para atingir um objetivo comum ou solução.

Como já foi dito, esses aspectos não são, propriamente, um consenso na comunidade que pesquisa o PC (GROVER; PEA, 2013; CSIZMADIA; BOULTON, 2017). Ciente disso, a pesquisadora Cynthia Selby desenvolveu estudos revisando diversas referências com o objetivo de verificar quais conceitos seriam mais aplicados em projetos relacionados ao PC (SELBY; WOOLLARD, 2014, 2013). O trabalho de Selby identificou os seguintes termos: a) um processo de pensamento; b) abstração; c) decomposição; d) pensamento algorítmico; e) avaliação; e f) generalização (SELBY; WOOLLARD, 2013, p. 5).

Em relação a ser “um processo de pensamento”, fica evidente que a comunidade se refere ao PC como algo que incorpora uma gama de ferramentas e conceitos mentais da ciência da computação, os quais visam melhorar a nossa capacidade de formulação e solução de problemas.

No que diz respeito à **abstração**, WING (2008) afirma que o conceito é a essência do PC: “decidir quais detalhes precisamos destacar e quais detalhes podemos ignorar

- fundamenta o Pensamento Computacional” (p. 3718). Assim, além de descrever que a construção de abstrações permite mensurar e lidar com a complexidade, também enfatiza a importância do trabalho com múltiplas camadas de abstração e o entendimento das relações ou interfaces entre essas diferentes camadas. Nas palavras dela, afirma:

E assim, a essência (*nuts and bolts*)² do Pensamento Computacional está na definição de abstrações, trabalhando com múltiplas camadas de abstração e entendendo os relacionamentos entre as diferentes camadas. Abstrações são as ferramentas mentais da computação (WING, 2008, 3718).

Essas ferramentas mentais, segundo a autora, tem seu poder amplificado por ferramentas metálicas como, por exemplo, o computador, o qual permite a automatização das abstrações.

O próximo conceito citado por Selby é a **decomposição**. Envolve decompor problemas em partes menores ou, ainda, por funcionalidades que sejam mais gerenciáveis e, em seguida, ter como foco a solução de cada um desses subproblemas (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998a). Desenvolver essa habilidade cognitiva ajuda a resolver problemas complexos, a lidar com situações novas e a projetar sistemas (SELBY; WOOLLARD, 2014). Ao enfatizar a decomposição, cabe destacar a sua relação com a abstração por meio de uma citação de WING (2006):

O Pensamento Computacional é usar abstração e decomposição ao atacar uma tarefa grande e complexa ou projetar um sistema grande e complexo (p. 33).

A complexidade é utilizada por FRIED et al. (2018) para explicar melhor o relacionamento entre os dois conceitos:

Enquanto a abstração ajuda a lidar com a complexidade, simplificando detalhes irrelevantes de um problema complexo, a decomposição ajuda a tratar a complexidade ao quebrar problemas complexos em mais simples (p.1).

Outro aspecto importante da decomposição de problemas é a possibilidade de envolver pessoas diferentes, eventualmente especialistas, num subproblema em particular. Essa estratégia é muito utilizada no desenvolvimento de software, onde diferentes especialistas (*web designer*, administrador de banco de dados, desenvolvedor e outros) são envolvidos e trabalham em partes específicas do sistema.

Já o conceito **generalização** envolve “reconhecimento e generalização de padrões”. Compreende também por identificar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas

²A expressão “nuts and bolts” que literalmente significa “porcas e parafusos” é melhor entendida ou definida por “aspectos práticos, detalhes ou pormenores técnicos”.

semelhantes (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998a). Dessa forma, aproveitando a experiência anterior, é possível resolver mais rapidamente novos problemas. No caso de algoritmos, aqueles que resolvem alguns problemas específicos, podem ser adaptados ou parametrizados para resolver uma classe inteira de problemas semelhantes. Um exemplo pertinente de generalização é a adaptação de um código, bem específico, que desenha um quadrado. Ele pode ser adaptado para desenhar qualquer polígono regular (CSIZMADIA et al., 2015).

Outro conceito apontado por Selby é o **pensamento algorítmico (PA)**, o qual está diretamente relacionado ao conceito de algoritmos. Segundo FUTSCHEK (2006, p. 160), é “um método para resolver um problema que consiste em instruções exatamente definidas”. Por consequência o PA é “um conjunto de habilidades conectadas à construção e compreensão de algoritmos” como, por exemplo, a capacidade de analisar e especificar soluções para determinados problemas. O estudo de CURZON et al. (2014) define um conjunto de habilidades esperadas para os estudantes quando estão envolvidos com o desenvolvimento do PA. Como exemplos é possível citar a capacidade de escrever instruções em sequência, com decisões, repetições, construindo e fazendo uso de funções e recursão, de paralelismo e outras características.

Por fim, dentre os conceitos identificados por SELBY; WOOLLARD (2014), está a **avaliação**. É definida por WING (2006) como a habilidade que os pensadores computacionais usam quando revisam algoritmos e fazem alterações, com foco na utilização do tempo e espaço, poder de processamento e armazenamento. Segundo CSIZMADIA et al. (2015) é o processo de garantir que uma solução, efetivada por meio de um algoritmo, sistema ou processo, seja boa: adequada ao seu objetivo. O processo de avaliar pode incluir um conjunto de perguntas como, por exemplo, as sugeridas por CSIZMADIA et al. (2015, p. 7):

As propriedades da solução estão corretas? Eles são rápidos o suficiente? Eles usam recursos economicamente? Eles são fáceis de usar? Eles promovem uma experiência apropriada?

Enfim, é importante destacar que o conceito envolve fomentar o protagonismo ou a iniciativa do “pensador computacional” na avaliação de soluções, suas ou de terceiros. Além da execução da avaliação, compreende também o seu planejamento, quer seja na concepção dos critérios de avaliação como também do próprio processo que será adotado para a execução em si.

3.3.1.2 Estratégias de implementação do Pensamento Computacional

Em particular, a programação e a robótica educacional, constituem duas estratégias muito utilizadas para promover o PC (AVILA et al., 2017B; BORDINI; AVILA et al., 2017; LOCKWOOD; MOONEY, 2017) e diversas organizações exploram essa possibilidade como, por exemplo, a Fundação Code.org (CODE.ORG, 2013), a Rede

internacional Code Club de clubes de programação (INTERNACIONAL, 2018), a Fundação Raspberry Pi (FOUNDATION, 2017), a corporação britânica de comunicação BBC por meio do projeto Microbit (MICROBIT, 2013), dentre outros. Isto porque essas abordagens apresentam potencial para colocar os jovens em sintonia com um mundo imerso em tecnologias (inclusão ou alfabetização digital) e desenvolver competências fundamentais ao cidadão do século XXI (LEE, 2013). Em comum, certamente em função da raiz Papertiana, elas compartilham a inclusão de aspectos como a ludicidade, o incentivo a criatividade e a colocação dos participantes na condição de protagonistas na criação de artefatos.

Nessa linha o *Code Club*, uma organização criada no Reino Unido, promove em escala global a aprendizagem de programação. Divulgam que “*A principal motivação do Code Club é inspirar as crianças para a programação e criatividade digital, baseado no senso de diversão e realização.*” (SMITH; SUTCLIFFE; SANDVIK, 2014). No próprio site do Code Club Brasil, no item filosofia, os organizadores informam que:

A filosofia do *Code Club* é diversão, criatividade e aprendizagem pela descoberta. É importante que as crianças curtam o tempo que elas passam no Code Club e que não se sintam como se estivessem em mais uma aula da escola (BRASIL, 2018, pág. sobre o projeto).

Ainda no site, no tópico “Por que deveríamos ensinar crianças a programar?” os responsáveis pelo projeto justificam dizendo que programação é uma habilidade muito importante em um mundo digital, não bastando utilizar o computador, planilhas e editores, é fundamental “saber como as coisas funcionam”. Por fim abordam uma outra questão com a seguinte frase “*Programar ajuda em outras habilidades, como resolver problemas, desenvolve o raciocínio lógico e contribui em outras matérias como ciências e matemática. Além disso, programar é muito divertido!*”. Nesta última citação é possível verificar que, além do destaque ao lúdico, é dada importância também ao desenvolvimento de determinadas competências e ao conhecimento interdisciplinar.

Além do Code Club, diversas outras iniciativas visam disseminar a programação de computadores para jovens. O Code.org (CODE.ORG, 2013), por exemplo, é uma plataforma disponível na Web que possui diversas atividades relacionadas à programação. O estudo de (KALELIOĞLU, 2015) aponta que o sistema “*tem recursos motivadores, materiais instrucionais úteis e planos de aula, sendo uma boa opção para aqueles que querem ensinar programação a novatos e para apoiar os alunos a aprender alguns conceitos de ciência da computação.*”

Na linha de plataformas, certamente que a mais utilizada para ensino de programação para jovens, segundo diversos levantamentos (BOMBASAR et al., 2015; ARAUJO; ANDRADE; GUERRERO, 2016b; AVILA et al., 2016; BORDINI; AVILA et al., 2017), chama-se Scratch (RESNICK et al., 2009). Desenvolvida pelo grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten* no laboratório de mídias do *Massachusetts Institute of Techno-*

logy (MIT) é baseada em uma linguagem de blocos o qual permite que os programas (*scripts*), na forma de jogos, animações, histórias, música ou arte, sejam desenvolvidos a partir do arrastar (“*drag-and-drop*”) de componentes. Também permite a integração, nativamente ou por meio de aplicativos desenvolvidos por terceiros, com dispositivos robóticos como LEGO, Arduino, Raspberry PI, Micro:bit e outros. Em torno do Scratch desenvolve-se uma grande comunidade, com milhões de acessos, usuários e projetos compartilhados³.

Outro movimento, também muito vinculado com a promoção do PC, que cada vez mais entra em evidência é a chamada robótica educacional. A motivação para movimentar dispositivos, segundo PAPERT (1994), é poderosa. Essa atração das crianças por robôs permite que sejam exploradas, normalmente em um formato lúdico, áreas como engenharia (GROVER, 2011), física (WILLIAMS et al., 2007; SANTOS; MENEZES, 2005), matemática (FELICIA; SHARIF, 2014; BARCELOS et al., 2015), o PC (ATMATZIDOU; DEMETRIADIS, 2016) e outros temas ou disciplinas. Desta forma, são diversas as variações possíveis de atividades com dispositivos robóticos.

Sendo assim, a robótica educacional ou pedagógica tem sido alavancada pela ampliação na disponibilidade de tecnologias mais acessíveis. A acessibilidade, neste caso, diz respeito a facilidade de programação por meio de linguagens visuais “em blocos” que eliminam boa parte dos “erros de sintaxe” que ocorrem em linguagens textuais e também em relação ao custo para aquisição dos dispositivos robóticos que, ao longo dos anos, vem baixando consideravelmente. Atualmente estão disponíveis inúmeros kits robóticos e plataformas de hardware livre que permite também a criação de robôs educacionais que podem ser copiados, redistribuídos, adaptados e transformados (CASTILHO; BORGES; CRUZ FAGUNDES, 2018). Porém, a utilização desses dispositivos, enquanto instrumentos didáticos, precisa ser realizada em atividades bem organizadas e fundamentadas. Esse cuidado se justifica em função da complexidade natural da lógica de programação que é acrescida a manipulação física dos dispositivos. Dependendo do tipo de atividade, é necessário entender a engenharia dos dispositivos e realizar a montagem ou a conexão de sensores e atuadores a uma placa controladora a ser programada.

Nessa linha, em CÉSAR (2013), são expostas algumas dificuldades que devem ser minimizadas para permitir uma maior disseminação da robótica educacional no ambiente escolar: a) desconhecimento do tema “robótica”, que é novo e distante da escola; b) carência de material didático, de kits de robótica, de metodologias e propostas pedagógicas; c) falta de profissionais capacitados; d) carência na alfabetização científico-tecnológica de professores e alunos; e) multidisciplinaridade natural de robótica, onde a organização do conhecimento é feito a partir dos temas, problemas

³Página com estatísticas da plataforma Scratch. <https://scratch.mit.edu/statistics/>. Acesso em: 10 ago 2018

ou projetos e não pelas disciplinas tradicionais; f) afastamento dos alunos por insegurança ou medo, quando as atividades envolvem disciplinas como matemática ou física, por exemplo. Confirmando essas questões, em ALIMISIS (2013) são apresentadas algumas questões abertas e novos desafios para a robótica educacional como, por exemplo, o fato desta ciência de estar disseminada por todos os lugares, “exceto nas escolas”, e que “as tecnologias que estão disponíveis nas escolas de hoje não suportam as habilidades de aprendizagem do século XXI”. O autor apresenta dados que mostram a evolução e sua penetração em diversas áreas porém reforça que a disseminação das tecnologias digitais nas escolas ainda é mínima.

No que diz respeito aos resultados, em BENITTI (2012), uma revisão sistemática que investiga o potencial educacional da robótica nas escolas, é apresentada uma relação de estudos que mostram que a robótica educacional vem atingindo alguns objetivos (resultados) importantes, tanto no que diz respeito ao apoio à aquisição de conhecimentos interdisciplinares (matemática, física, programação de computadores, conceitos geoespaciais e outros) quanto no desenvolvimento de habilidades como, por exemplo, às relacionadas ao pensamento (observação, estimativa e manipulação), ao processo científico (avaliação da solução, geração e teste de hipóteses e controle de variáveis), às interações sociais e abordagens de solução de problemas (BENITTI, 2012, p. 986). Por outro lado, este mesmo artigo aponta alguns estudos que não foram conclusivos em relação aos resultados.

Por fim, cabe destacar que existem outras possibilidades de implementação do PC. Uma outra abordagem que vem sendo utilizada e estudada (RODRIGUEZ et al., 2017; RODRIGUES; ARANHA; SILVA, 2018) é a da “computação desplugada”, onde os conceitos da ciência da computação e, em particular, do PC, são desenvolvidos sem a utilização de dispositivos digitais. Uma das principais referências da área é o projeto “CS Unplugged” (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998a) o qual disponibiliza uma coleção de atividades gratuitas que ensinam Ciência da Computação por meio de jogos e quebra-cabeças. O projeto utiliza cartas, cordas, giz de cera e outros componentes lúdicos.

3.3.2 Construcionismo

Papert baseou a teoria Construcionista nos pressupostos teóricos do construtivismo cognitivo de Jean Piaget, o qual esclarece que as crianças aprendem construindo sua própria compreensão do mundo quando recebem oportunidades de aprendizagens ativas (por exemplo, experiências e resolução de problemas do mundo real) e onde o professor assume o papel de mediador do conhecimento e não mais como “dono do conhecimento” (VALENTE, 1993; ACKERMANN, 2001). Papert, que trabalhou com Piaget de 1958 a 1963, sugere que a aprendizagem ocorre quando os alunos participam ativamente na concepção e construção de um artefato pessoal significativo.

Em sintonia com suas ideias sobre aprendizagem, Papert desenvolveu, entre 1967 e 1968, uma linguagem de programação totalmente voltada para a educação, o Logo (PAPERT; VALENTE; BITELMAN, 1980). Para isso, teve como base a teoria de Jean Piaget, acrescida das suas ideias em relação a produção de artefatos e da vasta experiência em Inteligência Artificial (PAPERT; VALENTE; BITELMAN, 1980). Papert, que possui diversas publicações na área da “computação na educação” também é um dos autores mais importantes da área de Inteligência Artificial e um dos precursores da robótica educacional. Também é possível observar uma relação de “*continuum*” experiencial com as ideias da “Escola Nova”, progressiva, de John Dewey que critica a mera reprodução do conhecimento e defende a realização de atividades manuais e criativas, onde as crianças passam a ser estimuladas a experimentar e pensar por si mesmas (MARTINS; TEIXEIRA, 2015).

O pesquisador Mitchel Resnick, um dos principais pesquisadores da teoria de aprendizagem construcionista, é o atual diretor do “Lifelong Kindergarten”, um grupo de pesquisa do MIT Media Lab. Ex-colega e confesso partidário das ideias Papert, Resnick defende a utilização da codificação (programação de computadores) afirmando ser “uma extensão da escrita”. Segundo ele, a capacidade de codificar permite “escrever” novos tipos de coisas - histórias interativas, jogos, animações e simulações. E, assim como com a escrita tradicional, há razões poderosas para que todos aprendam a codificar (RESNICK, 2017).

Resnick e sua equipe do MIT, especialmente do *Lifelong Kindergarten group*, tem publicado estudos abordando um método ou formato de ensino-aprendizagem que nomearam de Aprendizagem Criativa (AC) (RESNICK, 2017). Enfaticamente, Resnick pede que se “Dê uma chance aos Ps” (RESNICK, 2014), quando aborda os quatro elementos que, partindo da inspiração construcionista (ACKERMAN, 1996; PAPERT; HAREL, 1991b), são considerados premissas ou princípios da AC: (a) Projetos; (b) Parcerias; (c) Paixão; e (d) Pensar brincando.

Quando fala de “Projetos”, Resnick destaca que “*Aprendemos melhor quando trabalhamos ativamente em projetos significativos, criando novas ideias, desenvolvendo protótipos e refinando iterativamente*”. A partir dessa concepção de projeto, o autor cita a plataforma *Scratch*, desenvolvida no MIT sob sua liderança, como um exemplo de instrumento para geração de projetos. Também traz, neste item dos 4Ps, outro conceito, a “espiral criativa” (RESNICK, 2007). A espiral, ilustrada na Figura 7, representa um ciclo virtuoso de imaginação (crianças imaginam o projeto que querem criar), criação (criam com base em suas ideias), diversão (brincam com suas criações), compartilhamento (compartilham suas ideias e projetos com os outros) e reflexão (refletem sobre suas experiências).

Enfim, a etapa Projeto permite concretizar uma ideia, partindo do processo mental de criação e chegando a um produto a ser experimentado, discutido e admirado pe-

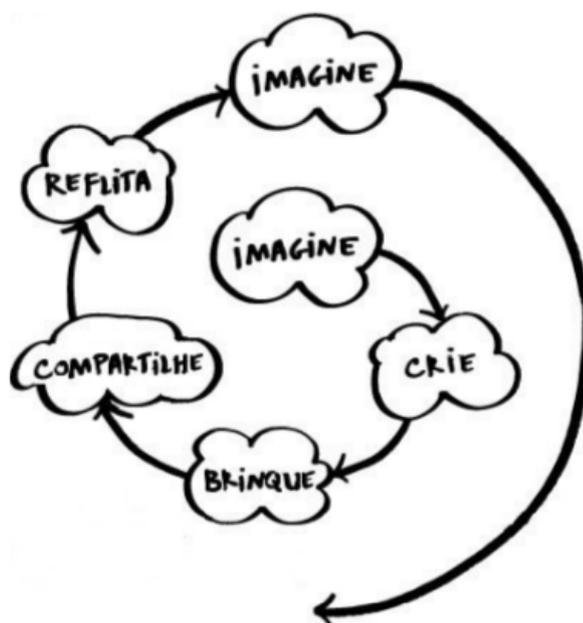


Figura 7 – Espiral da AC. Fonte: (RESNICK, 2014)

los seus autores e por outras pessoas que com o mesmo interagem (ACKERMANN, 2001).

O autor também aborda a importância das “Parcerias”, afirmando que “*O aprendizado prospera quando é feito como uma atividade social, com pessoas compartilhando ideias, colaborando em projetos e ajudando no trabalho umas das outras*” (RESNICK, 2014, p.2). Ainda em relação à Parcerias, uma questão que, por vezes, é negligenciada, diz respeito a configuração dos espaços onde se pretende que ocorra a colaboração. Salas ou laboratórios com mesas e/ou equipamentos dispostos em linhas não são adequadas à promoção da colaboração, à criação de parcerias. Resnick comenta sobre uma visita que fez à instalações de uma rede nacional de centros comunitários na Jordânia:

..computadores estavam alinhados em filas de mesas muito próximas, voltadas para a mesma direção. Além disso, era muito difícil andar entre as filas. A intenção era claramente que as pessoas ouvissem as instruções de um professor na frente da sala para depois trabalharem individualmente em seus computadores. **Não havia espaço para colaboração, nem mesmo para caminhar e ver em que os outros estavam trabalhando** (RESNICK, 2017, p.90, grifo nosso).

O próximo “P” fala de “Paixão”. Aborda o desenvolvimento de projetos onde os participantes tem interesse e, desta forma, trabalham dedicando mais tempo e esforço sendo mais persistentes diante de desafios. Por consequência aprendem mais no processo. Neste “P”, Resnick menciona Papert (PAPERT, 1980) lembrando sobre os conceitos de “pisos baixos” e “tetos altos”. Respectivamente, a possibilidade de in-

clusão de participantes em atividade com objetivos e ferramentas simples (piso baixo) e a possibilidade que o projeto cresça e seja ampliado para aplicações mais complexas ao longo do tempo (teto alto). A esses conceitos, Resnick sugere a inclusão do termo “paredes largas” para caracterizar os vários caminhos possíveis de serem abordados na criação de um projeto. Refere-se a diversidade de metodologias criativas no processo de aprendizagem, como poder utilizar um kit de robótica da LEGO, hardware livre como Arduino ou mesmo material reciclável.

O último dos Ps, de “Pensar brincando”, é onde o processo de aprendizagem proporciona a liberdade de criação, deixando de lado as instruções passo-a-passo para que o projeto seja construído a partir de testes, falhas, remixagens e demais fatores que surgem durante sua elaboração. Pensar brincando é “usar ferramentas familiares de forma não familiar” (RESNICK, 2017, p.164), é considerar o projeto ou produto permanentemente aberto para mais intervenções e melhorias.

A aprendizagem criativa parece bem alinhada com as cinco dimensões dos ambientes educacionais proposto por PAPERT (1986). As dimensões tratam de características que devem ocorrer em ambientes construcionistas. MALTEMPI (2004) organizou didaticamente a proposta de Papert, descrevendo da seguinte forma (MALTEMPI, 2004, p. 267):

- **pragmática** que se refere ao aprendizado de conteúdos que podem ser utilizados de imediato pelo aluno. PAPERT (1980, p. 54) cita o “princípio do empoderamento” que se refere a empoderar o aluno para executar projetos pessoalmente significativos que não poderiam ser realizados sem essa capacidade;
- **sintônica** que significa estar em sintonia com aquilo que o estudante considera importante. Ressalta-se que o importante para uma pessoa está intimamente relacionado ao significado que ela atribui a um evento. Tal importância é efeito de suas experiências de aprendizagens acumuladas ao longo de sua existência. Segundo AZEVEDO et al. (2017, p. 50) devemos “prestigiar as ideias dos estudantes e estar em sintonia com suas perspectivas, ações, curiosidades e diferentes formas de compreender um determinado conteúdo”;
- **sintática** que faz referência a disponibilidade de materiais didáticos que permitam a progressão do conhecimento. Está relacionado com a escolha de ambientes, linguagens e situações de aprendizagem que facilitem o acesso às condições básicas necessárias para o processo de construção do artefato (DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2015);
- **semântica** a qual reforça a importância do fazer sentido para o aluno, com questões relativas ao cotidiano, evitando formalismos e símbolos que levem a uma abstração a qual não possui qualquer nexos com sua realidade ou que não faça

sentido para o aluno. Assim, ROSA (2004, p. 47) recomenda que “... o aluno consiga atribuir significado ao que está construindo, da mesma forma que possibilite a descoberta de novas conjecturas...”;

- **social** que se estabelece pelas relações pessoais e culturais. Nesta dimensão a teoria construcionista se aproxima, ainda mais, com os estudos de VYGOTSKY (1978) que tratam das interações sociais, uma vez que “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de fenômenos sociais” (FINO, 2001, p. 10).

A composição dessas dimensões, que sob a ótica do construcionismo tratam de características desejáveis aos ambientes de aprendizagem, ajuda a materializar a teoria. Isto é, facilita a operacionalização a partir de pressupostos teóricos. Oportuniza, por exemplo, a criação de sistemas de avaliação, como rubricas, que podem mensurar o quanto um determinado ambiente ou mesmo uma proposta de atividade educacional está alinhada com a teoria construcionista.

Em geral, os textos que tratam da teoria construcionista, e dos movimentos que são inspirados por ela, tecem algumas críticas ao atual sistema educacional. Reclamam que ainda está muito pautado pela transmissão ou reprodução do conhecimento. As próprias “escolas de formação” de professores, comumente, replicam um modelo baseado na transmissão e, muitas vezes, desprezam a utilização da computação ou das mídias digitais (XAVIER; FERREIRA; ÁVILA, 2013). Blikstein, inspirado em Freire e Papert, em um texto cujo título já diz muito, “Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação”, sugere a utilização das tecnologias nas escolas como uma forma de subverter esse formato tradicional. Diz ele:

...a tecnologia é o novo cavalo de Troia: o educador introduz na sala de aula ferramentas, práticas e tecnologias familiares; no entanto, embutido na familiaridade, há um potencial para mudanças conceituais e pessoais: um potencial benéfico que permeia subliminarmente a atmosfera da sala de aula, por meio de uma sequência de deslocamentos mediados pelo professor. Os alunos se apropriam da tecnologia troiana como meio autêntico para se libertar da pedagogia tradicional e podem, então, sacudir a poeira e se engajar em um aprendizado libertador, profundo e emancipatório. (BLIKSTEIN, 2016, p. 19)

Para viabilizar a utilização de tecnologia digitais nas escolas ou mais amplamente, disseminar a “computação na educação” um dos enfoques utilizados por pesquisadores é a estruturação de “arcabouços teórico-práticos”, por vezes intitulados de *frameworks* ou “quadros conceituais”. Estes, em geral, estão ancorados em uma determinada visão e, eventualmente, viabilizam ou facilitam a utilização prática de determinado conceito ou teoria.

3.3.3 Pensamento computacional e construcionismo enquanto abordagens complementares

Esta seção discute a relação ou pontos de contato entre o PC e o construcionismo, principalmente no sentido de evidenciar de que forma podem ser consideradas abordagens complementares. O PC, conforme relatado na Seção 3.3.1, é uma abordagem que tem como foco a formulação e resolução de problemas. Neste sentido, WING (2008) fala sobre o poder das ferramentas mentais do PC, como a abstração, e de como podem ser amplificadas por ferramentas metálicas como, por exemplo, os computadores. Assim, um dos desafios passa pelo desenvolvimento de estratégias para instrumentalizar as pessoas com essas ferramentas mentais, utilizando ou não computadores (ou outros dispositivos digitais). Conforme já descrito nas seções anteriores, diversas estratégias podem ser utilizadas para desenvolver nos estudantes essas ferramentas mentais do PC. Foram citados a robótica educacional, criação de jogos, desenvolvimento de animações, atividades relacionadas a computação desplugada, dentre outras.

Assim, o construcionismo surge como uma das formas de operacionalizar estratégias educacionais para a formação de pessoas, referenciando o processo como um todo, principalmente na concepção e execução de atividades, em especial para estudante do ensino básico. Na Tabela 12 são resumidas as teorias e abordagens e suas respectivas funções ou objetivos visando induzir a relação entre elas.

Tabela 12 – Resumo de como se relacionam as diferentes teorias ou abordagens

TEORIA / ABORDAGEM	FUNÇÃO/OBJETIVO
Pensamento Computacional.	Envolve a formulação e resolução de problemas por meio de ferramentas mentais como abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação.
Programação de computadores, robótica educacional, desenvolvimento de games, de animações e atividades relacionadas a computação desplugada.	Abordagens comumente utilizadas para desenvolver competências do PC. Isto quer dizer que, em tese, programar computadores ou robôs pode desenvolver as ferramentas mentais do PC, como a capacidade de abstração, de decompor problemas, dentre outras.
Construcionismo.	Estratégias de concepção e execução de atividades de aprendizagem. Podem ser adotadas para sistematizar as abordagens que visam desenvolver o PC. Envolve a ludicidade, a construção de artefatos significativos onde o aprendiz é visto como um construtor ativo de conhecimento e outras características definidas pelas cinco dimensões dos ambientes construcionistas.

Para reforçar, a Figura 8 procura evidenciar ainda mais a relação entre o PC e o construcionismo. É possível observar, no lado direito da figura, que as abordagens comumente utilizadas para desenvolver o PC como programação, robótica educacional, desenvolvimento de jogos e outras (BORDINI; AVILA et al., 2017; BORDINI et al., 2016) podem ser planejadas e executadas tendo como referência os pressupostos teóricos da aprendizagem construcionista. Outra relação evidente envolve a projetos e problemas, destacado no lado esquerdo da figura.

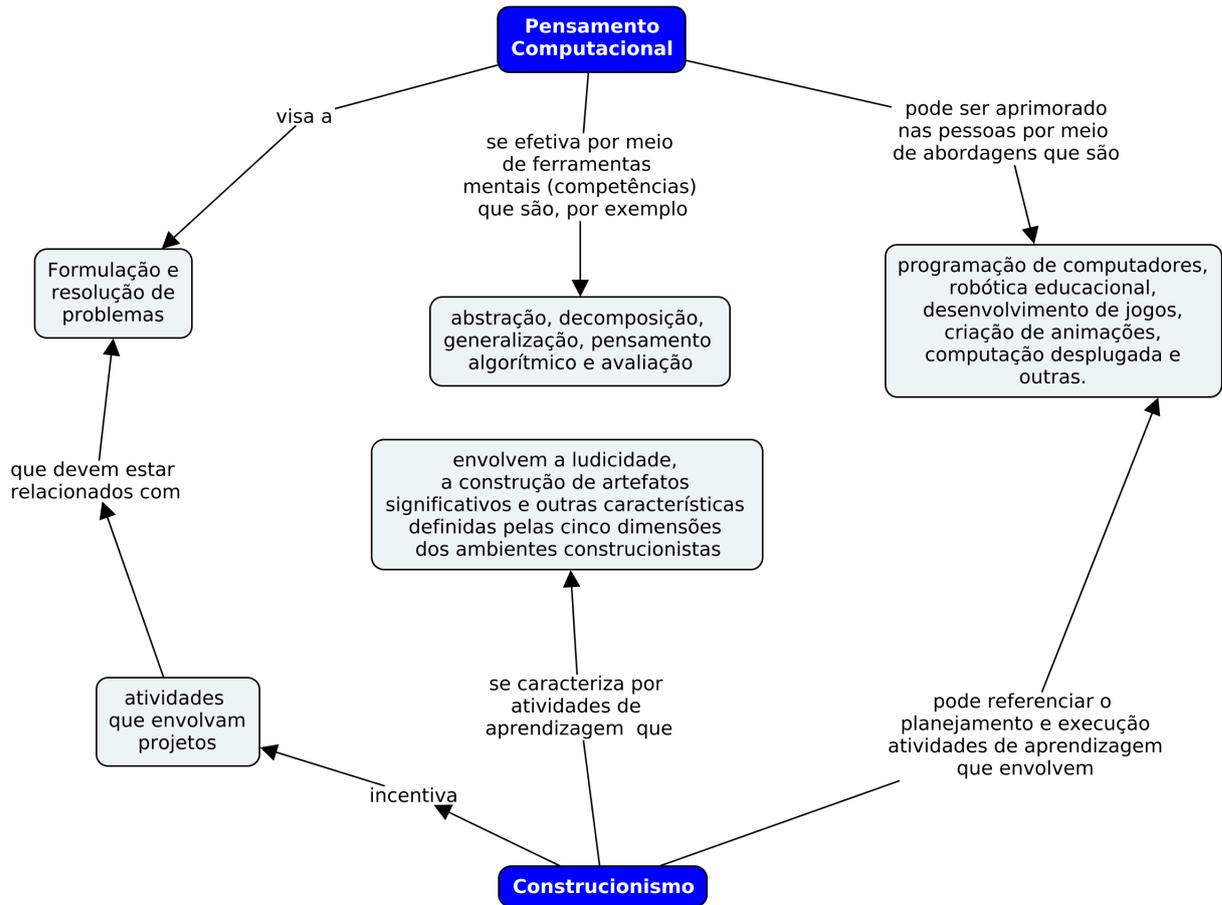


Figura 8 – Relacionamento entre Pensamento Computacional e construcionismo.
Fonte: autor

Enquanto o PC tem como foco a formulação e resolução de problemas (BARR; STEPHENSON, 2011), o construcionismo incentiva o desenvolvimento de atividades que envolvam projetos (RESNICK, 2017). Desta forma, é clara a relação onde os projetos incentivados no construcionismo podem ser organizados para ajudar os aprendizes a formular e resolver problemas.

4 PAPERT PC FRAMEWORK: UM ARCABOUÇO TEÓRICO PARA CONCEPÇÃO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS

Neste capítulo é detalhado um arcabouço teórico ou *framework*, nomeado como PAPERT PC, em homenagem ao visionário precursor da computação na educação em temas como programação de computadores para jovens, robótica educacional e Pensamento Computacional. O *framework* tem como objetivo disponibilizar, a profissionais do ensino básico, uma estrutura para elaboração de atividades didáticas que permita agregar, conhecimentos específicos com o desenvolvimento de habilidades do PC, integrados a uma teoria pedagógica. Em sequência a concepção geral do *framework*, a proposta é instanciada considerando uma abordagem específica do PC e do construcionismo. Assim, o quadro teórico possui componentes que conduzem o profissional a conceber atividades, contextualizadas e significativas para os estudantes, que promovam, simultaneamente, aprendizagens de conteúdos da BNCC e desenvolvam competências do PC. Além do suporte na elaboração das atividades, a estrutura também fornece mecanismos de avaliação que visam mensurar: a) o potencial da atividade no desenvolvimento de competências do PC (rubrica do PC); e b) a compatibilidade com a teoria de aprendizagem construcionista (rubrica construcionista). As rubricas são aplicadas no planejamento da atividade que é, em geral, descrito por meio de um plano de atividades.

Outro objetivo do arcabouço teórico proposto é disponibilizar, para a comunidade científica, uma estrutura flexível onde seus componentes podem ser alterados para adotar diferentes teorias pedagógicas e/ou abordagens do PC. Essa característica versátil, de permitir instanciações do *framework*, viabiliza que especialistas (pedagogos, designer instrucionais, entre outros) gerem variações da proposta aqui apresentada. Isso é oportunizado em função de sua estrutura em níveis (ou camadas), partindo de uma concepção mais genérica e chegando ao nível onde detalhes para geração de atividades são especificados. As orientações, para personalizar o arcabouço teórico, incluem informações para detalhamento de cada um dos componentes.

A problemática que motivou a concepção do *framework* surgiu durante reuniões dos pesquisadores do grupo Comunicação, Cultura e Tecnologias (CoCTec) da UFPel

(AVILA, 2017a), com professores da rede municipal que participavam do projeto “Clubes de Computação” (AVILA, 2017b; AVILA et al., 2017). Na oportunidade discutia-se a dificuldade do grupo de professores em gerar atividades didáticas para desenvolver competências do PC e, em paralelo, promover aprendizagens relacionadas ao currículo escolar (matemática, língua portuguesa, ciências e outras). Os professores da rede pública tinham a expectativa de promover aprendizagens curriculares utilizando a plataforma tecnológica Scratch, dado o grande interesse que a ferramenta despertava nos estudantes que participavam do projeto. Relatavam os professores que era difícil fazer intervalos ou mesmo finalizar as aulas quando adotavam tal plataforma, devido ao grande interesse dos alunos em permanecer na ferramenta. Utilizava-se, na época, roteiros instrucionais do projeto Code Club (ZANATTA et al., 2016; BRASILEL, 2018) onde somente aspectos de programação eram abordados. Desta forma não se promovia a aprendizagem, a priori, de algum conteúdo curricular. Não havia instrumentos para que os professores desenvolvessem sua própria autonomia na concepção de atividades que conjugassem suas áreas de atuação com as competências (ferramentas mentais) do PC.

Assim, junto à comunidade de professores do projeto Clubes de Computação, inicia-se a discussão de um arcabouço teórico para dar suporte a geração de atividades que envolvessem, paralelamente, conceitos do PC e conteúdos curriculares. Emergiram, naquele momento, diversas questões, tais como:

- a) quais as competências do PC deveriam ou poderiam ser trabalhadas? Tinha-se o entendimento que, de alguma forma, o pensamento algorítmico estava sendo trabalhado nos roteiros do Code Club. Dessa percepção, um tanto vaga, originou-se a próxima questão.
- b) como mensurar, a partir das atividades planejadas ou efetivamente desenvolvidas se, de fato, os conceitos estavam sendo incluídos e com qual profundidade?
- c) qual teoria de aprendizagem deveria ser adotada enquanto método de concepção e também para a condução (execução) das atividades?
- d) como assegurar ou obter indícios de que o planejamento de uma atividade descrito, por exemplo, em um plano de atividades, correspondia aos pressupostos teóricos de uma determinada teoria de aprendizagem?
- e) como promover, concomitantemente em uma mesma atividade, conceitos do PC e aprendizagens de conteúdos curriculares?
- f) quais tecnologias seriam adequadas para promover as aprendizagens de conceitos do PC e curriculares?

A partir dessa problematização, ou seja, das questões identificadas no parágrafo anterior e dos resultados obtidos na busca por trabalhos relacionados (Capítulo 2), surge a hipótese de elaborar um conjunto de orientações (guias e instrumentos de avaliação) para apoiar o desenvolvimento de atividades didáticas que incorporassem, simultaneamente, a promoção de competências do PC e de conteúdos curriculares. Uma questão mais ampla surgiu a seguir: a de como organizar um processo para construção dessas orientações, quer sejam guias, instrumentos de avaliação e tutoriais.

Para concepção do *framework*, ancorado em alguns estudos realizados, optou-se por adotar o método conhecido por *Design-Based Research* (DBR), o qual consiste em uma abordagem de investigação intervencionista. Tem como foco o desenvolvimento de produtos educacionais (materiais didáticos por exemplo), processos pedagógicos (recomendações de atitude docente ou novas propostas didáticas), programas educacionais como cursos, formação de professores ou, ainda, políticas educacionais como protocolos de avaliação docente ou discente (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Trata-se de uma metodologia relativamente nova, do início da década de 1990, a qual tem sua gênese nos trabalhos de COLLINS (1992) e BROWN (1992) que observou:

Uma intervenção eficaz deve poder migrar da sala de aula experimental para as salas de aula médias operadas por e para alunos e professores comuns, apoiadas por suporte, tecnológico e pessoal, realistas (p. 143, tradução nossa).

Considerando essas características, justifica-se adotar o método DBR nesta tese pois:

- tem um enfoque intervencionista, ou seja, preconiza a realização de intervenções (aplicação prática) a serem realizadas em colaboração entre pesquisadores e participantes. O problema, conforme explicado anteriormente, surge dessa interação entre pesquisadores e participantes, sendo assim, é natural a adoção de um método que enfatize essa colaboração;
- é adequado ao desenvolvimento de intervenções em contextos educacionais, bastante plurais e diferente das “condições de laboratório, com tudo controlado” (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014, p. 25);
- recomenda o desenvolvimento do projeto por meio de ciclos iterativos de design, implementação, análise e *redesign*. Essa estratégia é bastante familiar para o autor da tese, tendo em vista sua experiência na área de desenvolvimento de software, particularmente em métodos ágeis que incorporam modelos evolutivos em espiral (SCHWABER, 1997) os quais guardam similaridade com os ciclos iterativos recomendados pelo método DBR;

- dentre outros objetivos, em consonância com esta tese, o DBR visa produzir "...processos pedagógicos como, por exemplo, recomendações de atitude docente, novas propostas didáticas ou programas educacionais como currículos, cursos, organização de temas e didáticas" (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014, p. 26).

A Figura 9 resume as quatro etapas de uma pesquisa implementada a partir do que é preconizado pela DBR. É possível observar que o método recomenda que os requisitos sejam levantados junto a uma comunidade local. De acordo com AMIEL; REEVES (2008), em relação aos princípios básicos da DBR, o processo se inicia com a identificação conjunta de um problema ou inquietação. Nada impede que pesquisadores, a priori, proponham um problema de pesquisa, mas este só pode ser efetivamente definido em negociação com atores locais (estudantes, professores, gestores e outros).

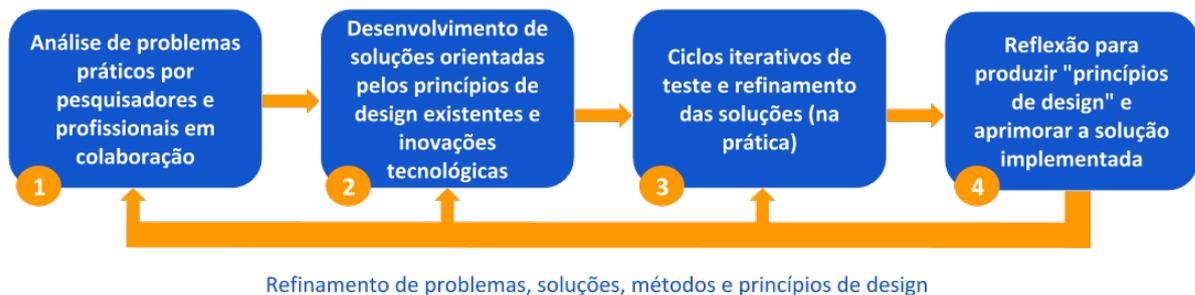


Figura 9 – Quatro etapas da DBR Fonte: Adaptado de AMIEL; REEVES (2008)

A segunda etapa consiste no desenvolvimento de uma solução onde o design deve estar ancorado em uma teoria. A terceira etapa, relativa aos ciclos, é expandida e ilustrada na Figura 10.

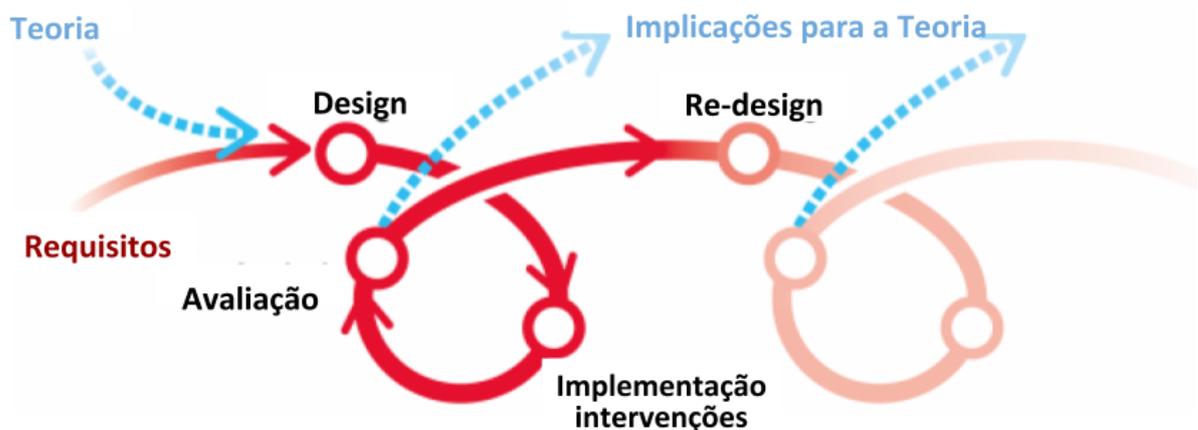


Figura 10 – Ciclo DBR. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)

A cada implementação é realizada uma avaliação onde são levantadas informações que subsidiam um novo desenho da intervenção ou produto. As iterações re-

presentam uma parte importante da filosofia do método. Trata sucessivamente da execução, avaliação, redesenho, nova execução e assim sucessivamente até que os objetivos e metas, provavelmente ligados a avaliação, sejam atingidos. Por outro lado, também é possível que o prazo para intervenções, definidos na pesquisa, não permita mais ciclos. Em teoria, as interações poderiam continuar infindavelmente.

Cabe ressaltar que no DBR é salientado essa negociação e contextualização do problema em parceria com atores locais, buscando uma validade ecológica (PONTE et al., 2016), o que pode ser um processo demorado e cíclico. No caso deste projeto, conforme descrito no início desta seção, as inquietações surgiram no escopo dos estudos junto aos professores do Clube de Computação organizado pelo grupo de pesquisa CoCTec.

Já, o desenvolvimento da solução, envolve a adaptação e extensão de um *framework* (SHULMAN, 1986; MISHRA; KOEHLER, 2006) para apoiar a concepção de atividades que desenvolvam habilidades do PC. A partir de uma instanciação da concepção geral do *framework*, com uma abordagem específica do PC e com a teoria de aprendizagem construcionista, os ciclos iterativos foram utilizados como sistematização do processo de desenvolvimento dos componentes, duas rubricas (AVILA et al., 2019) e um modelo instrucional (guia prático), que compunham a solução. Com respeito as rubricas propostas, os ciclos envolveram a utilização por professores, enquanto usuários, dos instrumentos para a avaliação de atividades. Neste sentido, a Figura 11 ilustra este ciclo:

- concepção (design) de rubricas fundamentadas no construcionismo e PC;
- utilização (implementação) das rubricas (por professores) para avaliar atividades propostas por terceiros;
- avaliação das rubricas a partir do *feedback* dos professores e comparação dos resultados visando a validade e confiabilidade do instrumento (MOSKAL; LEYDENS, 2000);
- alteração (re-design) das rubricas a partir dos resultados da avaliação.

Os detalhes do processo de desenvolvimento das rubricas serão apresentados nas próximas Seções (4.2.1 e 4.2.2).

O processo para a concepção do guia prático, no formato de cartões, o qual orienta os professores na elaboração de atividades, também foi orientado pelas etapas preconizadas pelo método DBR. Enquanto fundamentação teórica, foi baseado na concepção geral do *framework*, denominado modelo conceitual CTPACK-CM e em teorias sobre PC e Construcionismo. A partir disso, o modelo instrucional foi redesenhado e reavaliado gerando uma versão “final”. A Figura 12 ilustra o processo, com ênfase nos ciclos:

DBR na concepção das rubricas (PC e construcionista)

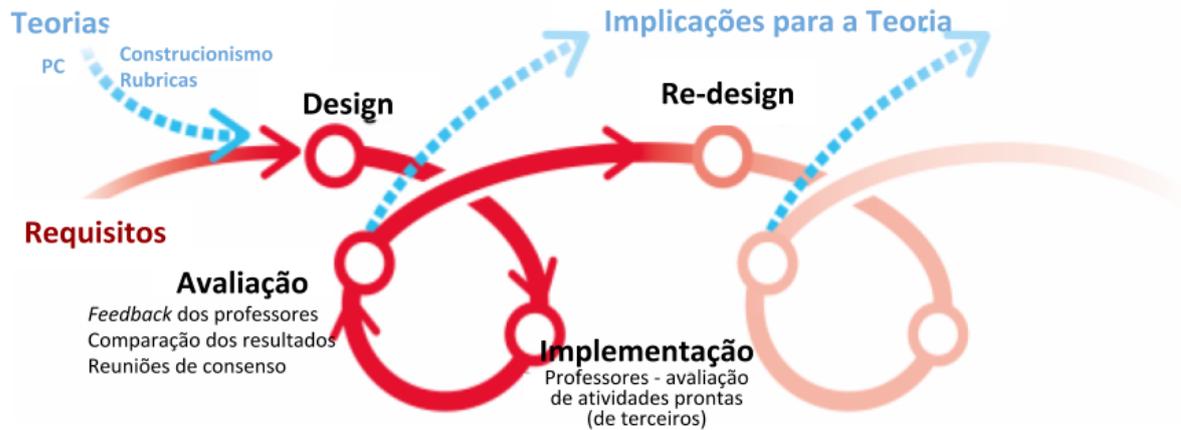


Figura 11 – Ciclo DBR na concepção das rubricas. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)

- proposição (design) do modelo instrucional, concretizado em cartões (guia prático), fundamentados na concepção geral do modelo conceitual proposto (denominado CTPACK-CM);
- proposição (implementação) de atividades por professores a partir do modelo instrucional;
- avaliação das atividades propostas a partir das rubricas previamente propostas;
- alteração (re-design) dos cartões guia a partir dos resultados da avaliação.

DBR na concepção do modelo instrucional CTPACK

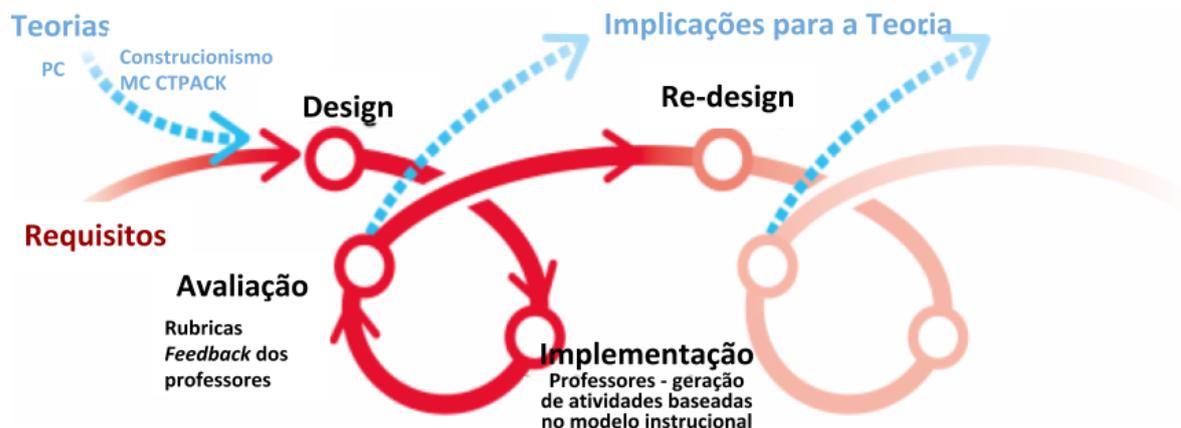


Figura 12 – Ciclo DBR. Fonte: Adaptado de FRAEFEL (2014)

Assim, a estrutura de concepção desta proposta está ilustrada na figura 13. O *framework* está organizado em níveis, de N1 até N3, que parte de uma proposta de

modelo genérico, e que vai sendo instanciado e detalhado em níveis mais concretos. O nível mais abstrato N1, descrito na seção 4.1, define o modelo conceitual geral, CTPACK-CM, o qual consiste numa adaptação dos modelos PCK e TPACK, já referidos na Seção 3.1. O segundo nível N2 aborda a definição de modelos instrucionais (CTPACK-IM1, CTPACK-IM2, CTPACK-IMn) a partir de instanciações do modelo CTPACK-CM. Uma instanciação foi elaborada, envolvendo a elaboração de duas rubricas de avaliação e um guia prático. A seção 4.2 detalha esta instanciação denominada CTPACK-IM, cujo detalhamento envolve as rubricas e a descrição do guia prático para concepção de atividades. O terceiro e último nível N3 consiste no planejamento de atividades a partir das orientações definidas em N2.

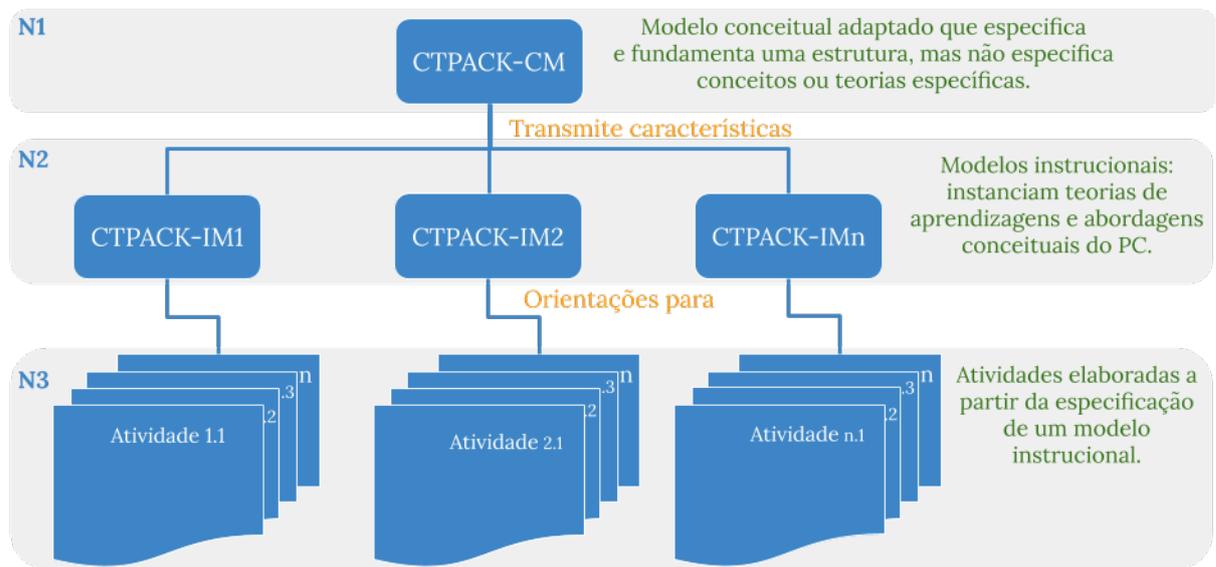


Figura 13 – Diagrama do Papert PC Framework

Os componentes até então definidos no *framework* estão sumarizados na Tabela 13. Para cada componente é apresentado o seu nome, o seu tipo, uma breve descrição, bem como o produto gerado a partir dele.

4.1 Modelo conceitual Computational Thinking, Pedagogical, And Content Knowledge (CTPACK-CM)

Nesta seção serão descritas as características dos componentes de mais alto nível do PAPER PC Framework, o modelo conceitual Computational Thinking Pedagogical And Content Knowledge (CTPACK-CM).

Tabela 13 – Componentes PAPER PC Framework Fonte: Autor

COMPONENTE		DESCRIÇÃO	PRODUTO(S)
CTPACK-CM	Modelo conceitual	Especificação de alto nível, inspirado pelos modelos PCK e TPACK, que especifica a necessidade de refletir sobre as relações entre diferentes componentes que envolvem a construção de atividades didáticas que objetivem desenvolver, em paralelo, o PC e conteúdos curriculares.	Especificação teórica adaptada de modelos pré-existentes (Seção 4.1).
CTPACK-IM	Modelo instrucional	Instância(s) gerada(s) a partir das especificações do CTPACK-CM. No caso desta tese, um modelo instrucional foi desenvolvido tendo como ancoragem a teoria construcionista de PAPERT (1980), os conceitos do PC relacionados em (SELBY; WOOLLARD, 2013; CSIZMADIA et al., 2015, p. 5) e o escopo de atividades para o ensino fundamental.	Detalhamento da teoria construcionista, conceitos do PC e escopo de atividades (Seção 4.2).
CTPACK-IM	Rubrica do instrumento de avaliação	A rubrica do PC, proposta neste projeto, tem como alvo materiais didáticos. Em especial aqueles que descrevem atividades fundamentadas na Computação. Visa classificar o seu potencial no desenvolvimento de conceitos do PC.	Rubrica do PC, orientações e um <i>Dashboar</i> d para preenchimento no formato de cartões (Seção 4.2.1).
CTPACK-IM	Rubrica construcionista - instrumento de avaliação	A rubrica construcionista objetiva mensurar o alinhamento de atividades didáticas com a teoria construcionista. Está ancorada nas dimensões do construcionismo que são sistematizadas por MALTEMPI (2004) e na sua capacidade de operacionalizar a teoria.	Rubrica construcionista, orientações e um <i>Dashboar</i> d para preenchimento no formato de cartões (Seção 4.2.2).
CTPACK-IM	Guia prático	Tem como estratégia a utilização de perguntas para instigar o profissional a refletir sobre os diversos aspectos que devem ser considerados para a elaboração de uma atividade didática que integra conteúdos curriculares com o PC e considera o método construcionista. Atua, desta forma, na integração dos conhecimentos (CTPACK). Além disso, também procura reforçar os conhecimentos sobre PC e pedagógico, CTK e PK, respectivamente, por meio de links e QR-Codes.	Guia no formato de cartões que conduzem o professor na criação de planos de atividades (Seção 4.2.3).
AVA	Ambiente virtual de aprendizagem	Soma-se, aos componentes acima listados, um AVA. Sua função é servir como um ecossistema integrador e facilitador. A plataforma estruturada é utilizada on-line, pelos professores, para conhecer as teorias e orientações do <i>framework</i> , dialogar com o pesquisador (autor) e com colegas que estão utilizando as especificações e, desta forma, facilitar a geração de atividades didáticas.	AVA enquanto um produto educacional que realiza a integração das informações do <i>framework</i> . (Descrito na Seção 4.3 e disponível em http://1.ufpe1.edu.br/ava-papert-pc-framework . Utilize a chave de inscrição "papert-pc-framework").
CTPACK-IM	Planos de atividades (exemplos)	Este componente disponibiliza aos usuários da proposta, em geral professores que desejam criar atividades, exemplos de planos de atividades que foram criados seguindo as especificações do <i>framework</i> . Além dos planos, também foram disponibilizadas as respectivas avaliações (PC e construcionista).	Exemplos de planos de atividades baseados no <i>framework</i> e exemplos de avaliações dos planos por meio das rubricas (Disponível no AVA).

O processo de construção de uma modelagem conceitual é abordada em ROBINSON (2017) onde ele afirma que:

A modelagem conceitual é a abstração de um modelo de simulação da parte do mundo real que está representando (o sistema real)...abstração implica a necessidade de uma representação simplificada do sistema real no modelo de simulação. **O segredo para uma boa modelagem conceitual é obter o nível de simplificação correto, ou seja, abstrair no nível certo** (p. 566, tradução nossa, grifo nosso).

CTPACK-CM é inspirado pelos modelos PCK e TPACK, os quais foram tratados na Seção 3.1. Visa delinear, em um nível mais alto de abstração (com a omissão de alguns detalhes), a proposição de diretrizes que integrem o desenvolvimento do PC na educação. A omissão de detalhes, neste componente, tem como intenção prover maior flexibilidade ao *framework*, possibilitando que especialistas como professores, pedagogos e designers instrucionais proponham implementações (modelos instrucionais) a partir das especificações deste modelo conceitual de mais alto nível.

Em relação ao modelo TPACK, o CTPACK-CM **retira o foco da tecnologia**¹ e centra esforços em como organizar a aprendizagem de conteúdos aliado ao desenvolvimento de competências do PC, deixando a critério do profissional optar por utilizar ou não as tecnologias digitais. Isso não significa desconsiderar totalmente o uso de tecnologias no planejamento instrucional que será proposto mas, procura-se, desta forma, evitar o tecnocentrismo, um termo criado por PAPERT (1988), que expressa uma ênfase exagerada nas características das tecnologias, em contraste com a aprendizagem que elas podem apoiar. Papert explica o termo da seguinte forma:

Eu cunhei a palavra tecnocentrismo a partir do uso de Piaget da palavra egocentrismo. Isso não implica que as crianças sejam egoístas, mas simplesmente significa que, quando uma criança pensa, todas as perguntas são encaminhadas para o eu, para o ego. O tecnocentrismo é a falácia de referir todas as questões à tecnologia (PAPERT, 1988, p. 4, tradução nossa) .

Neste sentido, EARLE (2002) afirma que integrar tecnologias na educação não é versar sobre essas tecnologias, é tratar, principalmente, de conteúdo e práticas instrucionais eficazes. Papert reforça esse aspecto usando a analogia de um poeta que elabora, com um lápis, uma poesia. Se perguntado, certamente não dirá que está utilizando um lápis e sim que está a escrever uma poesia (PAPERT, 1988, p. 18-19). O foco, do projeto relatado neste texto, está na promoção de aprendizagens e desenvolvimento de competências do PC, utilizando ou não tecnologias digitais.

¹Em geral a literatura que trata do TPACK concentra-se no estudo da utilização de tecnologias digitais na educação.

A Figura 14 ilustra a proposta de adaptação relatada neste texto. Destaca-se o círculo que especifica o componente Computational Thinking Knowledge (CTK) ou Conhecimento do Pensamento Computacional que é proposto em substituição ao componente Technological Knowledge (TK) ou Conhecimento Tecnológico. As siglas foram mantidas em inglês para facilitar eventuais comparações com o modelo conceitual cuja proposta foi inspirada.

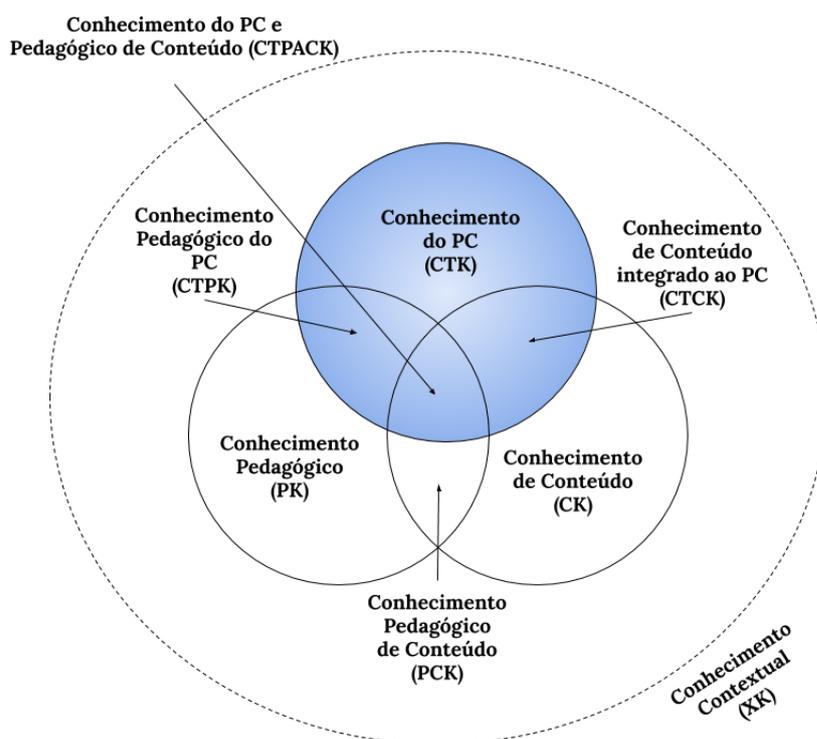


Figura 14 – Modelo conceitual CTPACK. Fonte: Autor.

A substituição, proposta no CTPACK-CM, do componente de conhecimento tecnológico (TK) pelo conhecimento do PC (CTK) estabelece novas relações com os demais componentes. Assim, o modelo intersecciona três principais componentes: CTK que se refere ao conhecimento sobre o Pensamento Computacional; PK que abrange o conhecimento pedagógico; e CK que inclui o conhecimento dos conteúdos. No que segue, procura-se definir claramente os componentes e suas intersecções com o objetivo de minimizar dúvidas em relação aos limites entre os componentes.

Procura-se, no nível de definição do CTPACK-CM, especificar o modelo de forma genérica, sem precisar conceitos do PC, uma determinada teoria de aprendizagem ou conteúdos curriculares. A proposta é, desta forma, bastante generalizável e reutilizável. As definições mais específicas serão apresentadas nas próximas seções, em uma proposta ou exemplo possível de especificação em um modelo instrucional, chamado de CTPACK-IM que também se pretende que seja de fácil generalização e reutilização, principalmente no que diz respeito a organização do planejamento para promoção de aprendizagens de diferentes conteúdos curriculares.

Nos parágrafos a seguir serão descritos os conceitos e inter-relações que devem ser considerados, em alto nível, para a concepção de modelos instrucionais que visem a geração de atividades, conforme apresentado na Figura 14. Assim, procura-se definir e exemplificar os componentes introduzidos no CTPACK-CM e suas respectivas intersecções. Para evitar redundância no texto, os componentes PK e CK não são detalhados, pois são consideradas as mesmas definições sintetizadas na Tabela 11 e também, com mais detalhes, ao longo da Seção 3.1 a qual trata dos modelos conceituais PCK e TPCK/TPACK.

Desta forma, o **conhecimento do Pensamento Computacional (CTK)** no nível do CTPACK-CM está relacionado ao conhecimento, em profundidade e abrangência, das definições, conceitos e das diferentes abordagens relacionadas ao desenvolvimento do PC enquanto competência. Conforme tratado na Seção 3.3.1.1 não há um consenso por parte da comunidade científica em relação a uma definição de PC, mas diversos autores sugerem que o PC está relacionado a um método geral ou um processo para solução de problemas. Envolve um conjunto de ferramentas mentais utilizadas na área da Computação para resolver problemas, ou seja, neste caso, está relacionado com a capacidade de desenvolver habilidades do PC para resolver problemas específicos. Logo, este conhecimento, inclui saber as possibilidades sobre como usar habilidades do PC para sistematizar o processo de resolução de problemas.

Neste sentido, um exemplo é o conhecimento de como usar a técnica da decomposição para simplificar o processo de resolução de problemas. Assim, o especialista que visa criar uma instância (CTPACK-IM), ou seja, um modelo instrucional que considere alguma dessas visões do PC, precisa adquirir esse conhecimento e adotar uma determinada referência ou estabelecer uma composição, uma definição própria, a partir da visão de diferentes autores. Essa definição é fundamental para a concepção de guias e instrumentos de avaliação, os quais integram o modelo instrucional, que permitem orientar os usuários na concepção ou planejamento de atividades educacionais. Desta forma, as definições, ou seja, quais conceitos do PC serão utilizados nas orientações para criar atividades, devem ser definidas no CTPACK-IM e repercutir no guia para geração de atividades.

Já o **conhecimento pedagógico do PC (CTPK)** envolve as possibilidades ou abordagens pedagógicas de ensino-aprendizagem que conduzam ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao PC. Trata do conhecimento de como o ensino-aprendizagem, de forma geral, pode ser alterado ou combinado com o ensino de habilidades do PC. É preciso definir, no modelo instrucional, quais teorias serão utilizadas e como isso repercute no desenvolvimento de determinadas habilidades do PC. Pode-se utilizar, por exemplo, a teoria construcionista que estabelece a construção de um objeto significativo para o aluno. Assim, poderia ser estabelecido, por exemplo, como essa teoria seria aplicada para desenvolver o conceito da abstração. Desta forma

inter-relaciona-se, em tese, um determinado conceito do PC, a abstração por exemplo, e a teoria Construcionista. Trata-se aqui de construir mecanismos ou estratégias para que o professor desenvolva atividades que considerem determinadas abordagens pedagógicas para integrar ao desenvolvimento de conceitos do PC. A Figura 15 ilustra, a intersecção de conhecimentos pedagógicos e do PC.

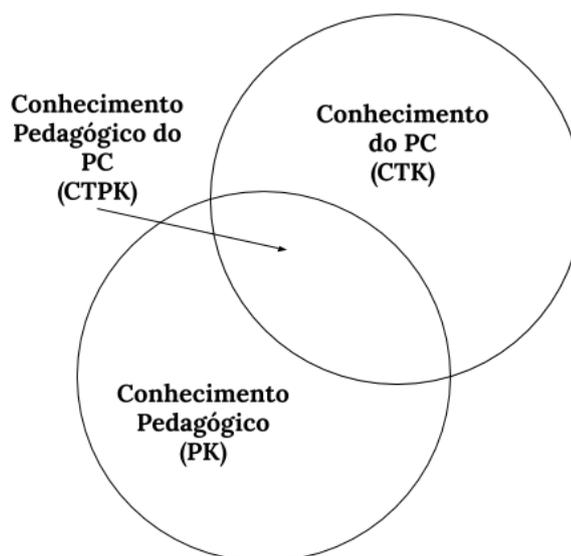


Figura 15 – Conhecimento pedagógico do PC - Intersecção entre conhecimento pedagógico e conhecimento do PC. Fonte: Autor.

Conforme já citado nos parágrafos anteriores, o modelo instrucional deve ter claro os conceitos do PC e a(s) abordagem(ns) pedagógica(s) a ser(em) utilizada(s). Posteriormente, definir orientações precisas para o professor conceber atividades. Nas Figuras 16 e 17 estão ilustrados, a título de exemplo, algumas abordagens pedagógicas e conceitos do PC que poderiam ser combinados no modelo instrucional e desta forma, definidas as estratégias de inter-relação. Em particular, na Figura 17, o modelo instrucional deve especificar as implicações da aprendizagem baseada em problemas como estratégia para desenvolver conceitos do PC, os quais poderiam ser: formular problemas, organizar e analisar dados, identificar, analisar e implementar soluções.

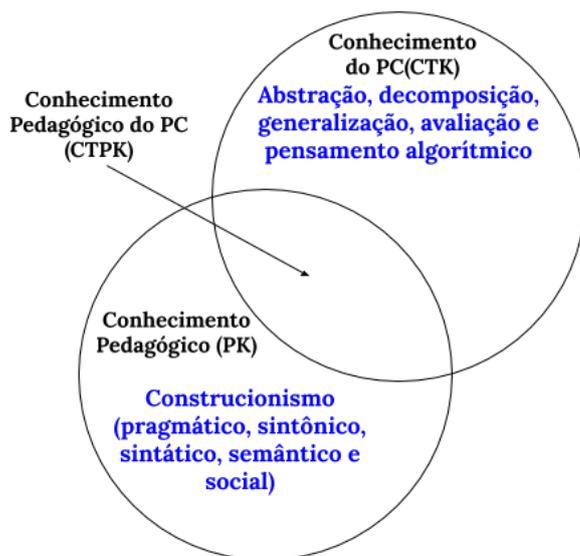


Figura 16 – Construcionismo (PK) e conceitos do PC (CTK) ancorados em SELBY; WOOLLARD (2014) (CTK).
Fonte: Autor.

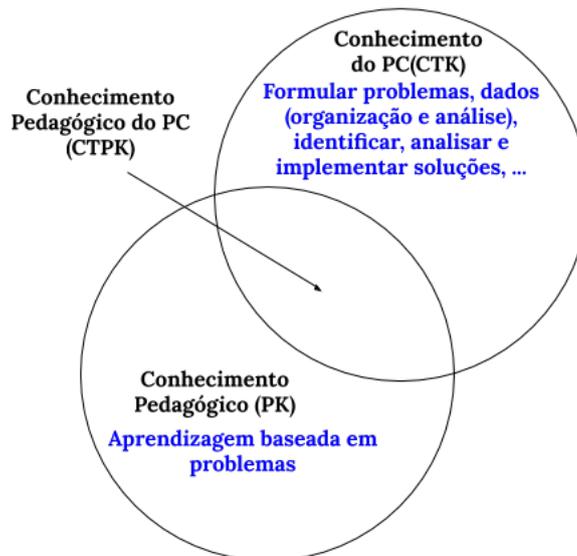


Figura 17 – Aprendizagem baseada em problemas (PK) e conceitos do PC ancorados em ISTE (2011) (CTK).
Fonte: Autor.

O PC também deve ser integrado com conteúdos curriculares, o **Conhecimento de conteúdo integrado ao PC (CTCK)** envolve esse relacionamento. Deve-se levar o profissional a estabelecer relações entre a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de habilidades PC. O modelo instrucional deve abordar estratégias para identificação das habilidades do PC que podem ser desenvolvidas a partir dos conteúdos curriculares. Considera-se por exemplo, que um determinado conteúdo da geometria pode, naturalmente, ser utilizado em associação no desenvolvimento da habilidade de generalização. A Figura 18 ilustra a intersecção entre os componentes e a Figura 19 mostra um exemplo onde define-se apenas os conceitos do PC e recomenda-se que o professor adote conteúdos a partir da estrutura proposta pela da BNCC. Assim, cabe destacar que a escolha do conteúdo é de responsabilidade do professor durante a proposição de atividades.

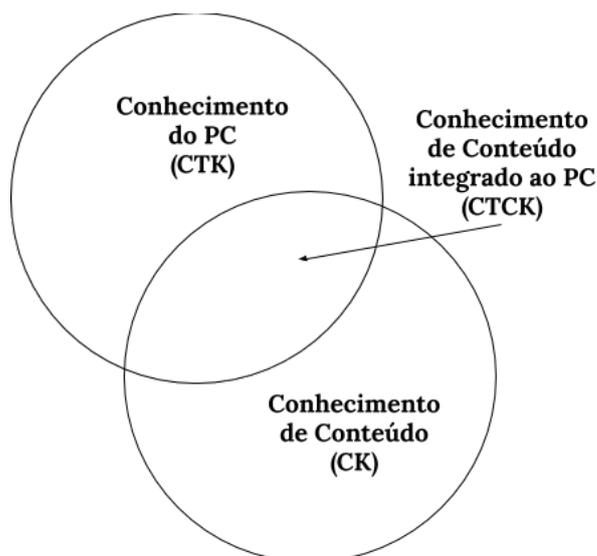


Figura 18 – Conhecimento de conteúdo integrado ao PC. Fonte: Autor.

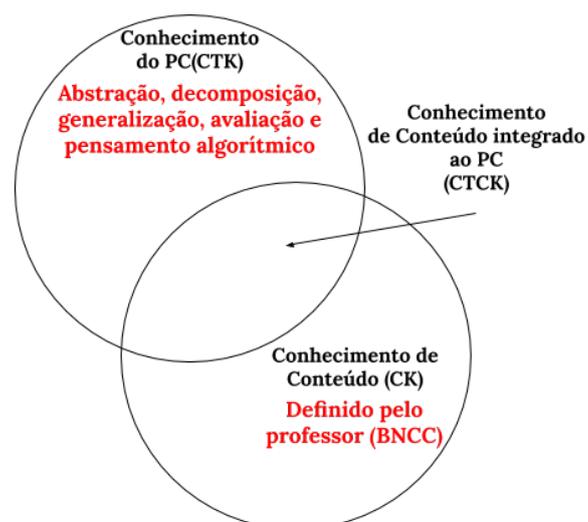


Figura 19 – Conhecimento de conteúdo integrado ao PC. Fonte: Autor.

Por fim o **conhecimento do PC e pedagógico de conteúdo (CTPACK)** incorpora os três conhecimentos. Trata, então, dos saberes necessário para integrar o desenvolvimento de determinadas habilidades do PC com a aprendizagem de conteúdos curriculares, por meio de uma apropriada teoria de aprendizagem. De forma similar ao que foi descrito na Seção 3.1.2, que trata do TPACK, “é diferente do conhecimento de todos os três conceitos individualmente”, importa aqui fazer com que esses conhecimentos sejam perfeitamente harmonizados em uma atividade de aprendizagem. Também não se trata aqui, genericamente, do modelo conceitual CTPACK, mas sim, de questões práticas, que permitam dotar o professor de estratégias que viabilizem, por exemplo, utilizar a metodologia da sala de aula invertida para desenvolver competências do PC como pensamento algorítmico e avaliação, integrado à aprendizagem de determinados fenômenos da ciência como, por exemplo, temperatura e calor. Assim, para um professor de ciências, que já domina os assuntos temperatura e calor, não basta apenas conhecer teoricamente a metodologia da sala de aula invertida e de como se estabelece o pensamento algorítmico e a avaliação, é preciso estabelecer estratégias para que ele consiga, com independência, integrar esses conceitos em uma atividade de aprendizagem.

O expediente adotado nesta tese se baseia em guias com questões (perguntas) e textos explicativos, concretizados em cartões, que procuram integrar os conhecimentos e conduzir o professor no planejamento das atividades. Na Seção 4.2 onde o CTPACK-CM é instanciado, utilizando-se determinados conceitos do PC e o construcionismo, será demonstrado em mais detalhes a estrutura do documento, denominado de “guia prático”.

Na próxima seção é apresentado o modelo instrucional proposto, o qual descreve uma das instâncias possíveis do modelo conceitual (CTPACK-CM). Também, nas subseções seguintes, serão detalhadas duas rubricas que ajudam o profissional a melhorar seus conhecimentos CTK e PK, bem como mensurar a utilização, em seus planos de atividades, dos conceitos do PC e a teoria pedagógica adotada. Na sequência é apresentado o guia prático, o qual visa ajudar o professor na construção de atividades. Por fim, são apresentados três estudos de casos implementados a partir da utilização das rubricas e do guia prático.

4.2 Especificação do modelo instrucional CTPACK-IM

Esta seção visa descrever um modelo instrucional denominado de CTPACK-IM. Trata-se de uma instanciação do modelo conceitual (CTPACK-CM), concretizado com a proposição de duas rubricas e um guia prático, todos organizados na forma de cartões.

De acordo com CHANTHALA; SANTIBOON; PONKHAM (2018) os modelos instrucionais de aprendizagem:

Ajudam os designers instrucionais a entender a teoria abstrata da aprendizagem e a permitir a aplicação no mundo real. Geralmente, um modelo de design instrucional diz como organizar cenários pedagógicos apropriados para alcançar objetivos instrucionais (p. 2).

Similarmente, SCHNEIDER (2017) define que:

Modelos instrucionais são diretrizes ou conjuntos de estratégias nas quais as abordagens ao ensino por instrutores são baseadas. Modelos instrucionais eficazes são baseados em teorias de aprendizagem. As teorias da aprendizagem descrevem as maneiras pelas quais os teóricos acreditam que as pessoas aprendem novas ideias e conceitos. Muitas vezes, eles explicam a relação entre as informações que já conhecemos e as novas informações que estamos tentando aprender (p. 1).

Conclui-se que os modelos instrucionais são orientações, guias ou conjuntos de estratégias, fundamentadas em teorias de aprendizagem, na qual são baseadas as abordagens usadas pelos professores para ensinar ou planejar atividades educacionais. Assim, entende-se que o modelo instrucional pode facilitar a tradução de uma teoria, no caso deste projeto representado por outro modelo mais abstrato, o modelo conceitual CTPACK-CM, em algo que possa ser mais facilmente traduzido no planejamento de uma atividade educacional. Em outras palavras, torna mais prática, mais concreta ou mesmo aplicável uma determinada teoria. O modelo conceitual, por ser mais abstrato, é mais generalizável. Por outro lado, o modelo instrucional é mais prá-

tico, mais perto da realidade do professor, portanto mais facilmente aplicado em uma atividade educacional.

No *framework* proposto, o nível dos modelos instrucionais, destacado por N2 na Figura 13, é dinâmico e apresenta a possibilidade de diferentes instâncias (implementações) para os componentes do modelo conceitual CTPACK-CM. No nível da instâncias, em PK, deve-se especificar a(s) teoria(s) pedagógica(s) que será(ão) adotada(s), em CTK, detalhar as habilidades/conceitos do PC serão considerados e em CK qual o escopo (nível de ensino) das unidades curriculares a serem utilizadas. As intersecções devem estabelecer diretrizes que inter-relacionem cada um dos componentes. Em particular, CTCK deve estabelecer procedimentos que guiem a identificação de conceitos/habilidades do PC em unidades curriculares (para o escopo em particular) e CTPK deve especificar orientações que estabeleçam inter-relações da teoria pedagógica e os conceitos do PC considerados.

Aqui se propõe o modelo instrucional apresentado na Figura 20, o qual adota a teoria construcionista (PAPERT, 1980; MALTEMPI, 2004), os conceitos do PC segundo SELBY; WOOLLARD (2014) e uma determinação de escopo para conteúdos do ensino fundamental, tendo a BNCC como referência curricular. Organiza-se a partir dos

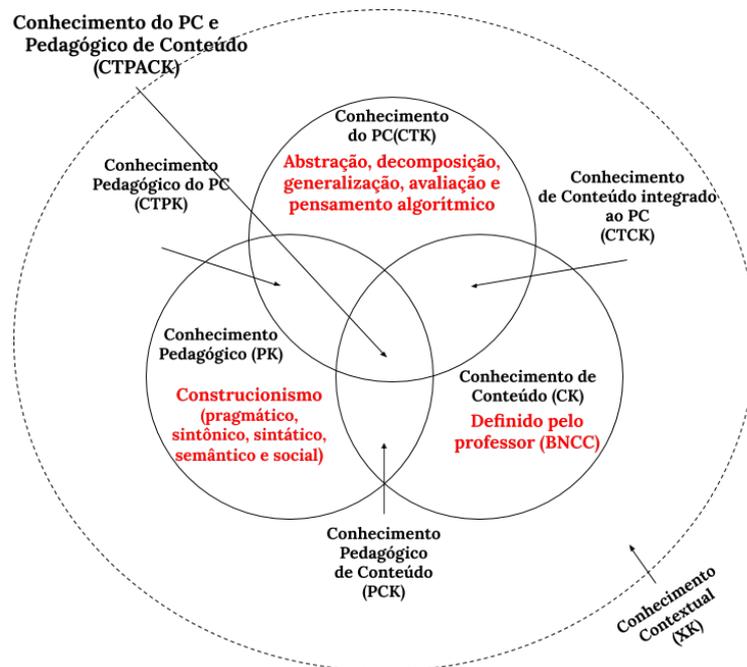


Figura 20 – Representação gráfica do modelo instrucional CTPACK-IM. Fonte: Autor

seguintes itens: a) teoria(s) de aprendizagem(s) (PK): adotada a teoria Construcionista de PAPERT (1980); MALTEMPI (2004), onde o conhecimento não é prioritariamente transmitido para o aluno. Ele não é, em geral, instruído ou ensinado, mas é o construtor do seu próprio conhecimento; b) conhecimento do PC (CTK): compreender o PC como um processo de resolução de problemas o qual assume, nesta

proposta, os conceitos abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação, ancorado nos estudos de SELBY; WOOLLARD (2013); CSIZMADIA et al. (2015, p. 5); e c) o escopo para os conteúdos curriculares (CK): considera-se o ensino fundamental a partir de conteúdos definidos na BNCC.

Cabe destacar que os termos Pensamento Computacional e resolução de problemas estão em um nível abstrato, de difícil implementação ou com pouco efeito prático para orientar a criação de uma atividade didática. Em outras palavras, não se pratica ou promove diretamente o PC, desenvolve-se essa capacidade de resolução de problemas a partir dos conceitos definidos na literatura. Da mesma forma SELBY; WOOLLARD (2013) aborda o problema do termo resolução de problemas em função da sua amplitude (*broadness*). Afirma que “resolução de problemas é um termo amplo que, embora utilizado de forma consistente² em toda a literatura, não está bem definido” SELBY; WOOLLARD (2013, p. 4 - tradução nossa).

Portanto, neste caso, o *framework* adota ou efetiva a orientação do professor pelos conceitos que, segundo as referências indicadas, decorrem do PC enquanto um processo de resolução de problemas. A Figura 21 ilustra que o conceito Pensamento Computacional está em um nível mais alto de abstração e isso pode dificultar o planejamento de estratégias para desenvolver essa competência nos aprendizes. Da mesma forma, a competência “resolução de problemas” onde os estudos de SELBY; WOOLLARD (2014) apontam que a literatura não esclarece a solução de problemas em detalhes estando, portanto, em um nível ainda alto de abstração para permitir, “de modo direto” a definição de estratégias para desenvolvê-la enquanto competência.



Figura 21 – Conceitos relacionados ao PC em relação ao nível de abstração. Fonte: Autor

Assim, a literatura apontada nos estudos de Selby, mostra que determinados conceitos (abstração, decomposição e outros) estão melhor definidos e o seu desenvolvimento, enquanto competência, pode implicar em uma melhoria na capacidade

²O termo consistente, neste caso, refere-se ao fato de que no levantamento realizado em SELBY; WOOLLARD (2013), o PC aparece constantemente vinculado com o termo “resolução de problemas”.

de resolução de problemas e, por consequência, do Pensamento Computacional. Simplifica-se essa questão supondo que, para desenvolver o PC enquanto competência, é preciso estratégias para melhorar a capacidade de resolução de problemas. Para fazer isso devem ser propostas atividades que envolvam abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação.

De forma similar, adota-se também essa estratégia, de utilizar conceitos melhor definidos na literatura, para a teoria construcionista. Conforme ilustrado na Figura 22, a construção de artefatos é utilizada enquanto uma diretriz, ancorado por PAPERT (1994) o qual afirma que o aprendizado ocorre quando um aluno constrói um artefato, se expressa por meio dele, compartilha e obtém retorno de seus pares.

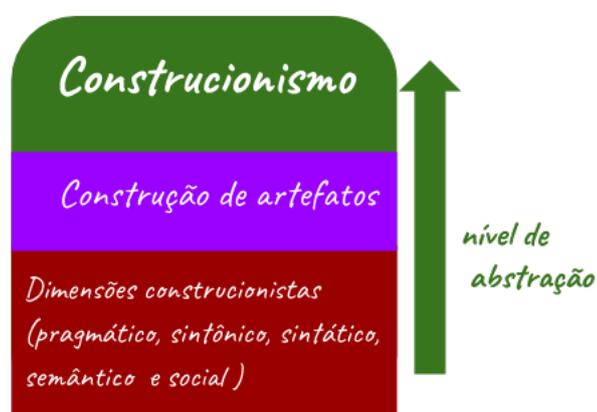


Figura 22 – Níveis da teoria construcionista. Fonte: Autor

A partir daí, incluí-se as dimensões construcionistas (MALTEMPI, 2004) como mecanismos mais concretos a serem incluídos nas atividades os quais viabilizam ou qualificam a construção de artefatos, com determinadas características (definidas pela dimensões) que, por consequência, podem conduzir as atividades por uma linha construcionista. Desta forma procura-se evitar que, a simples construção de um artefato, sem considerar determinadas condições, seja considerada como um exemplo integral de utilização da teoria construcionista. Por exemplo, a construção de um jogo digital a partir de um roteiro passo a passo pode ser analisado sob a ótica do construcionismo. Ou seja, o uso das dimensões construcionistas pode ajudar a entender o quanto construcionista foi o processo de desenvolvimento deste jogo. Para além de entender, pode ajudar a definir um processo de construção, efetivado no planejamento de uma atividade, o qual atenda melhor aos pressupostos definidos por Papert.

Todas essas escolhas norteiam as definições das inter-relações (CTPK, CTCK, PCK e CTPACK). A Figura 23 apresenta uma visão geral dos diversos componentes e subcomponentes que estão incluídos no modelo instrucional (CTPACK-IM).

É possível visualizar que o *framework*, especificamente o modelo instrucional CTPACK-IM, incorpora, além das especificações relativas aos conhecimentos principais CTK, CK e PK, também inclui duas rubricas, uma relativa às habilidades do PC



Figura 23 – Constituição geral do modelo instrucional CTPACK-IM.
Fonte: Autor

e outra que trata das dimensões da teoria construcionista, que concretizam as intersecções CTCK e PCK, respectivamente, bem como um guia prático, o qual materializa o componente CTPACK. Juntos visam instigar os profissionais na concepção de novas atividades que incorporem as competências do PC e conteúdos curriculares a partir das concepções (dimensões) da teoria construcionista. Exemplos de atividades e as respectivas avaliações são também apresentadas.

Os próximos parágrafos detalham os componentes e intersecções do modelo instrucional CTPACK-IM, sob a perspectiva da estrutura da BNCC, da teoria pedagógica e dos conceitos do PC que foram definidos. Uma estratégia básica utilizada no modelo instrucional é disponibilizar ao professor materiais didáticos (textos, imagens, vídeos e outros) sobre os conhecimentos principais, em particular o CTK e o PK. Já em relação às intersecções (CTCK, CTPK, PCK e CTPACK), estes conhecimentos devem ser inter-relacionados.

Em particular, no **conhecimento do PC (CTK)**, é fundamental para a utilização do PAPERTE PC Framework e está relacionado com a aquisição ou melhoria, por parte do professor, do conhecimento sobre PC. Os conceitos relacionados ao PC adotados nesta instanciação são a abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação, conforme apresentados na Seção 3.3.1.

Assim, é preciso disponibilizar ao professor mecanismos que permitam entender os conceitos do PC para que, a partir desse entendimento, ele seja mais facilmente conduzido a utilizar os conceitos na atividade que está sendo desenvolvida. Neste sentido, no que tange ao CTK, a rubrica do PC, apresentada na Seção 4.2.1, constituiu-se em um instrumento de formação, pois sua leitura prévia, antes da concepção de

uma atividade, pode proporcionar ao profissional um conhecimento dos conceitos que estão relacionados ao PC e como organizar atividades com maior ou menor grau de utilização desses conceitos. Por exemplo, saber ou ter a consciência de que pode conceber atividades que apenas utilizam exemplos de abstração ou avançar e estruturar atividades que proporcionem aos estudantes praticar a criação de diferentes camadas de abstração.

O **conhecimento Pedagógico (PK)**, que conforme definição deste modelo instrucional está relacionado diretamente a teoria construcionista, em particular é concretizado pela dimensões pragmática, sintônica, sintática, semântica e social. De forma similar ao relatado no parágrafo anterior, relativo ao CTK, foi preciso desenvolver mecanismos para ampliar o PK do professor que utiliza o *framework*. Desta forma, a rubrica construcionista, criada a partir das dimensões, pode proporcionar a ampliação do PK pois, antes de conceber as atividades, ele é incentivado a analisar as dimensões propostas nas rubricas. Assim, toma contato com a teoria, em particular com as dimensões, e identifica que pode conceber atividades com maior ou menor grau de utilização da teoria construcionista. Além disso, o material disponibilizado para aplicação da rubrica construcionista possui links e QR-Codes, em cada um dos critérios, que apontam para textos com mais informações e referências sobre aquele critério em particular.

Além disso, o guia apresentado na Seção 4.2.3, descreve diversas informações e links são apresentados com o objetivo de melhorar o PK, ou seja, ampliar o conhecimento sobre a teoria construcionista. No final do guia, cartões específicos sobre a teoria construcionista visam proporcionar mais algumas reflexões sobre a concepção das atividades à luz da teoria construcionista especificamente a partir das dimensões.

O **conhecimento pedagógico do PC (CTPK)**, especificamente neste modelo instrucional, envolve a necessidade de entendimento, por parte do professor, das relações existentes entre os conceitos do PC e a teoria construcionista. No guia prático para concepção de atividades as questões são colocadas ao docente para que ele trabalhe essas relações em suas atividades. É preciso entender, por exemplo, como a decomposição, um conceito ligado ao CTK, pode ser utilizada na construção de um artefato significativo para o alunos, conceito relacionado ao PK. Essas relações ou intersecções não são triviais e exigem um esforço criativo para concepção. A Figura 24 identifica diversas relações que poderiam ser encontradas no modelo instrucional proposto. Pode-se optar por trabalhar, em uma determinada atividade, com apenas uma relação ou, então, estabelecer diversas relações simultâneas.

Outro aspecto, ainda mais importante, é o nível de detalhamento (ou de abstração) que o modelo instrucional desperta no professor. Por exemplo, as relações indicadas

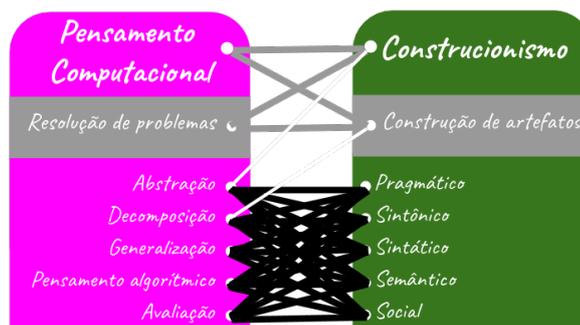


Figura 24 – Relações entre o PC e a teoria construcionista. Fonte: Autor

pelos ligações com linhas cinzas ou brancas³ serão mais difíceis de serem estruturadas em uma atividade, pois são de “alto nível”, difícil de serem pensadas em termos práticos. Mesmo descendo um pouco o nível, pensando em resolução de problemas versus construção de artefatos, ainda assim é pouco concreto em termos de concepção de uma atividade.

Sendo assim, o modelo instrucional CTPACK-IM se propõe a articular estas relações na forma de questões norteadoras. Estas confrontam conceitos do PC versus dimensões construcionistas e estão representadas na Figura 24 pelas ligações com linhas pretas. As questões, preconizadas pelo modelo e efetivadas por meio dos cartões, instigam o professor sob essa ótica, mais concreta, das teorias e conceitos. Essas inter-relações são promovidas ou explicitadas no guia prático, em especial, nos últimos três cartões, que retomam as cinco dimensões, onde, dentre outras, as seguintes perguntas são realizadas:

- Pragmática - Utilizando roteiros ou algum processo (ciclo ou espiral) para orientar a criação, como pode ser feito para conduzir o estudante a utilizar os conceitos do PC que serão incorporados na atividade?
- Sintônica - Nas discussões sobre o tema que eventualmente serão realizadas com os estudantes, como será abordada a utilização dos conceitos do PC?
- Sintática - Como esses materiais disponibilizados poderão instigar ou ajudar os estudantes a utilizar os conceitos do PC que serão incorporados na atividade?
- Semântica - Considerando a atividade que está sendo planejada e a construção do artefato, como o(s) conceito(s) do PC será(ão) utilizados a partir de situações do cotidiano dos estudantes? De que forma os conceitos do PC estão relacionados com as situações do cotidiano dos estudantes?

³As possibilidades de ligações das setas brancas não foram totalmente exploradas para melhorar a legibilidade da figura.

- Social - De que forma o trabalho em equipe, o *feedback* dos colegas ou a exposição de trabalhos para a comunidade escolar pode impulsionar a utilização dos conceitos do PC?

Desta forma, é estabelecidas uma relação de uma para vários, no sentido do construcionismo para o PC, ou seja, o professor deve pensar, a partir das características de uma das dimensões, como se relaciona com os conceitos PC que pretende utilizar na atividade. Esse exercício de reflexão vai sendo realizado para cada uma das dimensões. Como o guia prático inicia provocando a reflexão pelos conceitos do PC, no final, quando essas questões são colocadas, espera-se que os professores já tenham adquirido algum conhecimento sobre os conceitos do PC e definido quais deles serão incorporados na atividade. Esse fato pode facilitar a reflexão e as resposta aos questionamentos.

Outro conhecimento especificado no modelo instrucional e detalhado no guia prático é o **conhecimento do conteúdo integrado ao PC (CTCK)**. Envolve a relação entre os conceitos do PC e o conteúdo curricular a ser trabalhado na atividade. Por óbvio que, além de conhecer com profundidade sua área de atuação, será necessário ter adquirido, previamente, conhecimentos sobre o PC (CTK). Assim, será possível ao professor desenvolver atividades que utilizem os conceitos do PC ao mesmo tempo que desenvolvam aprendizagens de conteúdos curriculares. A Figura 25 ilustra diversas relações possíveis, sempre destacando a importância de refletir sobre as relações do conteúdo curricular com os conceitos mais concretos do PC em oposição ao relacionamento com termos mais genéricos como o próprio PC ou resolução de problemas.

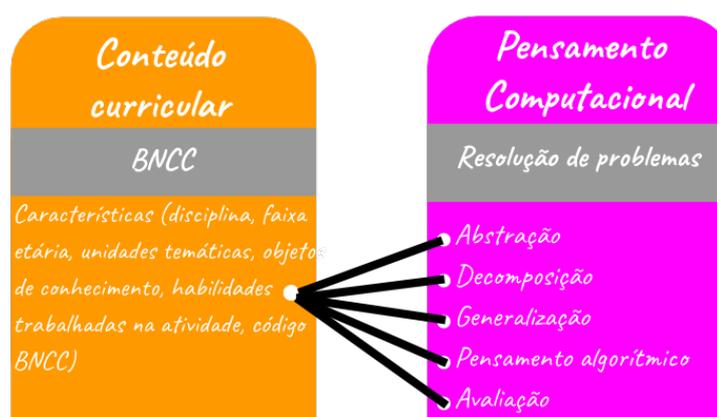


Figura 25 – Relações entre o conteúdo curricular e o PC. Fonte: Autor

Para auxiliar o professor na aquisição desse conhecimento, que se traduz pela capacidade de relacionar determinados conhecimentos curriculares com os conceitos do PC, tanto na rubrica do PC quanto no guia prático são disponibilizadas diversas questões norteadoras que instigam o professor na utilização de cada conceito relacionado a determinado conteúdo.

No caso deste modelo instrucional, o **conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)**, concretizado pela rubrica construcionista, relaciona as dimensões construcionistas com o conteúdo a ser trabalhado em uma atividade. Da mesma forma que foi explicado no tópico anterior, é preciso tornar os conceitos, no caso a teoria construcionista, mais concretos para que possam ser aplicados. A Figura 26 ilustra o foco do modelo instrucional para um conteúdo curricular em particular. A intenção é viabilizar a utilização, ao máximo possível, das dimensões construcionistas na concepção de atividades.

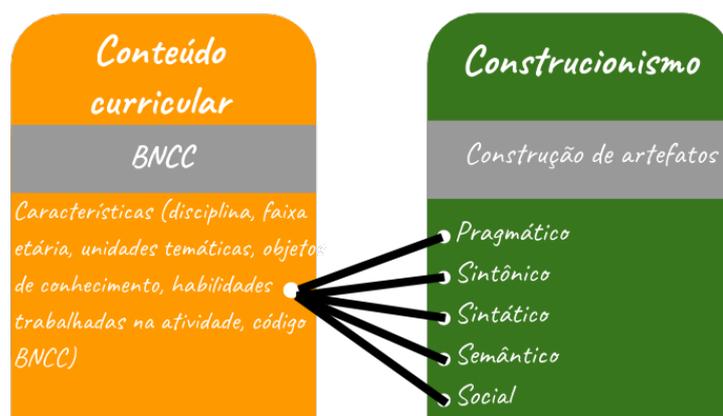


Figura 26 – Relações entre o conteúdo curricular e a teoria construcionista. Fonte: Autor

Por fim o **conhecimento do PC e pedagógico de conteúdo (CTPACK)** fica no centro do modelo instrucional CTPACK-IM (posição central da Figura 14). Visa integrar todos os conhecimentos citados nas seções anteriores. Tem como foco o desenvolvimento de atividades que proponham a resolução de problemas por meio da construção de artefatos significativos. Para tanto propõe o emprego combinado dos cinco conceitos da ciência da computação, os quais são comumente utilizados em projetos relacionados ao PC, e das cinco dimensões da teoria construcionista. Recomenda-se a utilização dos cinco conceitos e das cinco dimensões, porém é possível admitir que, em alguns casos, nem todos os conceitos e/ou dimensões serão incorporados.

Assim, desenvolver atividades que proporcionem essa combinação de conceitos do PC e dimensões construcionistas não é trivial, pois envolve conceitos que, por vezes, são desconhecidos do professor. Além disso, considerando que 10 conceitos estão envolvidos, cabe ao modelo instrucional levar o professor a optar por aqueles que são mais adequados a atividade que está sendo proposta. Portanto, é necessário oferecer mecanismos diversos que instiguem o professor a conhecer os conceitos e, efetivamente, aplicá-los na concepção de atividades que possuem como foco a construção de artefatos como estratégia para resolução de problemas. Dentre os mecanismos utilizados no guia é possível mencionar às questões para reflexão, os textos curtos sobre os conceitos, às imagens ilustrativas e os links e QR-Codes que

conduzem para textos ou artigos que visam ampliar o conhecimento do profissional, em especial sobre PC e construcionismo. A Figura 27 apresenta os conhecimentos envolvidos e ilustra a complexidade das relações implicadas no modelo.

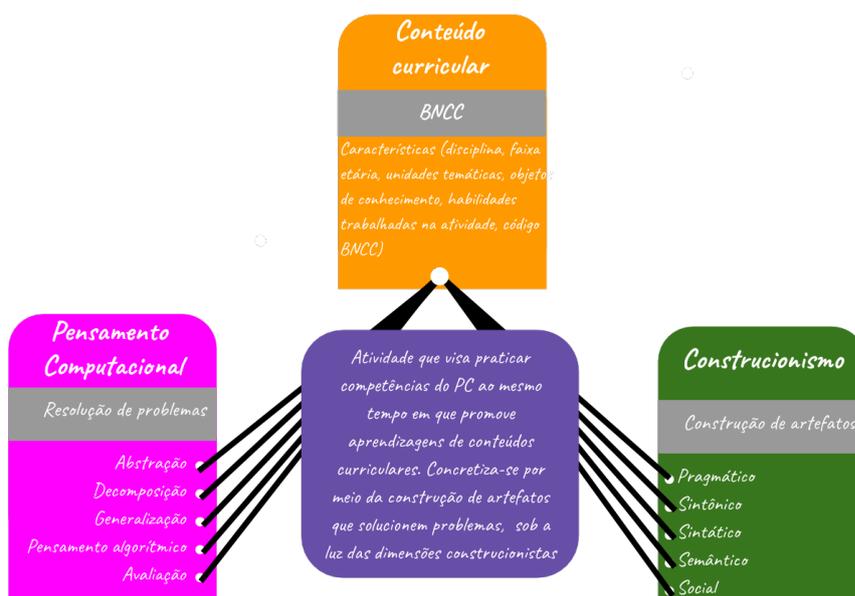


Figura 27 – Relações entre o PC, o conteúdo curricular e a teoria construcionista na concepção de uma atividade. Fonte: Autor

As próximas seções apresentam a proposta de rubrica do PC e rubrica construcionistas, as quais foram incorporadas ao PAPERT PC Framework. A Figura 28 procura ilustrar algumas relações que se estabeleceram entre as rubricas, o guia prático e os planos de atividades. São válidas tanto para a rubrica do PC, quanto a construcionista. As rubricas, por terem sido criadas antes, serviram para balizar a concepção do guia prático. Este, conduz a concepção de planos de atividades. As rubricas, na relação com os planos, tanto podem inspirar a concepção quanto avaliar a utilização dos conceitos do PC e alinhamento com a teoria construcionista.

4.2.1 Rubrica do PC

O instrumento descrito nesta seção desempenha mais de um papel enquanto um dos componentes do *framework*. Por um lado procura melhorar o conhecimento sobre PC (CTK) do professor e fundamentar a integração entre conteúdo curricular e PC (instrumentalizando o componente CTCK). Por outro lado é também um instrumento de avaliação com duas finalidades: de permitir identificar em que níveis um plano de atividades (gerados ou não a partir do *framework*) inclui a abordagem de conceitos do PC (SELBY; WOOLLARD, 2013); e auxiliar na identificação prévia dos diferentes níveis de desenvolvimento de conceitos do PC para concepção de planos de atividades. Os conceitos avaliados, traduzidos pelos critérios ou dimensões da rubrica, foram es-

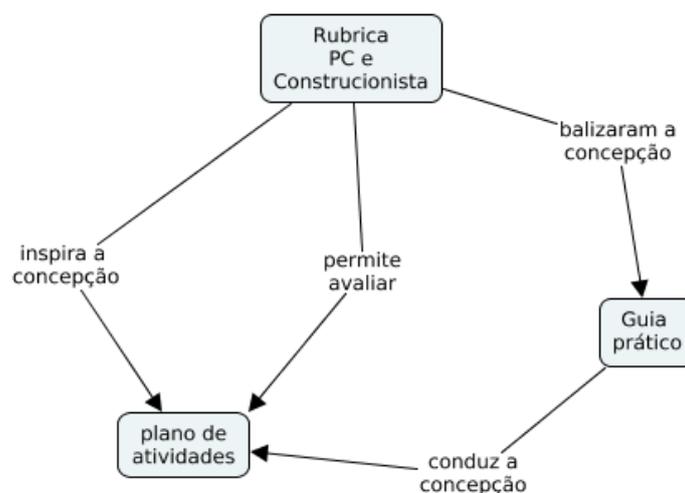


Figura 28 – Relações das rubricas com os componentes do PAPERT PC Framework. Fonte: Autor

colhidos tendo como base o trabalho de SELBY; WOOLLARD (2013) que, a partir de uma revisão com diversas referências, procurou identificar os termos que conceituam o PC, conforme já explorado neste texto, especificamente na Seção 3.3.1.1.

A rubrica, estruturada em critérios e níveis, permite detectar não apenas a presença ou uso do conceito mas, principalmente, identificar um valor qualitativo para sua aplicação. Decomposição, generalização e avaliação foram graduados, além do 0 que indica ausência na utilização do conceito, em 1, 3 e 5. Para abstração e pensamento algorítmico foram utilizados os níveis 1, 2, 3, 4 e 5. A construção dessa graduação se deu a partir do mais avançado (5) e do mais básico (1) (MERTLER, 2001). Em seguida, foi desenvolvido o nível intermediário (3). Os níveis 2 e 4 foram estabelecidos apenas para os critérios em que a qualificação do nível intermediário justificava o desdobramento em mais níveis. Essa estrutura foi elaborada tendo como inspiração os trabalhos que utilizam a Taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; BLOOM et al., 2001; THOMPSON et al., 2008). A taxonomia visa classificar objetivos educacionais dividindo em níveis de complexidade crescente, do mais simples ao mais complexo, do mais concreto ao mais abstrato onde para atingir um determinado patamar o aprendiz deve ter passado pelos níveis anteriores. Portanto, os níveis mais altos que envolvem “criar” possuem maior exigência cognitiva que os níveis mais baixos que estão relacionados a “entender”.

Em relação ao formato da rubrica, primeiramente foi estruturada em uma configuração tabular (Tabelas 14 e 15). Ao longo do processo de concepção ela foi redesenhada e organizada em cartões, como ilustrado na Figura 29, onde cada critério (abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação) é apresentado em um cartão específico.

A **Abstração**

A abstração é um mecanismo importante no processo de solução de problemas, o qual permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução. De acordo Wing (2014), a abstração, a partir do Pensamento Computacional, permite mensurar e lidar com a complexidade.

<https://ufpel.edu.br/abs>

0 Não foram encontradas estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar processos de abstração em qualquer nível.

1 **Resumo:** utilização de uma camada de abstração. **Descrição:** a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) representações da realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essa representação para resolver algum tipo de problema.

2 **Resumo:** utilização de mais de uma camada de abstração. **Descrição:** a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) diferentes níveis de representações de uma mesma realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essas representações (disponíveis em mais de uma camada) para resolver algum tipo de problema.

3 **Resumo:** construção de uma camada de abstração. **Descrição:** a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de representação da realidade (abstração), omitindo detalhes ou detalhando características em uma camada de abstração.

B **4** **Resumo:** construção de mais de uma camada de abstração. **Descrição:** a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de mais de um nível de representação da realidade (abstrações), omitindo detalhes ou detalhando características em mais de uma camada de abstração.

5 **Resumo:** definição das relações entre camadas de abstrações. **Descrição:** a atividade requer que os estudantes se envolvam na definição/construção de relações entre diferentes níveis de abstração ou na construção de abstrações que satisfaçam determinadas relações.

C **Abstração** 12:30

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade requer que os estudantes se envolvam na **construção/concepção** de relações entre diferentes níveis de abstração ou na **construção/concepção** de abstrações que satisfaçam determinadas relações?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade permite que os estudantes se envolvam na **solução** de problemas por meio da **construção/concepção**, por parte dos alunos, de mais de um nível de representação da realidade (abstrações), omitindo detalhes ou detalhando características em mais de uma camada de abstração?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 4 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade permite que os estudantes se envolvam na **solução** de problemas por meio da **construção/concepção**, por parte dos alunos, de representação da realidade (abstração), omitindo detalhes ou detalhando características em uma camada de abstração?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

d A atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) diferentes níveis de representações de uma mesma realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essas representações (disponíveis em mais de uma camada) para resolver algum tipo de problema?
Observe que neste caso os alunos não são responsáveis pela criação/concepção das abstrações. Apenas fazem uso para resolver algum problema.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 2 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

e A atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) representações da realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essa representação para resolver algum tipo de problema?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério abstração. Caso tenha respondido não, expresse que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar processos de abstração em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para abstração.

Figura 29 – Rubrica do PC - Cartão abstração com letras (A,B,C - destaque em vermelho) para melhor descrever as informações que constam no cartão. Fonte: Autor

Desta forma, a rubrica se efetiva em um “conjunto de seis cartões”, sendo cinco relativos aos critérios (conceitos do PC) e um para registro dos resultados, onde é possível anotar as considerações sobre cada critério e os respectivos escores alcançados por uma determinada atividade (ou plano de atividades).

Como efeito da aplicação da rubrica, ou seja, os resultados da classificação de uma atividade submetida ao instrumento, pode estimular nos autores desse tipo de material didático, o interesse em estendê-lo para incluir algumas competências consideradas nos níveis mais altos da rubrica. Assim, a rubrica é um instrumento de avaliação que pode levar ao redesenho da atividade com o objetivo de melhor desenvolver as competências do PC, mesmo que essa atividade não tenha sido criada a partir do guia do professor que integra o PAPERT PC framework. Em síntese é possível afirmar que a rubrica é um instrumento de avaliação, mas também pode ser utilizado para orientar a criação ou redesenho de atividades.

4.2.1.1 Critérios da rubrica - detalhamento

Os critérios ou dimensões da rubrica estão diretamente relacionados com os conceitos do PC que o instrumento pretende mensurar. O instrumento avalia se uma determinada atividade desenvolve (ou procura desenvolver) o conceito e em que nível.

Tabela 14 – Rubrica de avaliação do PC no formato tabular - Abstração e Pensamento algorítmico

	0	1	2	3	4	5
ABS	Não foram encontradas estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar processos de abstração em qualquer nível.	Resumo: utilização de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) representações da realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essa representação para resolver algum tipo de problema.	Resumo: utilização de mais de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) diferentes níveis de representações de uma mesma realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essas representações (disponíveis em mais de uma camada) para resolver algum tipo de problema.	Resumo: construção de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de representação da realidade (abstração), omitindo detalhes ou detalhando características em uma camada de abstração.	Resumo: construção mais de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de mais de um nível de representação da realidade (abstrações), omitindo detalhes ou detalhando características em mais de uma camada de abstração.	Resumo: definição das relações entre camadas de abstrações. Descrição: a atividade requer que os estudantes se envolvam na definição/construção de relações entre diferentes níveis de abstração ou na construção de abstrações que satisfaçam determinadas relações.
PA	Atividade não envolve pensamento algorítmico	Resumo: utilização de instruções em sequência e manipulação de variáveis. Descrição: a atividade objetiva a utilização de instruções em uma determinada ordem (sequências) e instruções que armazenem, movam e manipulem dados para obter o efeito desejado (variáveis e atribuições).	Resumo: utilização de estruturas de controle (seleção/decisão e repetição). Descrição: a atividade objetiva a utilização de instruções de múltiplas escolhas ou repetições, aninhadas ou não.	Resumo: construção de funções. Descrição: a atividade objetiva a criação de uma coleção de instruções, agrupadas e nomeadas, que executam uma tarefa bem definida (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos).	Resumo: utilização de conceitos de paralelismo. Descrição: a atividade envolve a identificação de tarefas que podem ser executadas em paralelo, considerando a necessidade de sincronizações, bem como a definição da distribuição de carga de trabalho entre diferentes fluxos de execução.	Resumo: criação de algoritmos recursivos. Descrição: a atividade envolve a definição e utilização da recursão como uma forma de iteração, considerando a formulação de problemas de forma recursiva e/ou aplicação das três leis da recursão (caso base, aproximação do caso base, chamada recursiva)

O primeiro é a abstração, identificada na Tabela 14 por ABS, foi estruturado a partir da visão de WING (2008) a qual afirma que o conceito é a essência do PC, “decidir quais detalhes precisamos destacar e quais detalhes podemos ignorar - fundamenta o pensamento computacional”. A autora também se refere a importância do trabalho com múltiplas camadas e o entendimento das relações entre essas diferentes camadas. A essa visão de Wing, a rubrica incorpora a ideia de incrementos dos níveis onde, nos inferiores (1 e 2), as atividades possuem características que conduzem os estudantes a uma aprendizagem mais voltada ao entendimento (ANDERSON; BLOOM et al.,

Tabela 15 – Rubrica de avaliação do PC no formato tabular - Decomposição, generalização e avaliação

	0	1	3	5
DEC	Não foi possível identificar que os materiais didáticos promovam ou desenvolvam a competência da decomposição.	Resumo: utilização de composição/decomposição já estabelecida para resolver problemas. Descrição: a atividade não tem como objetivo trabalhar a decomposição, mas os estudantes entram em contato com (ou são apresentados a) decomposição de problemas em subproblemas ou a composição de subproblemas e utilizam essa estrutura previamente elaborada para resolver algum tipo de problema.	Resumo: utilização de subproblemas previamente definidos para que a composição destes permita resolver problemas. Descrição: a atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior. O problema a ser resolvido já é apresentado decomposto e o estudante deve compor os subproblemas para resolver o problema como um todo.	Resumo: identificação de subproblemas (decomposição) para resolver problemas (composição). Descrição: a atividade exige que o estudante se envolva na divisão do problema em subproblemas menores cujas soluções compostas levem a solução do problema maior. O processo de decomposição e composição é construído pelo estudante.
GEN	Atividade não envolve o conceito de generalização	Resumo: identificação de padrões e semelhanças. Descrição: a atividade objetiva exercitar a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados	Resumo: adaptação de soluções ou parte de soluções. Descrição: a atividade objetiva exercitar a generalização na solução de problemas. A ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes.	Resumo: criação de soluções para resolver uma classe de problemas. Descrição: a ênfase da atividade é dada na criação de modelos ou padrões possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área.
AVA	Atividade não envolve o conceito de avaliação	Resumo: avaliação com critérios e processos pré-definidos. Descrição: a atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (critérios e processo são determinados na atividade).	Resumo: identificação do processo e realização da avaliação. Descrição: a atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos (critérios são determinados na atividade).	Resumo: identificação dos critérios e do processo e realização a avaliação. Descrição: a atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação.

2001) e de utilização de abstrações e suas camadas já previamente estruturadas. Nos níveis mais avançados (3, 4 e 5) já se supõe a construção de abstrações, camadas e relações.

A aparência redesenhada, em forma de um cartão, visa ajudar o docente na criação de atividades. No caso específico deste cartão sobre abstração, ilustrado na Figura 29, visa informar o professor sobre o conceito de abstração, reforçando o CTK, e guiar a avaliação de um plano com relação ao conceito. Desta forma, além tornar a rubrica mais interessante, sob o aspecto visual, permite adicionar outras informações úteis que vão ajudar no processo de avaliação.

Para fins de apresentação, neste texto identificou-se 3 regiões principais na imagem da Figura 29: A, B e C. Na região que compreende a letra A, fica o nome do critério da rubrica (abstração neste caso), uma descrição do conceito, o qual visa explicar o que trata e um QR-Code, com a respectiva URL (link) abaixo, que conduz o professor para um documento com mais informações sobre o conceito. O documento

amplia a descrição do conceito (abstração) e fornece possibilidades de representações de realidades como, por exemplo, a representação de cidades por mapas (CSIZMADIA et al., 2015, p. 7) ou tabelas (matriz de adjacências); a descrição de sinais em circuitos elétricos em representações binárias (0 ou 1, preto ou branco, ligado ou desligado); a modelagem de objetos, animais por exemplo, com diagramas; entre outros. Também são descritos exemplos de problemas a serem solucionados a partir das representações citadas. A estratégia de usar QR-Code viabiliza ampliar a formação do professor em relação aos temas que são tratados na rubrica. É possível vincular o QR-Code a diversos tipos de mídias como, por exemplo, áudios, imagens e vídeos com orientações sobre como proceder em relação a, neste caso, rubrica do PC.

Na região da letra B, da Figura 29, estão colocados os níveis da rubrica abstração, variando de 0, onde não é constatado a utilização do conceito até o 5 para o nível máximo de desenvolvimento do conceito. O professor deve analisar o que está descrito em cada nível e classificar a atividade fundamentado nas diferentes descrições. As informações que constam nessa região do cartão são as mesmas que estão na Tabela 14. Desta forma é possível verificar que o formato antigo, em tabela, fornecia menos subsídios ou orientações para o professor. O cartão se transforma, de mero instrumento para avaliação, em um recurso que proporciona a formação dos professores em temas vinculados, neste caso, ao conhecimento do PC (CTK).

A região C abrange questões que podem ser utilizadas como facilitadoras do processo de classificação da atividade. O professor, na medida em que responde às questões, é conduzido a classificar a atividade. O conjunto de questões começa por uma pergunta que, se respondida SIM, informa ao professor que deve classificar a atividade no nível 5. Caso responda NÃO, deve avaliar a segunda pergunta onde, respondendo SIM, classifica no nível 4. Assim, sucessivamente, o professor é conduzido até, se for o caso, identificar que a atividade não promove o conceito específico daquele cartão. Cabe reforçar que o avaliador, usuário da rubrica, pode optar por utilizar diretamente as descrições dos nível (região B da Figura 29) ou as questões descritas aqui neste parágrafo (região C). Pode, ainda, classificar utilizando os dois formatos para ratificar (ou não) a avaliação realizada. Cabe lembrar que o formato (*layout*) dos cartões foi estruturado em folha A4 para ser dobrada ao meio e plastificada, configurando o lado esquerdo como frente e o lado direito como verso.

O pensamento algorítmico, critério da rubrica do PC cujo cartão é ilustrado pela Figura 30, segue o mesmo padrão explicado nos parágrafos anteriores. São disponibilizadas duas possibilidades de avaliação, onde o usuário da rubrica pode avaliar a partir da descrição dos níveis, lado esquerdo da Figura 30, ou a partir das questões que são colocadas no lado direito do cartão.

O critério foi estruturado, em parte, ancorado no estudo de CURZON et al. (2014, p. 5). Este define algumas técnicas para a sala de aula que, segundo o autor, se

Pensamento Algorítmico

Está diretamente relacionado ao conceito de algoritmos que, segundo [Futschek 2006], "é um método para resolver um problema que consiste em instruções exatamente definidas". Por consequência o PA é "um conjunto de habilidades conectadas à construção e compreensão de algoritmos" como, por exemplo, a capacidade de analisar e especificar soluções para determinados problemas.

<https://l1.ufpel.edu.br/pa>

0 Atividade não envolve pensamento algorítmico

1 **Resumo:** utilização de instruções em sequência e manipulação de variáveis. **Descrição:** a atividade objetiva a utilização de instruções em uma determinada ordem (sequências) e instruções que armazenem, movam e manipulem dados para obter o efeito desejado (variáveis e atribuições).

2 **Resumo:** utilização de estruturas de controle (seleção/decisão e repetição). **Descrição:** a atividade objetiva a utilização de instruções de múltiplas escolhas ou repetições, aninhadas ou não.

3 **Resumo:** construção de funções. **Descrição:** a atividade objetiva a criação de uma coleção de instruções, agrupadas e nomeadas, que executam uma tarefa bem definida (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos).

4 **Resumo:** utilização de conceitos de paralelismo. **Descrição:** a atividade envolve a identificação de tarefas que podem ser executadas em paralelo, considerando a necessidade de sincronizações, bem como a definição da distribuição de carga de trabalho entre diferentes fluxos de execução.

5 **Resumo:** criação de algoritmos recursivos. **Descrição:** a atividade envolve a definição e utilização da recursão como uma forma de iteração, considerando formulação de problemas de forma recursiva e/ou aplicação das três leis da recursão (caso base, aproximação do caso base, chamada recursiva)

Pensamento Algorítmico 12:30

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade envolve a definição e utilização da recursão como uma forma de iteração, considerando formulação de problemas de forma recursiva? Envolve a aplicação das três leis da recursão (caso base, aproximação do caso base, chamada recursiva)? Caso a resposta seja sim para pelo menos uma das questões, registre o nível 5 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade envolve a identificação de tarefas que podem ser executadas em paralelo, considerando a necessidade de sincronizações, bem como a definição da distribuição de carga de trabalho entre diferentes fluxos de execução? Caso a resposta seja sim, registre o nível 4 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade objetiva a criação de uma coleção de instruções, agrupadas e nomeadas, que executam uma tarefa bem definida? Envolve, neste caso, atividades que visam praticar a construção de (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos). Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

d A atividade objetiva a utilização de instruções de múltiplas escolhas ou repetições, aninhadas ou não? Caso a resposta seja sim, registre o nível 2 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

e A atividade objetiva a utilização de instruções em uma determinada ordem (sequências) e instruções que armazenem, movam e manipulem dados para obter o efeito desejado (variáveis e atribuições)? Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, registre 0, indicando que a atividade não envolve pensamento algorítmico.

Figura 30 – Rubrica do PC - Cartão Pensamento algorítmico. Fonte: Autor

desenvolvem a partir de um conjunto de comportamentos ou ações esperadas para os estudantes quando estão envolvidos na aprendizagem dos conceitos relacionados a algoritmos. O autor descreve a importância de fazer com que os estudantes, para atingir um determinado objetivo ou um efeito desejado, escrevam instruções que:

- se constituem em uma determinada ordem (sequência);
- usem operações aritméticas e lógicas;
- armazenem, movem e manipulem dados;
- escolhem entre diferentes caminhos de instruções (seleção);
- repetem grupos de instruções (laços / iteração);
- executem uma tarefa bem definida para criar uma nova instrução (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos);
- envolvem sub-rotinas as quais usem cópias de si mesmas (recursão);
- envolvem regras para agentes (inteligência artificial) e outras estruturas mais avançadas.

Na rubrica os comportamentos foram convertidos em descrições para os diferentes níveis do critério PA, utilizando a progressão natural que é dada no ensino de algoritmos onde considera-se que instruções organizadas apenas em sequência sejam de menor dificuldade quando comparadas com instruções que exijam a utilização de decisões e laços. Estas, por sua vez, seriam mais simples de entender que algoritmos recursivos. Ter o conhecimento de algumas estruturas como pré-requisito foi outro aspecto considerado. Para entender determinados conceitos relacionados ao PA, é necessário ter assimilado previamente algumas estruturas. Por exemplo, não é possível trabalhar integralmente com sub-rotinas se o aprendiz ainda não compreende a construção de algoritmos em sequência e as estruturas de seleção e decisão. Da mesma forma para algoritmos recursivos sem o conhecimento de sub-rotinas.

Outro critério da rubrica é a decomposição. Ilustrado na Figura 31, difere dos critérios anteriores, abstração e pensamento algorítmico, no número de níveis, possuindo apenas quatro possibilidades de classificação (0, 1, 3 e 5). O critério envolve o con-

Decomposição

É a habilidade de dividir dados, processos ou problemas em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas. É uma forma de pensar sobre os artefatos a partir de suas partes componentes. Essa habilidade cognitiva ajuda a resolver problemas complexos, a lidar com situações novas e a projetar sistemas (Google, n.d.; Selby & Woollard, 2014).

<https://l.ufpel.edu.br/des>

Nível	Resumo	Descrição
0	Não foi possível identificar que os materiais didáticos ou atividades promovam ou desenvolvam a competência da decomposição.	
1	Resumo: utilização de composição/decomposição já estabelecida para resolver problemas.	Descrição: a atividade não tem como objetivo trabalhar a decomposição, mas os estudantes entram em contato com (ou são apresentados a) decomposição de problemas em subproblemas ou a composição de subproblemas e utilizam essa estrutura previamente elaborada para resolver algum tipo de problema.
3	Resumo: utilização de subproblemas previamente definidos para que a composição destes permita resolver problemas.	Descrição: a atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior. O problema a ser resolvido já é apresentado decomposto e o estudante deve compor os subproblemas para resolver o problema como um todo.
5	Resumo: identificação de subproblemas (decomposição) para resolver problemas (composição).	Descrição: a atividade exige que o estudante se envolva na divisão do problema em subproblemas menores cujas soluções compostas levem a solução do problema maior. O processo de decomposição e composição é construído pelo estudante.

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade exige que o estudante se envolva na divisão do problema em subproblemas menores cujas soluções compostas levem a solução do problema maior?
Observe que, neste caso, o processo de decomposição e composição é concebido/construído pelo próprio estudante.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior? O problema a ser resolvido já é apresentado decomposto e o estudante deve compor os subproblemas para resolver o problema como um todo?
Neste caso, o aluno não se envolve no processo de decomposição mas, de alguma forma, a atividade exige que o aluno resolva problemas menores e desenvolva um processo de composição para a solução de um problema maior.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade não tem como objetivo trabalhar a decomposição, mas os estudantes entram em contato com (ou são apresentados a) decomposição de problemas em subproblemas ou a composição de subproblemas e utilizam essa estrutura previamente elaborada para resolver algum tipo de problema?
Neste caso o aluno se envolve com a composição ou decomposição de forma eventual/casual. A utilização de composição/decomposição já está previamente estabelecida para resolver problemas. O aluno não é solicitado a fazer a decomposição ou composição, mas o problema apresenta aspectos com essas características.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar, utilizar ou estabelecer algum contato processos de composição/decomposição em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para decomposição.

Figura 31 – Rubrica do PC - Cartão decomposição. Fonte: Autor

ceito de decomposição de problemas em partes menores e mais gerenciáveis e, em seguida, o foco na solução de cada um desses problemas menores (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998a). A essa dimensão da rubrica também é incorporada a ideia de que a atividade que exige do estudante entender e utilizar problemas já decompostos

atinge os níveis 1 e 3. Já o nível 5 pressupõe que a atividade envolva a identificação dos subproblemas (decomposição) e posterior solução por meio da composição.

O critério generalização, ilustrado na Figura 32, envolve “reconhecimento e generalização de padrões”. Compreende também por tomar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas semelhantes (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998a).

Generalização

Envolve “reconhecimento e generalização de padrões”. Compreende também por identificar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas semelhantes [Bell et al. 1998a]. Em síntese a generalização corresponde a identificar padrões, similaridades e conexões, resolver novos problemas baseados em problemas similares e utilizar uma solução geral.

<https://ufpel.edu.br/gen>

0

Atividade não envolve o conceito de generalização

1

Resumo: identificação de padrões e semelhanças. **Descrição:** a atividade objetiva exercitar a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados.

3

Resumo: adaptação de soluções ou parte de soluções. **Descrição:** a atividade objetiva exercitar a generalização na solução de problemas. A ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes.

5

Resumo: criação de soluções para resolver uma classe de problemas. **Descrição:** a ênfase da atividade é dada na criação de modelos ou padrões possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área.

Generalização 12:30

Questões para enquadramento na rubrica

a A ênfase da atividade é dada na criação/concepção de modelos ou padrões possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área? Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério generalização. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade objetiva exercitar a generalização na solução de problemas? A ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes? Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério generalização. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade objetiva exercitar a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados? Neste caso o aluno se envolve apenas com a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados. Não chega a praticar o conceito de generalização. Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério generalização. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar, utilizar ou estabelecer algum contato processos de identificação de padrões e/ou generalização em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para generalização.

Figura 32 – Rubrica do PC - Cartão generalização. Fonte: Autor

A progressão da rubrica foi estruturada da considerando um primeiro nível (1), onde procura-se constatar se a atividade envolve a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados; um nível intermediário (3), onde é verificado se a atividade exercita a generalização na solução de problemas, quando a ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes; e um nível avançado (5), para atividades que se propõem a realizar a criação de modelos ou padrões que possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área.

Finalizando os critérios da rubrica do PC, a avaliação trata de desenvolver a capacidade de analisar ou auto-avaliar os resultados produzidos pelos próprios aprendizes. Ilustrado na Figura 33, envolve a realização da avaliação a partir de critérios e processo avaliativos que foram pré-definidos ou concebidos pelos próprios aprendizes.

Avaliação

A avaliação é identificada por Wing (2006) como a habilidade que os pensadores computacionais usam quando revisam algoritmos e fazem trocas, no uso do tempo e espaço, poder de processamento e armazenamento. Isso é sutilmente diferente da maneira como Frank encontrou a avaliação antes. De acordo com sua experiência, a avaliação ocorre no final de uma tarefa e é simplesmente um conjunto de perguntas como "funciona?" E "é adequado?" No entanto, no pensamento computacional, a avaliação é mais profunda para fazer perguntas como "satisfaz os objetivos originais?", "existem outras maneiras de resolver esse problema?" e "existem maneiras melhores (mais eficientes) de resolver esse problema?"

Fonte: [Computational thinking blooms](https://ll.vfpel.edu.br/ava)

0

Atividade não envolve o conceito de avaliação

1

Resumo: avaliação com critérios e processos pré-definidos.
Descrição: a atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (critérios e processo são determinados na atividade).

3

Resumo: identificação do processo e realização da avaliação.
Descrição: a atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos (critérios são determinados na atividade).

5

Resumo: identificação dos critérios e do processo e realização a avaliação.
Descrição: a atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação.



<https://ll.vfpel.edu.br/ava>

Avaliação

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação? Neste caso o aluno é responsável por organizar um processo de avaliação do artefato, definindo o próprio processo, os critérios que vai utilizar para avaliar e, por fim, realizando a avaliação.

Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos? Neste caso, os alunos não é responsável por definir os critérios, ou seja, o que avaliar. Isso é pré-determinado na própria atividade. Porém deve, o aluno, organizar o processo de avaliação e a própria avaliação.

Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente? (critérios e processo são determinados na atividade) Neste caso o aluno se envolve apenas com a própria avaliação da solução. Os critérios e o processo de avaliação é pré-determinado na atividade.

Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a tomar contato com avaliação em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para avaliação.

Figura 33 – Rubrica do PC - Cartão avaliação. Fonte: Autor

A progressão da rubrica foi estruturada considerando um primeiro nível (1), onde procura-se constatar se a atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (critérios e processo são determinados na atividade); um nível intermediário (3), onde é verificado se a atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos (critérios são determinados na atividade); e um nível avançado (5), onde a atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação.

Por fim cabe apresentar o cartão que foi proposto para registro dos resultados. A Figura 34 ilustra o preenchimento deste cartão onde são registradas as classificações, ou seja, para uma determinada atividade é estabelecido o nível para cada um dos critérios e uma descrição que explica essa atribuição. No cartão também foi disponibilizado um espaço, à esquerda, abaixo do título da atividade, para a construção de um gráfico demonstrativo do desempenho geral da atividade.

Utilizou-se, a título de exemplo, as informações resultantes da avaliação realizada por professores especialistas para validar a rubrica, processo que será detalhado na próxima seção. Esse cartão foi concebido para preenchimento manual, durante reuniões de avaliação de planos de ensino. Assim, caso seja impresso e plastificado,

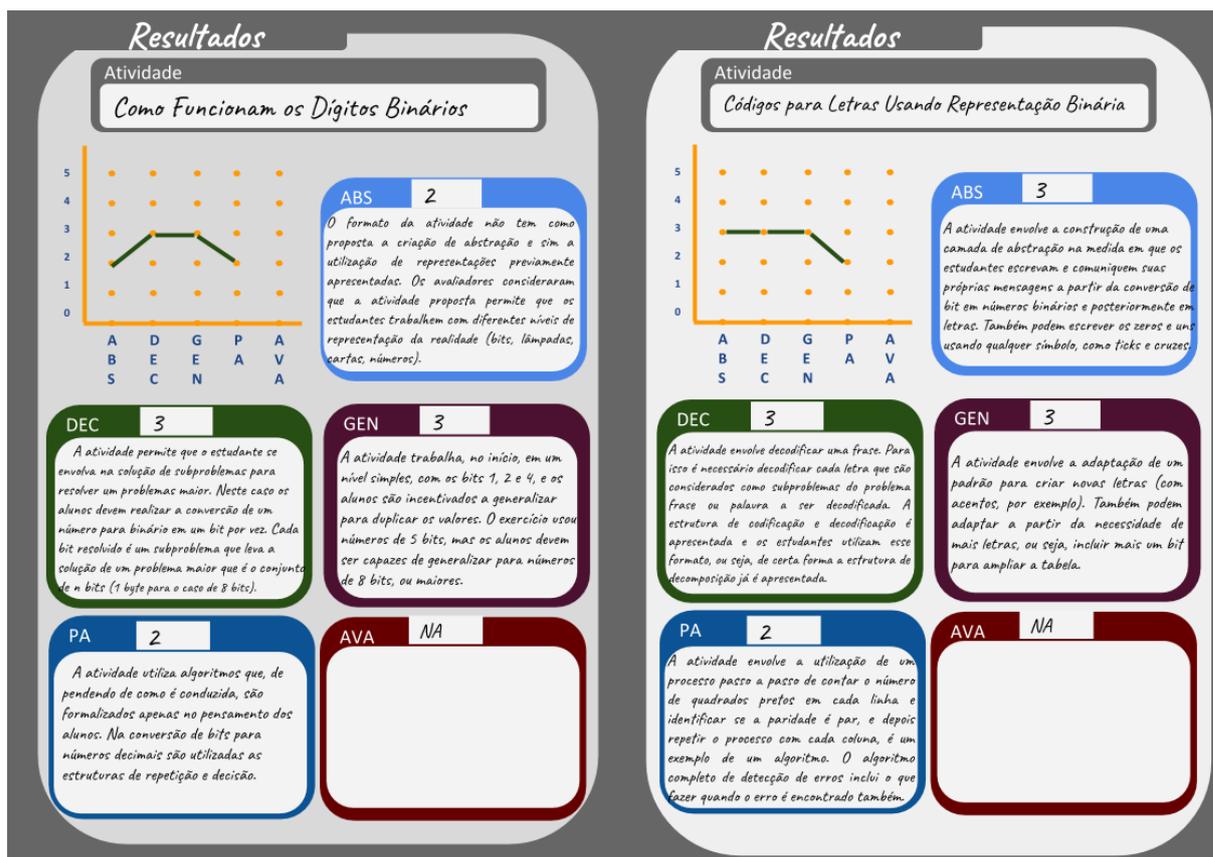


Figura 34 – Rubrica do PC - Cartão para registro de resultados.

Fonte: Autor

pode ser utilizado para avaliar diversas atividades. O cartão foi projetado para ser utilizado frente e verso, desta forma permite avaliar duas atividades. Depois pode ser apagado com um pano embebido em álcool e novamente utilizado. O critério avaliação não foi preenchido pois, na primeira versão da rubrica, objeto de validação pelos especialistas, o referido critério ainda não havia sido elaborado.

A próxima seção aborda, ainda que resumidamente, o processo que foi adotado para construção e validação da rubrica do PC.

4.2.1.2 Processo de construção da rubrica do PC

O processo de construção da rubrica do PC inicia a partir da definição dos conceitos que seriam considerados como “definidores do que seria o PC” SELBY; WOOLLARD (2014). A partir dos conceitos, procura-se identificar estratégias de progressão, ou seja, como reconhecer níveis de adoção para cada um dos cinco conceitos. A partir da análise do referencial, uma versão inicial da rubrica foi elaborada pelo autor desta tese. Os critérios, incluídos neste instrumento, foram concebidos a partir de diversas referências que abordam os conceitos do PC. O processo de validação foi realizado a partir da avaliação, por especialistas, de atividades já propostas na literatura, que são: “Como funcionam os dígitos binários”, “Códigos para letras usando represen-

tação binária” e “Paridade mágica” propostas no projeto de Ciência da Computação Desplugada (CS Unplugged) (BELL et al., 2009) e estão disponíveis no site do projeto⁴. Na descrição das atividades já são descritas, sempre no final, as relações que a referida unidade possui (ou poderia ter) com alguns conceitos (pensamento algorítmico, abstração, decomposição, generalização, lógica e avaliação) do PC. A partir das informações que constam nas atividades procurou-se aplicar a rubrica para dimensionar o nível alcançado pela atividade para cada um dos quatro conceitos que faziam parte da rubrica proposta. Cabe destacar que a atividade de validação da rubrica, realizada pelos professores especialistas, tratou dos critérios abstração, decomposição, generalização e pensamento algorítmico. O critério avaliação foi incluído, posteriormente, pelo autor da tese.

Com esta avaliação queria se observar a concordância dos avaliadores na classificação quanto aos níveis propostos da rubrica. O processo foi realizado por cinco professores universitários da área da computação, os quais receberam uma cópia impressa com a descrição de cada atividade, uma folha com a rubrica (a mesma das Tabela 14 e 15) e três cópias de um instrumentos de avaliação⁵ elaborado para facilitar o registro da classificação, de observações e sugestões. Após a leitura e preenchimento individual do instrumento os especialistas discutiram a classificação de cada um dos critérios nas atividades. Objetivou-se desta forma, analisar a dispersão na avaliação realizada pelos especialistas, onde uma diferença significativa dos escores atribuídos pode expressar que a rubrica não está coerente ou seu texto não deixa claro a identificação do nível. Desta forma, foram discutidos ajustes no texto da rubrica. Posteriormente, procurou-se consolidar as classificações (níveis) e elaborar um texto com observações que visassem justificar o enquadramento. O resultado da aplicação da rubrica nas atividades citadas anteriormente é relatado na Tabela 16.

4.2.2 Rubrica construcionista

Similarmente a rubrica do PC, este instrumento não trata de “avaliar o desempenho de estudantes ou produtos resultantes de uma tarefa” e sim de ajudar a mensurar o alinhamento de atividades didáticas com a teoria construcionista. Além disso, procura contribuir com dois aspectos do modelo, melhorar o conhecimento pedagógico (PK), na medida em são disponibilizados links ou QR-Codes para mais informações sobre os conceitos do construcionismo e também instrumentaliza a inter-relação entre o conteúdo e as estratégias pedagógicas construcionistas (PCK).

Utilizou-se, como fundamento para os cinco critérios, as dimensões do construcionismo (MALTEMPI, 2004) e a sua capacidade de operacionalizar a teoria, ou seja,

⁴Atividades disponíveis em <https://csunplugged.org/en/topics/>. Acesso em: 12 jun 2018.

⁵Instrumento de avaliação elaborado pelo autor. Disponível em <https://1.ufpel.edu.br/instrumento-rubrica>.

Tabela 16 – Rubrica de avaliação - Resultado da Avaliação

	Como Funcionam os Dígitos Binários	Códigos para Letras Usando Representação Binária	Paridade Mágica
ABS	Classificação: 2 O formato da atividade não tem como proposta a criação de abstração e sim a utilização de representações previamente apresentadas. Os avaliadores consideraram que a atividade proposta permite que os estudantes trabalhem com diferentes níveis de representação da realidade (bits, lâmpadas, cartas, números).	Classificação: 3 A atividade envolve a construção de uma camada de abstração na medida em que os estudantes escrevam e comuniquem suas próprias mensagens a partir da conversão de bit em números binários e posteriormente em letras. Também podem escrever os zeros e uns usando qualquer símbolo, como ticks e cruzes.	Classificação: 1 Na atividade os alunos tomam contato com uma camada de abstração, pois a atividade enfatiza o entendimento do bit de paridade, os avaliadores, após discussões, classificaram a atividade no nível 1 de abstração. Nas sugestões da atividade, em "reflexão da lição" é proposta a criação da abstração com diferentes configurações de matrizes. Caso isso seja realizado com os estudantes, seria possível classificar no nível 3 de abstração de acordo com a rubrica proposta.
DEC	Classificação: 3 A atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior. Neste caso os alunos devem realizar a conversão de um número para binário em um bit por vez. Cada bit resolvido é um subproblema que leva a solução de um problema maior que é o conjunto de n bits (1 byte para o caso de 8 bits).	Classificação: 3 A atividade envolve decodificar uma frase. Para isso é necessário decodificar cada letra que são considerados como subproblemas do problema frase ou palavra a ser decodificada. A estrutura de codificação/decodificação é apresentada e os estudantes utilizam esse formato, ou seja, de certa forma a estrutura de decomposição já é apresentada.	Classificação: 3 Nesta atividade, quando os alunos são incentivados a "encontrar os erros de paridade" onde é utilizado o conceito de decomposição. Para realizar a tarefa os alunos devem decompor o processo de encontrar o erro em etapas ou subproblemas menores, ou seja, analisar cada uma das linhas e depois colunas para encontrar a intersecção que indica o bit que foi alterado.
GEN	Classificação: 3 A atividade trabalha, no início, em um nível simples, com os bits 1, 2 e 4, e os alunos são incentivados a generalizar para duplicar os valores. O exercício usou números de 5 bits, mas os alunos devem ser capazes de generalizar para números de 8 bits, ou maiores.	Classificação: 3 A atividade envolve a adaptação de um padrão para criar novas letras (com acentos, por exemplo). Também podem adaptar a partir da necessidade de mais letras, ou seja, incluir mais um bit para ampliar a tabela.	Classificação: 3 A atividade propõe que os estudantes resolvam a paridade com diferentes tamanhos de matrizes, o que se configura em um claro exemplo de generalização. Os devem adaptar a solução que funciona em um tamanho de matriz para diferentes tamanhos.
PA	Classificação: 2 A atividade utiliza algoritmos que, dependendo de como é conduzida, são formalizados apenas no pensamento dos alunos. Na conversão de bits para números decimais são utilizadas as estruturas de repetição e decisão.	Classificação: 2 A atividade envolve a utilização de um algoritmo de conversão, se descrito em português estruturado, utiliza, provavelmente, decisão e repetição.	Classificação: 2 A atividade envolve a utilização de um processo passo a passo de contar o número de quadrados pretos em cada linha e identificar se a paridade é par, e depois repetir o processo com cada coluna, é um exemplo de um algoritmo. O algoritmo completo de detecção de erros inclui o que fazer quando o erro é encontrado também.

colocá-la em prática a partir de seus pressupostos teóricos. Assim, utiliza-se aqui as dimensões construcionistas para operacionalizar a avaliação dos planos de atividade por meio de um instrumento, a rubrica construcionista. Por outro lado, é preciso explicitar que, antes mesmo de ser considerada para avaliação, as rubricas também servem de "guia" para inspirar a concepção das atividades. Intenciona-se que sua leitura, durante a elaboração, inspire o profissional em relação a práticas e estratégias que alinhem a condução da atividade com a teoria construcionista.

As tabelas 17 e 18 apresentam o detalhamento dos níveis dos cinco critérios utilizados na rubrica construcionista. Esse formato tabular, enquanto versão preliminar da rubrica, é apresentada nesta seção, pois facilita a visualização e leitura conjunta de

todas as dimensões, respectivos critérios e níveis. Da mesma forma que na rubrica do PC, o formato em tabela foi substituído pelos cartões, visando tornar o instrumento de avaliação mais didático ou auto-explicativo, com a inclusão de elementos formativos. Cada cartão está relacionado a um critério onde, na parte frontal apresenta um breve texto sobre o critério e, logo abaixo, uma descrição de cada nível. No verso (por exemplo, no lado direito da Figura 35) são disponibilizadas algumas questões que visam conduzir a classificação do plano que está sendo avaliado no nível/critério.

Pragmático

Visa mensurar se a atividade envolve a manipulação e/ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil ao aluno para a solução, no presente, de algum problema e o quanto o aluno é protagonista na construção deste artefato. O crescimento no nível da rubrica, que vai de 0 a 5, está diretamente associado ao menor ou maior envolvimento do aluno na construção desses artefatos.



<http://l.ufrpe.edu.br/pragmatico>

<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">0</p> <p>A atividade não envolve manipulação ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil para a solução, no presente, de algum problema.</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">1</p> <p>Resumo: manipulação de artefatos. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a manipulação (apenas uso) de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente.</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">2</p> <p>Resumo: criação de artefatos com amplo suporte. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é totalmente suportado (<i>scaffold</i>) por roteiros ou guias passo a passo.</p>
<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">3</p> <p>Resumo: criação de artefatos com suporte parcial. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é parcialmente suportado (<i>scaffold</i>) por roteiros ou guias passo a passo.</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">4</p> <p>Resumo: criação de artefatos sem suporte. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O aprendiz se utiliza de seus conhecimentos prévios, a atividade não impõe roteiros ou guias passo a passo.</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; color: #0070C0;">5</p> <p>Resumo: criação de artefatos por meio de um processo de algum ciclo ou espiral de aprendizagem. Descrição: A(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. Além disso, a atividade, que conduz o aluno na criação do artefato, orienta explicitamente para a utilização de um ciclo ou espiral de aprendizagem.</p>

Pragmático - Questões para classificação na rubrica

a A atividade envolve um processo de criação/concepção de um artefato que seja útil para resolver algum problema e, de forma explícita, instigue o aprendiz a utilizar algum ciclo ou espiral de aprendizagem?
Neste caso a atividade instiga o aluno a criar/conceber um artefato, para resolver algum problema, a partir de experiências prévias, sem seguir um determinado roteiro (passo a passo), porém incentiva a utilizar algum tipo de ciclo ou espiral de aprendizagem. Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

b A atividade envolve a criação de um artefato, que seja útil para resolver algum problema, baseado totalmente no conhecimento adquirido previamente pelo aprendiz?
Neste caso a atividade instiga o aluno a criar/conceber um artefato a partir de experiências prévias, sem impor ou propor algum suporte (*scaffold*) de roteiros ou guias passo a passo, porém também sem se utilizar de algum ciclo ou espiral de aprendizagem. Caso tenha respondido sim, registre o nível 4 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

c A atividade envolve a concepção de artefatos suportados (*scaffold*) parcialmente por roteiros ou guias passo a passo?
Neste caso o aprendiz elabora um artefato, mas o processo de criação é **parcialmente** suportado por roteiros ou guias passo a passo. O suporte auxilia o aprendiz na concepção, porém em parte do processo ele necessita utilizar seus conhecimentos prévios. Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

d A atividade envolve a concepção de artefatos a partir de amplo suporte (*scaffold*) como roteiros ou guias passo a passo?
Neste caso o aprendiz elabora um artefato, mas o processo de criação é **totalmente** suportado por roteiros ou guias passo a passo. Caso tenha respondido sim, registre o nível 2 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

e A atividade envolve apenas utilização de artefatos prontos, que podem ser úteis para a resolução de algum problema?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, significa que a atividade não envolve a manipulação ou criação de artefatos.

Figura 35 – Rubrica construcionista - Cartão pragmático. Fonte: Autor

O critério pragmático desta rubrica, apresentado na Figura 35, foi elaborado a partir dos fundamentos da dimensão pragmática dos ambientes construcionistas. Visa mensurar se a atividade envolve a manipulação ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil ao aluno para a solução imediata⁶ de algum problema. Também avalia o quanto o aluno é protagonista na construção deste artefato. O crescimento no nível da rubrica, que vai de 0 a 5, está diretamente associado ao menor ou maior envolvimento do aluno na construção desses artefatos. Para isso, neste critério, adaptou-se o proposto por LEE et al. (2011, p. 35), o qual sugere um empoderamento progressivo do estudante a partir das fases de usar-modificar-criar, onde o aprendiz parte de con-

⁶O termo imediata é usado por Papert para reforçar a importância de proporcionar ao aprendiz à sensação de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. Envolve a construção de algo imediatamente significativo.

Tabela 17 – Rubrica construcionista - critérios pragmático, sintônico e social

0	1	2	3	4	5
Critério pragmático					
A atividade não envolve manipulação ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil ao aluno para a solução imediata de algum problema.	Resumo: manipulação de artefatos. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a manipulação (apenas uso) de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente.	Resumo: criação de artefatos com amplo suporte. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é totalmente suportado (scaffold) por roteiros ou guias passo a passo.	Resumo: criação de artefatos com suporte parcial. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é parcialmente suportado (scaffold) por roteiros ou guias passo a passo.	Resumo: criação de artefatos sem suporte. Descrição: a(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O aprendiz se utiliza de seus conhecimentos prévios, a atividade não impõem roteiros ou guias passo a passo.	Resumo: criação de artefatos por meio de um processo de algum ciclo ou espiral de aprendizagem. Descrição: A(s) atividade(s) envolve(m) a criação de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. Além disso, a atividade, que conduz o aluno na criação do artefato, orienta explicitamente para a utilização de um ciclo ou espiral de aprendizagem.
Critério sintônico					
O tema ou a atividade que demanda o artefato é apresentado pelo professor e não há discussão prévia ou posterior sobre inclusão de outros temas.	Resumo: opções de temas são oferecidas porém apenas uma é trabalhada. Descrição: o professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e uma das opções é escolhida, em conjunto professor e alunos, para que todos (em grupo ou individualmente) elaborem o artefato.	Resumo: opções de temas são oferecidas e os alunos ficam livres para escolher. Descrição: professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) ficam livres para fazer a escolha de um dos temas.	Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha de apenas um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e todos devem desenvolver o mesmo tema.	Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha livre de um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e os alunos ficam livres para desenvolver um dos temas.	Resumo: aluno é livre para escolher o tema. Descrição: o aluno é o responsável por definir o tema que pretende desenvolver o artefato. Neste caso é possível deixar a opção totalmente livre ou oferecer um leque de opções deixando livre a possibilidade de que o aluno escolha uma alternativa que não conste das opções.
Critério social					
Não há incentivo ao trabalho em equipes e posterior compartilhamento dos artefatos.	Resumo: atividade desenvolvida em equipes. Descrição: a atividade envolve a produção de um artefato onde os alunos são incentivados a trabalhar em duplas ou grupos. Resumo: atividade desenvolvida individualmente e depois é compartilhada com os colegas. Descrição: a atividade envolve a produção individual de um artefato que é posteriormente compartilhado com o grupo para discussão/feedback.	Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas. Descrição: a atividade envolve, além do trabalho em equipes, o incentivo para que os artefatos produzidos sejam compartilhados com os demais grupos.	Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas com sistematização do feedback. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma e é previsto um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados.	Resumo: desenvolvimento em equipes, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade (pais, outros professores, outros alunos da escola, etc) onde os alunos estão inseridos.	Resumo: desenvolvimento em equipe, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade em relação aos artefatos compartilhados externamente.

Tabela 18 – Rubrica construcionista - critérios sintático e semântico

0	1	3	5
Critério sintático			
Não é possível detectar se o artefato a ser manipulado/criado é simples/complexo e se existem (ou não) diferentes possibilidades de tipos de artefatos.	Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefatos simples e de um determinado tipo. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo com a faixa etária) e de um determinado tipo.	Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples, porém de vários tipos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo a faixa etária) porém de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar. OU Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples que permite avançar para artefatos mais complexos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não “seguram” ou deixem entediados os alunos mais avançados.	Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção artefato(s) desde simples até complexos e de vários tipos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não “seguram” ou deixam entediados os alunos mais avançados e de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar.
Critério semântico			
A atividade não estabelece vínculo com situações do cotidiano dos alunos.	Resumo: aprendizagem de um conceito a partir de situações do cotidiano. Descrição: a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de um determinado conceito a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.	Resumo: aprendizagem de múltiplos conceitos a partir de situações do cotidiano. Descrição: a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.	Resumo: aprendizagem de conceitos (ou relações) não previstos. Descrição: a construção do artefato ou projeto, vinculado às situações do cotidiano dos alunos, além de promover a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais), também prevê estratégias para proporcionar aprendizagens, ou para estabelecimento de relações, não previstas na atividade.

sumidor da criação de outra pessoa, passando por modificador de artefatos e, por fim, criador de seu próprio produto. Nesta criação, o autor sugere um ciclo que envolve o ato de criar, testar, analisar e refinar. Aproveitou-se a ideia de Lee neste critério onde, para atingir o nível 5, o estudante deve ser incentivado, na atividade, a criar um artefato a partir de algum ciclo, o qual descreva algumas etapas para a criação, como as que são propostas pelo próprio Lee ou, preferencialmente, como sugerido por VALENTE et al. (2005), ROSA (2004) ou RESNICK (2007) os quais são ainda mais adaptados a contextos de criação em ambientes educacionais.

O critério sintônico, apresentado na Figura 36, visa estimar a participação dos alunos na escolha dos temas a serem trabalhados na atividade.

A evolução no nível, entre 0 e 5, acontece a partir de uma maior discussão sobre os temas, ampliação do leque de opções e liberdade para o aluno escolher uma das possibilidades previamente propostas ou mesmo sugerir e desenvolver uma temática que não foi oferecida pelo professor. Remetendo a dimensão, que dá origem e inspiração a esse critério, vale reforçar o que diz AZEVEDO et al. (2017, p. 50):

Para que essa dimensão seja efetivada, é necessário conceder a autonomia aos aprendizes na escolha e na delimitação de assuntos que podem ser trabalhados e problematizados pelo professor.

Sintônico

Envolve a autonomia dos alunos na escolha dos temas a serem trabalhados na atividade. A evolução no nível, entre 0 e 5, acontece a partir de uma maior discussão sobre as alternativas de temas, ampliação do conjunto de opções e liberdade para o aluno escolher uma das possibilidades ou mesmo propor e desenvolver uma temática que não foi oferecida pelo professor.



<http://repositorio.ufrn.br/handle/2447/20400>

0	1	2
O tema ou a atividade que demanda o artefato é apresentado pelo professor e não há discussão prévia ou posterior sobre inclusão de outros temas.	Resumo: opções de temas são oferecidas porém apenas uma é trabalhada. Descrição: o professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e uma das opções é escolhida, em conjunto professor e alunos, para que todos (em grupo ou individualmente) elaborem o artefato.	Resumo: opções de temas são oferecidas e os alunos ficam livres para escolher. Descrição: professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) ficam livres para fazer a escolha de um dos temas.
3	4	5
Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha de apenas um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e todos devem desenvolver o mesmo tema.	Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha livre de um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e os alunos ficam livres para desenvolver um dos temas.	Resumo: aluno é livre para escolher o tema. Descrição: o aluno é o responsável por definir o tema que pretende desenvolver o artefato. Neste caso é possível deixar a opção totalmente livre ou oferecer um leque de opções deixando livre a possibilidade de que o aluno escolha uma alternativa que não conste das opções.

Sintônico - Questões para classificação na rubrica

- a** O aluno é o responsável por definir o tema que pretende desenvolver o artefato?
Neste caso é possível deixar a opção totalmente livre ou oferecer um leque de opções deixando livre a possibilidade de que o aluno escolha uma alternativa que não conste das opções.
Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- b** O professor desenvolve uma discussão prévia sobre possibilidades de temas, com base nesse debate oferece alguns temas (três ou mais) e os alunos ficam livres para desenvolver um desses temas?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 4 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- c** O professor desenvolve uma discussão prévia sobre possibilidades de temas, com base nesse debate oferece alguns temas (três ou mais) e todos os alunos devem desenvolver o mesmo tema?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- d** O professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) ficam livres para fazer a escolha de um dos temas?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 2 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- e** O professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) devem trabalhar um mesmo tema (toda turma no mesmo tema)?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, registre 0 para o critério sintônico.

Figura 36 – Rubrica construcionista - Cartão sintônico. Fonte: Autor

O critério sintático, apresentado na Figura 37, avalia o quanto a atividade inclui de suporte em relação a materiais didáticos que viabilizem a progressão do aprendizado.

O nível evolui, entre 0, 1, 3 e 5, partindo da ausência de indicações de recursos, passando pela quantidade de materiais (apenas um ou vários) e chegando a utilização de um ambiente onde se propicie o que recomenda RESNICK et al. (2005). O autor fala no oferecimento de recursos que permita aos aprendizes fácil introdução ao assunto, porém viabilize a progressão para propiciar o desenvolvimento de projetos complexos e de diferentes tipos. RESNICK et al. (2005), inspirado por Papert, cita em diversos textos essas características dos ambientes de aprendizagem construcionistas. Utiliza constantemente a analogia do piso baixo, teto alto e paredes largas (p. 3). Segundo ele, a plataforma Scratch (RESNICK et al., 2009), por exemplo, foi desenvolvida balizada por esses conceitos.

Sintático

Avalia o quanto a atividade inclui de suporte em relação a materiais didáticos que viabilizem a progressão do aprendizado. O nível evolui, entre 0, 1, 3 e 5, partindo da ausência de indicações de recursos e chegando a utilização de um ambiente onde se propicie o que recomenda Resnick et al. (2005) em relação ao piso baixo, que ofereça aos aprendizes fácil introdução ao assunto, teto alto, o qual está relacionado com a viabilidade de propiciar o desenvolvimento de projetos complexos e paredes largas, para que diferentes tipos projetos possam ser realizados. Em outras palavras, a atividade deve conseguir acolher alunos com pouco conhecimento, permitir uma evolução na aprendizagem que viabilize o desenvolvimento de projetos complexos e de diferentes tipos.



<http://11.uipd.edu.br/pontecito>

0

Não é possível detectar se o artefato a ser manipulado/criado é simples/complexo e se existem (ou não) diferentes possibilidades de tipos de artefatos.

1

Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefatos simples e de um determinado tipo. **Descrição:** os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo com a faixa etária) e de um determinado tipo.

3

Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples, porém de vários tipos. **Descrição:** os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo a faixa etária) porém de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar. **OU**

Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples que permite avançar para artefatos mais complexos. **Descrição:** os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixem entediados os alunos mais avançados.

5

Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção artefato(s) desde simples até complexos e de vários tipos. **Descrição:** os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixam entediados os alunos mais avançados e de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar.

Sintático - Questões para classificação na rubrica

a Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade (ou de um conjunto de atividades) parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixem entediados os alunos mais avançados e de variados estilos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar?

Este questionamento está diretamente relacionado aos ensinamentos de Papert e Resnick sobre a importância de oferecer, simultaneamente, oportunidades para aprendizes com pouco experiência (piso baixo) e também para aqueles que podem avançar mais rapidamente para projetos mais sofisticados (teto alto) e com diferentes estilos e interesses de aprendizagem (paredes largas). Leia o artigo indicado no QR-CODE ao lado para saber mais sobre esses conceitos.



Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério sintático. Caso a resposta seja negativa, passe para a próxima questão.

b Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, considerando a faixa etária - piso baixo) porém de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis são abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar (paredes largas)? Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples (piso baixo) até os mais complexos, que não "seguram" ou deixam entediados os alunos mais avançados (teto alto)?

Caso tenha respondido sim a uma das perguntas deste item, registre o nível 3 no critério sintático. Caso tenha respondido não as duas perguntas, passe para a próxima questão.

c Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo com a faixa etária) e de um determinado tipo?

Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério sintático. Caso a resposta seja não, registre nível 0 no critério sintático.

Figura 37 – Rubrica construcionista - Cartão sintático. Fonte: Autor

O critério semântico, ilustrado na Figura 38, permite avaliar se a atividade oportuniza aguçar o interesse do aluno. Uma estratégia facilitadora seria incluir aspectos do cotidiano (situações reais do mundo) e que proporcionem múltiplas aprendizagens. Essa abordagem do critério está ancorado em SÁPIRAS; DALLA VECCHIA; MAL-TEMPI (2015). Os autores explicam que a dimensão semântica está relacionada com:

A importância de o aluno lidar com elementos que carregam significados em vez de meros formalismos e símbolos, por meio da manipulação e construção dos conceitos que levam a descoberta de novos conhecimentos e com significados múltiplos (p. 976).

Essas ideias são originárias de PAPERT (1994), o qual observa que a construção do conhecimento, por meio da elaboração ou manipulação de artefatos, pode tornar-se mais efetivo quando os recursos utilizados e a situação envolvida referem-se às situações reais do mundo, são relevantes e carregam significados para o estudante.

O critério possui os níveis 0, 1, 3 e 5, partindo de nenhum vínculo com situações reais, passando por utilizar questões da vida real, do cotidiano dos alunos e chegando ao estabelecimento de múltiplas aprendizagens a partir de situações do cotidiano.

O critério social, apresentado na Figura 39 e estabelecido a partir da dimensão social, examina o incentivo ao trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos e o envolvimento com a comunidade. Partindo da ausência do trabalho em equipes

Semântico

Avalia se a atividade faz sentido para o aluno, promove múltiplas aprendizagens e se instiga o aluno a outras descobertas. Uma estratégia adequada seria incluir aspectos do cotidiano, que proporcionem múltiplas aprendizagens e que instiguem o aprendiz a ir além dos conhecimentos que são propostos na atividade.



0

A atividade não estabelece vínculo com situações do cotidiano dos alunos.

1

Resumo: aprendizagem de um conceito a partir de situações do cotidiano. **Descrição:** a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de um determinado conceito a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.

3

Resumo: aprendizagem de múltiplos conceitos a partir de situações do cotidiano. **Descrição:** a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.

5

Resumo: aprendizagem de conceitos (ou relações) não previstos. **Descrição:** a construção do artefato ou projeto, vinculado às situações do cotidiano dos alunos, além de promover a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais), também prevê estratégias para proporcionar aprendizagens, ou para estabelecimento de relações, não previstas na atividade.

Semântico - Questões para classificação na rubrica

a A construção do artefato ou projeto envolve situações do cotidiano para a faixa etária considerada, promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) e também instiga os aprendizes a desenvolverem aprendizagens ou estabelecerem relações que vão além daquelas previstas na atividade?
 Observe se estão envolvidas situações que, de forma geral, fazem parte do cotidiano dos estudantes para a faixa etária alvo da proposta. A partir destas situações do cotidiano, verifique se são promovidas múltiplas aprendizagens e se o aprendiz é instigado a ir além e aprender até mesmo conceitos que não estão previstos na própria atividade.
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério semântico. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.

b A construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada?
 Observe se a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada. Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério semântico. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta:

c A construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de um determinado conceito a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada?
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério semântico. Caso tenha respondido não, registre o nível 0 no critério semântico.

Figura 38 – Rubrica construcionista - Cartão semântico. Fonte: Autor

e sem compartilhamento dos artefatos, tendo níveis de 0 a 5, chega ao máximo pela proposta de trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de *feedback* dos colegas e também da comunidade.

Um sexto cartão foi elaborado para permitir o registro dos escores. Este cartão, sendo impresso frente e verso e plastificado, pode ser reutilizado por diversas vezes. A Figura 40 ilustra um exemplo já preenchido do cartão onde é possível observar os espaços para informar qual atividade está sendo avaliada, os escores e observações para cada critério e um gráfico de acompanhamento que facilita a visualização dos valores informados. A Figura apresenta, a título de exemplo, a rubrica construcionista aplicada em um conjunto de atividades elaborada pelo projeto Code Club (VIDOTTO; POZZEBON; FRIGO, 2017; ZANATTA et al., 2016) disponível, atualmente, em <https://bit.ly/2XGLaEh>.

O conjunto dos cinco cartões, mais o cartão para registro dos resultados, estão disponíveis para download no formato PDF em <https://bit.ly/2VuCrSQ> e em PNG em <https://bit.ly/2K1C5hc>. Para utilizar o instrumento recomenda-se a impressão e plastificação.

Social

Examina o incentivo ao trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos e o envolvimento com a comunidade. Partindo da ausência no trabalho em equipes e sem compartilhar os artefatos, tendo níveis de 0 a 5, chega ao máximo pela proposta de trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos colegas e também da comunidade onde os alunos estão inseridos.



<http://ufpeel.edu.br/social>

0

Não há incentivo ao trabalho em equipes e posterior compartilhamento dos artefatos.

1

Resumo: atividade desenvolvida em equipes. **Descrição:** a atividade envolve a produção de um artefato onde os alunos são incentivados a trabalhar em duplas ou grupos.

Resumo: atividade desenvolvida individualmente e depois é compartilhada com os colegas. **Descrição:** a atividade envolve a produção individual de um artefato que é posteriormente compartilhado com o grupo para discussão/feedback.

2

Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas. **Descrição:** a atividade envolve, além do trabalho em equipes, o incentivo para que os artefatos produzidos sejam compartilhados com os demais grupos.

3

Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas com sistematização do feedback. **Descrição:** a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma e é previsto um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados.

4

Resumo: desenvolvimento em equipes, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. **Descrição:** a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade (pais, outros professores, outros alunos da escola, etc) onde os alunos estão inseridos.

5

Resumo: desenvolvimento em equipe, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. **Descrição:** a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade onde os alunos estão inseridos. Além disso, também existe um processo sistematizado de feedback da comunidade em relação aos artefatos compartilhados externamente.

Social - Questões para classificação na rubrica

- a** **Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:**
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma
 - d) um processo organizado de compartilhamento com a comunidade
 - e) um processo sistematizado de *feedback* da comunidade

Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 5 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- b** **Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:**
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma
 - d) um processo organizado de compartilhamento com a comunidade

Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 4 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- c** **Avalie se atividade envolve, simultaneamente:**
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma

Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 3 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- d** **Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:**
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma

Caso as duas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 2 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- e** **A atividade envolve o trabalho em equipe/grupos, porém os grupos não são incentivados a compartilhar? A atividade envolve trabalho individual onde os alunos são incentivados a compartilhar com os demais colegas?**

Caso tenha respondido sim a uma das perguntas deste item, registre o nível 1 no critério social. Caso tenha respondido não para essas duas perguntas, registre o nível 0 no critério social.

Figura 39 – Rubrica construcionista - Cartão social. Fonte: Autor

4.2.2.1 Método de construção da rubrica construcionista

A construção da rubrica construcionista seguiu um método similar ao utilizado na construção da rubrica do PC. Porém, como será explicado a seguir, procurou-se aprimorar alguns aspectos relacionados à validação da rubrica. Em uma primeira etapa de validação, foi utilizado um método estatístico para analisar a dispersão nos resultados. Porém, as primeiras etapas, seguiram o mesmo procedimento da rubrica do PC, partindo da análise de referencial teórico, buscou-se definir quais princípios do construcionismo poderiam ser utilizados como critérios para avaliar o alinhamento de plano de atividades com a teoria. A escolha pelas dimensões construcionista se deu em função de que elas favoreciam a construção da rubrica, pois permitem organizar as características principais do construcionismo. A partir da escolha das dimensões, como critérios da rubrica, buscou-se analisar referências que pudessem ajudar na elaboração dos níveis. Isto foi feito para cada um dos critérios visando estabelecer diferentes níveis onde, por exemplo, no critério pragmático, o estudante deve participar da construção de algo concreto, que possa ser utilizado, exposto, analisado e discutido de imediato. Definiu-se então, para considerar uma progressão, o quanto a atividade proporciona de protagonismo nesta construção. Neste caso, nos níveis inferiores, o aluno é menos protagonista, possui mais suporte para criação. Nos níveis mais avançados,

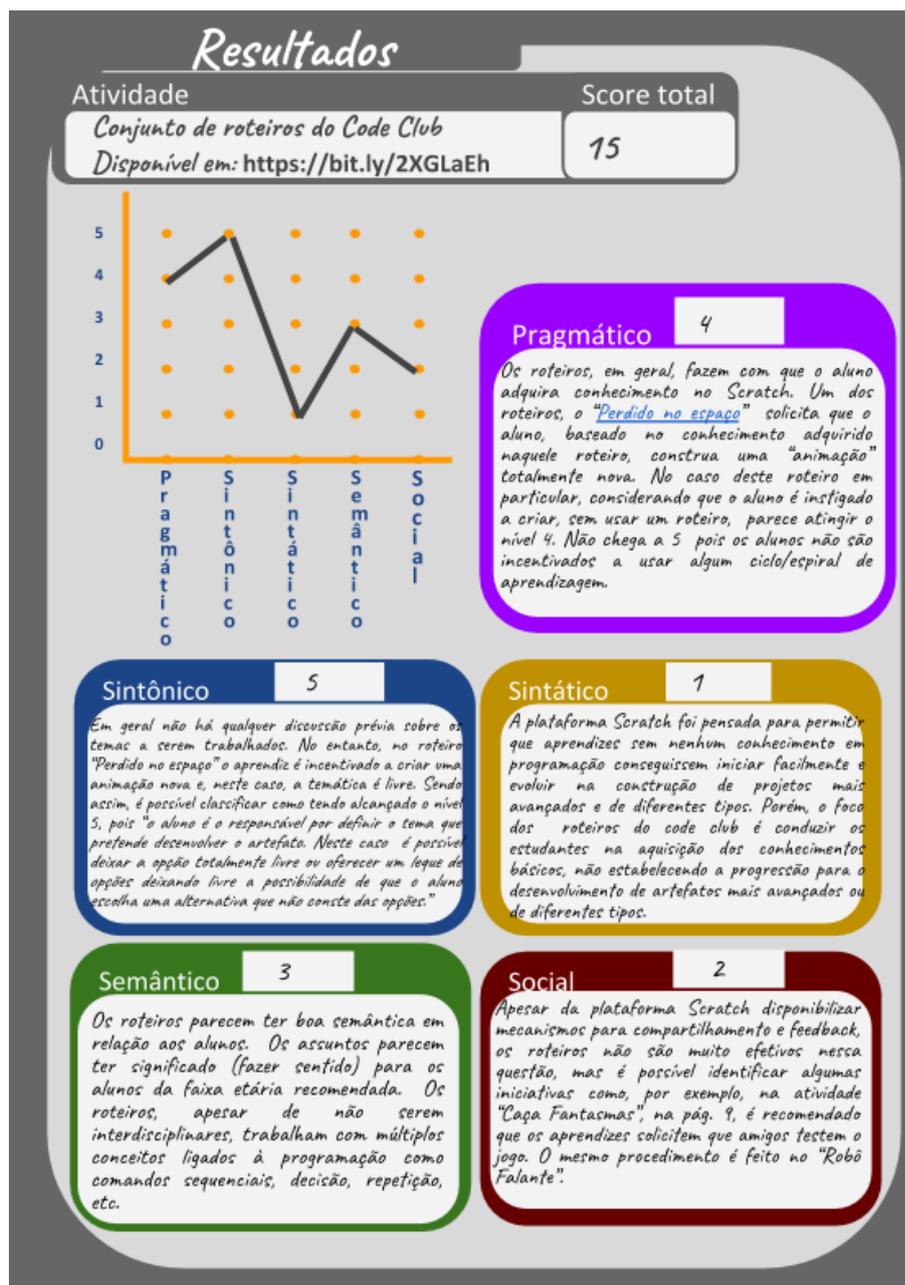


Figura 40 – Rubrica construcionista - Cartão para registro dos resultados - Avaliação de um conjunto de atividades do projeto Code Club. Fonte: Autor

menos suporte e mais protagonismo enquanto ação na construção. Desta forma, a partir do referencial teórico já apresentado nas seções anteriores e para todos os critérios, considerando suas peculiaridades, definiu-se uma escala de progressão para cada um deles e, com isso, definiu-se a rubrica como um todo.

Assim, a partir do referencial estudado, uma versão preliminar da rubrica foi elaborada. Definiu-se também, um conjunto de planos de atividades a serem avaliados por professores especialistas, em computação e educação, utilizando o instrumento com objetivo de validar a rubrica. Assim, foram enviados aos professores, por e-mail, as

instruções gerais, os planos de atividades a serem avaliados, a rubrica e os formulários que deveriam ser preenchidos. Cada professor fez a avaliação de todos os planos, individualmente, sem consultar os colegas, e remeteu de volta ao pesquisador, autor desta tese. A validação dos resultados se deu a partir da análise da concordância das respostas dadas pelos professores. Para isto, utilizou-se o coeficiente estatístico Kappa free-marginal, para múltiplos avaliadores (FONSECA; SILVA; SILVA, 2007; FLEISS, 1971). A Tabela 19 foi utilizada como referência para entender a qualidade alcançada pelos dos índices, porém ela não é universalmente aceita e existem outras tabelas na literatura (FLEISS; LEVIN; PAIK, 2013; ALTMAN, 1990) que diferem as classificações (faixas de valores) e total de interpretações possíveis.

Tabela 19 – Interpretação do índice Kappa - coeficiente de concordância. Traduzido de LANDIS; KOCH (1977)

Valor	Interpretação
Menor que zero	insignificante (poor)
Entre 0 e 0,2	fraca (slight)
Entre 0,21 e 0,4	razoável (fair)
Entre 0,41 e 0,6	moderada (moderate)
Entre 0,61 e 0,8	forte (substantial)
Entre 0,81 e 1	quase perfeita (almost perfect)

A Tabela 20 mostra, nas colunas “Resultados 1º ciclo” e “Interpretação 1º ciclo”, os resultados de uma primeira avaliação da rubrica em relação a concordância dos avaliadores ou juízes (MATOS, 2014). Nesta primeira etapa de validação, os resultados mostraram que, em geral, a concordância era baixa, ou seja, o índice K alcançou valores os quais indicaram que a concordância dos critérios variou entre insignificante e fraca, demonstrando que havia grande potencial para melhoria.

Tabela 20 – Resultados alcançados por critério da rubrica - índice Kappa - coeficiente de concordância.

Critério	Resultados 1º ciclo	Interpretação 1º ciclo	Resultados 2º ciclo	Interpretação 2º ciclo
Pragmático	0,16	fraca	0,60	moderada
Sintônico	0,30	razoável	1,00	quase perfeita
Sintático	-0,08	insignificante	0,60	moderada
Semântico	0,18	fraca	1,00	quase perfeita
Social	0,14	fraca	0,60	moderada

A partir desses resultados, realizou-se uma reunião para análise. Uma das questões levantadas foi a de que as descrições dos níveis deveriam ser melhor redigidas para reduzir eventuais dúvidas em relação a classificação. Além disso, algumas sugestões foram registradas em relação a utilização de determinados termos que poderiam também gerar dúvidas no entendimento como, por exemplo, criatividade, suporte

passo a passo e outros. A rubrica foi alterada para contemplar as sugestões, principalmente no sentido de descrever melhor os níveis, ou seja, especificar com mais clareza para diminuir as dúvidas em relação a classificação.

Depois de alterada, a rubrica foi submetida a uma nova avaliação. Nesta, visando minimizar o esforço dos avaliadores, utilizou-se apenas dois planos de atividades. Dos cinco avaliadores do primeiro ciclo, não foi possível contar com dois professores. Um outro especialista, o qual não participou do primeiro ciclo de avaliação, foi incluído. Assim, nesta etapa, quatro professores realizaram às avaliações de dois planos de atividades. Os resultados mostraram uma melhora significativa dos índices, conforme descrito nas colunas “Resultados 2º ciclo” e “Interpretação 2º ciclo” da Tabela 20. Três critérios (pragmático, sintático e social) alcançaram índice 0,6, significando concordância moderada e em dois critérios (sintônico e semântico) todos os avaliadores concordaram com as avaliações. Mesmo com essa melhoria, não é possível afirmar com certeza que seja uma melhora realmente efetiva. Pode-se, eventualmente, inferir que no segundo ciclo a maioria dos avaliadores já tinham conhecimento da rubrica, discutiram aspectos relacionados às descrições dos níveis e, desta forma, naturalmente tenderam a decidir pelas mesmas pontuações. Assim, para que seja possível confirmar a validade da rubrica a partir dos resultados estatísticos, serão necessários mais ciclos de avaliação e com um conjunto mais amplo de planos de atividades e avaliadores que, inicialmente, desconheçam a rubrica e se utilizem dos mecanismos de suporte disponibilizados nos cartões que dão forma ao instrumento.

Neste sentido, considera-se que a tese não seja um produto acabado quando da sua apresentação na banca final. Intenciona-se promover mais ciclos avaliativos visando aprimorar, tanto a rubrica construcionista quanto a do PC. Acredita-se na utilidade prática destes instrumentos para influenciar a construção de planos de atividades que tenham potencial para desenvolver competências relacionadas ao PC e que estejam alinhados com as ideias de Seymour Papert e de outros autores que advogam a importância de desenvolver atividades educacionais sob a ótica construcionista. Assim, esse esforço de refinamento das rubricas, com o um grupo mais amplo de professores e planos de atividades, é melhor detalhado no capítulo 5, em particular na Seção 5.1, a qual aborda os trabalhos futuros.

4.2.3 Guia prático para concepção de atividades

O guia prático tem como estratégia a utilização de perguntas para instigar o profissional a refletir sobre os diversos aspectos que devem ser considerados para a elaboração de uma atividade didática. Visa integrar conteúdos curriculares com o PC e considera o método construcionista. Atua, desta forma, na integração dos conhecimentos (CTPACK). Além disso, também procura reforçar os conhecimentos sobre PC e pedagógico, CTK e PK, respectivamente, por meio de links e QR-Codes. O guia foi

organizado em um conjunto na forma de 29 cartões, cujo download pode ser realizado em <https://l.ufpel.edu.br/guia-pratico-em-cartoes>.

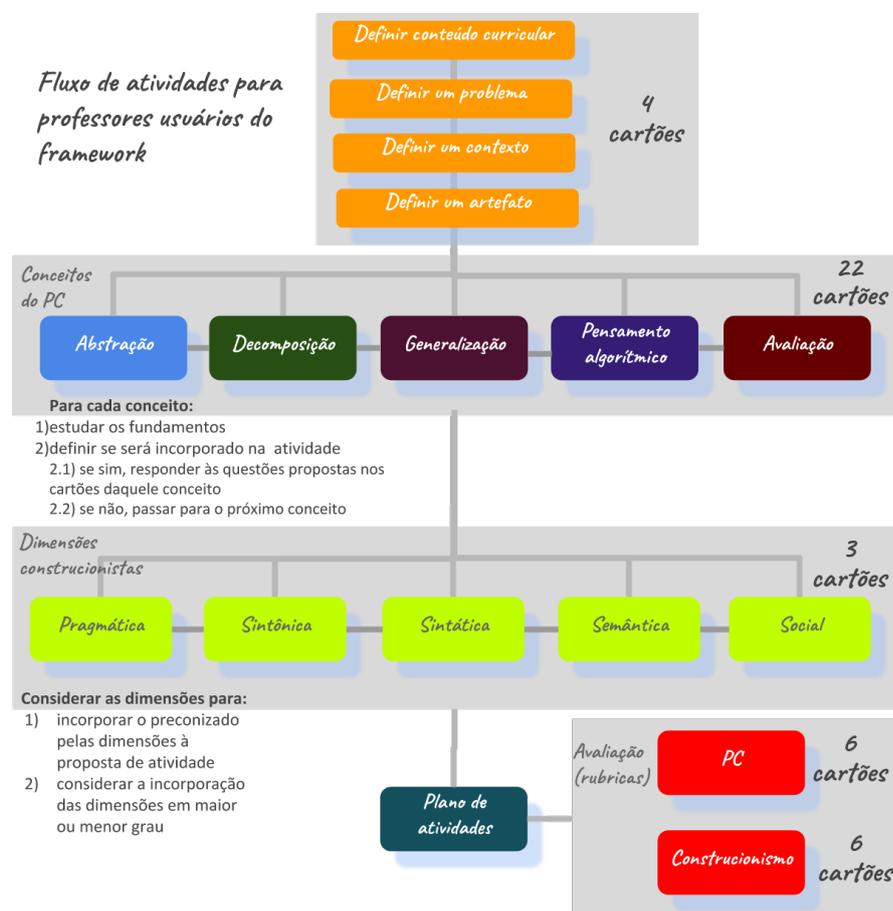


Figura 41 – Fluxo e componentes do guia prático para concepção de atividades. Fonte: Autor

Os primeiros 4 cartões, em cor laranja, referem-se à identificação de um conteúdo curricular, à especificação de uma problematização a ser trabalhada, à caracterização do contexto e o levantamento de possíveis artefatos a serem envolvidos. A Figura 41 apresenta uma visão geral do guia onde os primeiros cartões, em cor laranja, visam estimular o professor a refletir sobre:

- **o conteúdo curricular** para servir de tema da atividade. Assim, o primeiro cartão, apresentado na Figura 42, remete ao *website* onde são disponibilizadas as informações sobre a BNCC para que o professor possa definir as características do conteúdo a ser explorado (disciplina, faixa etária, unidade temática, objetos de conhecimento, habilidades e código BNCC). Essas informações estão estritamente relacionadas com o componente CK do modelo instrucional.
- **um problema** o qual possa ser resolvido pelo aluno por meio da construção de um artefato. Neste cartão, apresentado na Figura 43, o professor é incentivado a

1 Conteúdo curricular

Descreva os detalhes do conteúdo que será trabalhado na atividade.

Dica: Escolher um tópico, preferencialmente definido na BNCC (unidade temática, objetos de conhecimento e habilidades). Consultar a BNCC em <http://bit.ly/2WVSucw>





1 Conteúdo curricular

Disciplina: _____ *Ano/Faixa:* _____

Unidades temáticas: _____

Objetos de conhecimento: _____

Habilidades trabalhadas na atividade: _____

Código BNCC: _____

Figura 42 – Guia prático - cartão sobre conteúdo curricular. Fonte: Autor

pensar em problemas que sejam atraentes para os alunos para mantê-los motivados. Por exemplo, problemas relacionados a uma provável carreira futura, interesses pessoais, ameaças imediatas ou relacionados a questões que envolvem proximidade geográfica (cidade, bairro, rua) e/ou temporal. Assim, o instrumento recomenda que a declaração do problema seja cuidadosamente projetada para ser desafiador e apresentar informações suficientes e apropriadas para orientar os alunos a identificarem o objetivo de aprendizado pretendido. Trabalhar com problemas ou estratégias para solução de problemas é da própria natureza do PC (WING, 2014). Similarmente, considerar o interesse do aluno é preconizado pela teoria construcionista (PAPERT, 1980). Na medida em que o professor é incentivado a refletir sobre problemas de interesse do aluno, combinado com o conteúdo curricular, já definido no tópico anterior, pode-se considerar que o componente CTPACK está sendo desenvolvido desde os primeiros cartões.



Figura 43 – Guia prático - cartão sobre a definição do problema.
 Fonte: Autor

- **um contexto** para o problema e sua solução. Neste cartão, apresentado na Figura 44, o professor é orientado a considerar o conteúdo a ser trabalhado e refletir sobre o cenário ou contexto real da vida dos alunos que possa servir de ambientação para o problema. O uso de cenários é comumente relacionado a projetos que utilizam a metodologia da aprendizagem baseada em Problemas (MITRE et al., 2008). SOUZA; DOURADO (2015) afirmam que:

O cenário deve ser escolhido a partir de um contexto real, que faz parte da vida dos alunos, para que haja uma identificação imediata do problema, motivando-os a continuar o desenvolvimento da atividade investigativa (p. 191).

SOUZA; DOURADO (2015) recomendam que o cenário tenha um título que chame a atenção do aluno e que, de imediato, identifique o tema objeto de estudo. Pode ser exposto em diversos formatos como pequenos vídeos, diálogos impressos, reportagens jornalísticas, figuras, texto impresso, entre outros. Assim, incluir informações referentes ao contexto é importante pois ajuda os alunos na conexão entre o conhecimento abstrato do conteúdo e as situações nas quais eles podem ser aplicados. Conforme KOTINI; TZELEPI (2015), o cenário não só interfere na conquista de um resultado de aprendizagem, mas também ajuda a motivar, entreter e atrair o interesse dos alunos.

- **um artefato**, a ser desenvolvido pelo estudante, o qual materializa a solução do problema proposto na atividade. Utiliza-se nesse projeto a construção de artefatos a partir das ideias de Papert. O autor orienta que a aprendizagem acontece



Figura 44 – Guia prático - cartão sobre o contexto onde será realizada a atividade. Fonte: Autor

especialmente em um contexto onde o aprendiz está conscientemente engajado na construção de uma entidade pública, seja um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo (PAPERT; HAREL, 1991a, p. 1). Os artefatos, segundo Papert, são “objetos para pensar”, são uma forma de expressar ideias tornando-as tangíveis e compartilháveis. Neste tópico o professor deve refletir sobre as possibilidades que pode oferecer aos estudantes em termos de construção de artefatos. O uso de tecnologias digitais deve ser considerado na produção de textos, desenhos, animações, jogos e outros. Da mesma forma que nos cartões anteriores, este se relaciona integralmente com todos os componentes (CT-PACK).

Os 22 cartões seguintes objetivam instruir e instigar o professor a incluir na sua proposta os conceitos do PC, em particular, abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação. Os últimos 3 cartões, identificados por construcionismo, instigam a inserção das dimensões pragmática, sintônica, semântica, sintática e social do construcionismo. Para cada um dos conceitos, inicialmente uma caracterização intuitiva e prática do mesmo é apresentada, disponibilizando por meio de links externos uma série de materiais que permitem (caso desejado) aprofundar o tema. Em seguida, uma sequência de questões estimula a reflexão e induz a descrição de possibilidades de integração do desenvolvimento do conceito com o conteúdo curricular. As questões não só induzem a incorporação dos conceitos, mas abrangem vários níveis de aprofundamento dos mesmos. Estes níveis foram fundamentados a partir de rubricas previamente propostas: rubrica do PC já especificada na Seção 4.2.1 (AVILA

et al., 2019) e rubrica construcionista descrita na Seção 4.2.2.

Os cartões seguem a estrutura ilustrada nas Figuras 45 e 46 os quais tratam do do conceito de abstração. Como se pode observar, o primeiro cartão introduz o conceito em si, descrevendo resumidamente, e indica outra fonte de informação, mais completa, onde o professor pode conhecer melhor o conceito e melhorar seu conhecimento sobre PC (CTK). Na sequência, cada um dos cartões seguintes refletem sobre os seus diferentes níveis de aprofundamento que, neste caso, envolve a manipulação ou criação de uma ou mais camadas de abstração. Ilustra-se nessa seção os cartões que tratam de abstração, porém o formato é similar para todos conceitos.

5 Representando a realidade por meio de abstrações

Vamos pensar no desenvolvimento da capacidade de abstração dos alunos?

Mas....o que é abstração?

Podemos dizer que é uma importante estratégia no processo de solução de problemas. Permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução. De acordo Wing (2014), a abstração, a partir do Pensamento Computacional, permite mensurar e lidar com a complexidade.

Mais sobre abstração em <http://bit.ly/20D4H54>

relação entre camadas

Figura 45 – Exemplo de cartão - introduz o conceito. Fonte: Autor

No que segue é feita uma breve apresentação dos diferentes conceitos abordados no guia, bem como seus diferentes níveis de integração com a rubrica do PC:

abstração: visa estimular o professor a desenvolver atividades que envolvam o aprendiz na manipulação de uma (nível 1) ou mais (nível 2) camadas de representação de uma realidade. O planejamento pode avançar em estratégias para que os alunos sejam incentivados a criar uma (nível 3) ou várias (nível 4) camadas de abstração. Pode ainda, conforme o planejamento, envolver a definição das relações entre as diferentes representações que são criadas pelos próprios alunos (nível 5).

decomposição: o objetivo é abordar a estratégia de pensar e resolver um problema em termo de suas partes componentes. Os questionamentos induzem ao professor refletir sobre como desenvolver ou sugerir estratégias que levem o estudante a trabalhar tal técnica, a qual pode ser incluída em diferentes níveis de

6 Representando a realidade por meio de abstrações

O conteúdo a ser trabalhado permite a manipulação de uma ou mais representações de uma realidade?

Dica: Identifique se o tópico ou conteúdo a ser trabalhado envolve representação(ões) de realidade que será(ão) manipulada(s) ou criada(s) pelo aluno. Na atividade que está sendo elaborada a partir dos conteúdos a serem desenvolvidos, do contexto que foi criado, do problema a ser resolvido, do artefato a ser utilizado ou desenvolvido, com qual ou quais representações de uma realidade o aluno vai se envolver? No caso de se envolver com mais de uma representação, como essas representações estão relacionadas entre si? Que relações existem entre elas?

Mapa do metrô (exemplo de abstração)



6 Representando a realidade por meio de abstrações

Sim, o aluno vai manipular ou criar, uma ou mais representações da realidade.

Não, o aluno não vai trabalhar com representações da realidade e não será incentivado a criar essas representações.

Sim → continue com os cartões de abstração
 Não → vá para o cartão do conceito "Decomposição"

Quer estudar mais a fundo sobre abstração?



<https://bit.ly/2C99Ps1>

Figura 46 – Exemplo de cartão com questões para gerar atividades didáticas. Fonte: Autor

abordagem: colocando o aluno em contato com a decomposição/composição de problemas/sub-problemas a partir de estruturas previamente estabelecidas (nível 1), envolvendo o aluno no processo de solução de subproblemas para resolver um problema maior (nível 3) ou integrando o aluno no processo de divisão do problema e de composição de sub-soluções (nível 5).

generalização: envolve o planejamento de atividades que incorporem o reconhecimento de padrões ou de características comuns entre objetos (nível 1). Compreende também por identificar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas similares (nível 2) ou ainda planejar o envolvimento dos aprendizes na criação de modelos/padrões que possam solucionar uma determinada categoria de problemas (nível 5).

pensamento algorítmico: relacionado ao conceito de algoritmos, segue a mesma lógica de informar sobre o conceito e ajudar a refletir sobre sua utilização na atividade. Envolve o planejamento para trabalhar com instruções em uma determinada ordem (sequências) as quais armazenem, movam e manipulem dados/variáveis (nível 1) mas também instiga o professor a planejar a utilização de outras estruturas ou aspectos relacionados com algoritmos, como a de decisão e repetição (nível 2), modularização (sub-rotinas - funções/procedimentos) (nível 3), paralelismo (nível 4), recursividade e outras estratégias (nível 5).

avaliação: consiste em desenvolver situações onde os aprendizes devem praticar o

processo de verificar se uma solução, efetivada por meio de um algoritmo, sistema ou processo, seja boa, adequada ao seu objetivo. Pode envolver a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (nível 1), fazer com que o aluno, a partir de critérios previamente definidos organize o processo de avaliação (nível 3) ou ainda planejar uma atividade onde o estudante tenha que organizar um processo de avaliação definindo o próprio processo e os critérios a serem utilizados (nível 5).

Por fim, no que diz respeito ao guia prático, um último conjunto de três cartões devem ser utilizados pelos usuários do *framework*. Esses tratam de alinhar a atividade com a teoria pedagógica. Procura, desta forma, retomar alguns aspectos relacionados a construção do artefato por meio das cinco dimensões construcionistas (Ver Seção 3.3.2), as quais tratam de, na dimensão:

pragmática, questionar o professor a respeito do processo de manipulação ou criação do artefato. As questões fazem refletir se o aluno deve gerar o artefato a partir de algum roteiro previamente elaborado pelo professor ou se vai alterar algum artefato já pronto. Além disso, o professor é questionado sobre possibilidade de proporcionar aos alunos a experimentação de algum processo sistemático que oriente a criação do artefato partindo apenas de suas experiências, sem roteiros prévios. Na Seção 3.3.2, foi apresentada a espiral da aprendizagem criativa. Trata-se de um exemplo de processo, para criação de artefatos, que pode ser sugerido aos alunos.

sintônica, esclarecer como o professor pretende estar em sintonia com aquilo que o estudante considera importante. O docente é questionado em relação a escolha do tema geral da atividade. Se pode ser prevista uma discussão prévia com os próprios alunos sobre temas possíveis os quais eles gostariam de se envolver ou mesmo sobre variações desse tema que possam estabelecer melhor sintonia com os estudantes. O professor é questionado também se eles teriam liberdade para escolher outro tema.

sintática, proporcionar ao professor um momento de reflexão sobre material de apoio para conhecimento do tema e dos ambientes e ferramentas. Para que reflita se possui materiais para disponibilizar ou indicar e como serão disponibilizados. Além disso, o professor é questionado se irá oferecer ambientes de aprendizagem que permitam progressão no aprendizado com o desenvolvimento de projetos mais simples até os mais sofisticados passando por uma ampla diversidade de projetos, utilizando a ideia de piso baixo, teto alto e paredes largas que é defendida por PAPERT (1980); RESNICK (2017).

semântica, aproximar com o cotidiano dos alunos. O professor é questionado para que reflita se a atividade pode ser concebida ou discutida previamente com seus estudantes tendo em vista situações do cotidiano deles. As questões procuram fazer com que o professor estabeleça mecanismos para que o objeto (artefato/projeto) faça sentido, estabelecendo relações com os significados pessoais dos alunos e seus conhecimentos prévios.

social, fazer com que o professor reflita sobre como os alunos vão se organizar na produção do artefato ou solução do problema. Vão trabalhar individualmente, em duplas, equipes? O professor também é questionado sobre o processo de compartilhamento e *feedback* do artefato ou solução que será produzida. Será compartilhada somente com a turma, para a escola, para a comunidade como um todo? Ser for o caso deve planejar estratégias para compartilhar com a escola e/ou comunidade (pais, por exemplo) e como será o processo de *feedback* dessa comunidade.

Assim, conforme relatado, todo esse conjunto de 29 cartões conduzem o professor na concepção de um plano, com uma ou mais atividades que promovam o desenvolvimento de competências do PC ao mesmo tempo que promove aprendizagens curriculares, baseadas na BNCC, à luz da teoria construcionista. A seguir serão descritos alguns planos gerados a partir da utilização deste conjunto de cartões com professores do ensino básico.

4.2.4 Planos de atividades gerado a partir do guia prático - estudos de caso

Seguindo o método DBR, realizou-se um ciclo de utilização do PAPER PC Framework a partir da criação de três planos de atividades com dois professores que atuam no ensino básico, um da disciplina de língua portuguesa e outro da área de ciências e física. A aplicação do *framework* se deu no segundo semestre de 2019 e no início do ano de 2020, sendo motivado pelo objetivo geral de avaliar o *framework*, além dos seguintes objetivos específicos:

- identificar dificuldades na utilização do *framework*, principalmente no que diz respeito ao entendimento, por parte do docente, dos itens componentes do guia prático;
- gerar planos de ensino baseados nas orientações do guia para servirem de exemplos (modelos) para outros professores que futuramente venham a utilizar o PAPER PC Framework;
- realizar a avaliação, utilizando as rubricas do PC e construcionista, de planos que foram gerados a partir das especificações do *framework* para:

- mensurar o quanto os planos possuem potencial para desenvolver competências do PC e estão alinhados com a teoria construcionista;
- disponibilizar as avaliações também como exemplos ou modelos de avaliação.

A Tabela 21 sintetiza o processo geral de elaboração do plano de atividades, que ocorre em 4 etapas, cujo formato e atividades envolvidas em cada uma delas estão destacados na Tabela.

Tabela 21 – Resumo do processo de elaboração do plano de atividades

Formato	Atividade(s) ou assunto(s) tratado(s)	Participante(s)
Contatos prévios por e-mail	<ul style="list-style-type: none"> - Convite do pesquisador à professora para elaborar um plano de atividades a partir das definições do guia prático - Aceite do(a) professor(a) - Escolha do tema 	Professora e pesquisador
Reuniões presenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos conceitos do PC, dimensões construcionistas, mais efetivamente por meio da explicação sobre a estrutura das rubricas e do guia prático, fundamentando as inter-relações do modelo instrucional. - Processo de construção do esboço do plano de atividades a partir das questões e orientações do guia prático. 	Professora e pesquisador
Trabalho individual	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação (aplicação rubricas) considerando as anotações realizadas no esboço do plano, identificação e registro sugestões 	Pesquisador
Reunião presencial	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da avaliação com ênfase nos potenciais de melhoria - Discussão sobre os resultados e alterações pontuais no esboço - Criação do plano, a partir do esboço, utilizando um modelo de plano de atividades - Avaliação final utilizando as rubricas - Alterações pontuais no plano de atividades 	Professora e pesquisador

4.2.4.1 Plano de Atividades de Língua Portuguesa: Grafites como ponto de partida para outras formas de expressão

O plano com a temática grafites foi desenvolvido conjuntamente com uma professora de língua portuguesa, do ensino fundamental, que atua na rede estadual na cidade de Pelotas. Envolve leituras de imagens de grafites nos muros e paredes da cidade, procurando trabalhar a percepção dos estudantes e os componentes presentes nestes elementos, a partir da criação de artefatos como produção textual, histórias em quadrinhos e animações. A atividade relaciona-se com a BNCC a partir das seguintes habilidades: EF67LP30, EF69LP22, EF69LP21.

Os principais documentos gerados neste projeto estão descritos na Tabela 22 a qual apresenta também os respectivos endereços de acesso (links). O conjunto de documentos foi elaborado pelo pesquisador e professora. Estão relacionados: a) um esboço do plano de atividades, fruto dos registros realizados a partir das questões e orientações do guia prático; b) o plano de atividades, gerado a partir do esboço inicial; e c) as avaliações realizadas, tanto as preliminares quanto às finais.

Tabela 22 – Documentação produzida no projeto sobre grafites

Documento	Descrição e processo	Endereço (link)
Esboço do plano de atividades (registros)	Documento que apresenta os registros que foram realizados a partir das reflexões provocadas pelas questões e orientações dos cartões do guia prático. Reflexões que servem como um primeiro esboço ou rascunho para o plano de atividades.	https://1.ufpel.edu.br/registros-grafite
Avaliação preliminar utilizando a rubrica construcionista	Documento que apresenta a avaliação preliminar relativa ao alinhamento da proposta, ainda enquanto um esboço. É possível observar no documento as observações relativas aos cinco critérios da rubrica construcionista.	https://1.ufpel.edu.br/construcionista-preliminar-grafite
Avaliação final utilizando a rubrica do PC	Documento que apresenta a avaliação quanto ao potencial que a atividade apresenta para desenvolver competências do PC. A avaliação foi desenvolvida a partir do esboço (registros do guia prático) e depois revisada a partir do plano de atividades e não foram constatadas alterações, por esse motivo não foram gerados dois documentos.	https://1.ufpel.edu.br/pc-final-grafite
Plano de atividades	Documentos gerados a partir das reflexões registradas no esboço.	https://1.ufpel.edu.br/plano-grafite
Avaliação final utilizando a rubrica construcionista	Documento que apresenta a avaliação final relativa ao alinhamento do plano de atividades com a teoria construcionista.	https://1.ufpel.edu.br/construcionista-final-grafite

A seguir é feito um resumo, uma breve descrição das ações planejadas e algumas relações com o PC. São resultados da utilização do guia prático e rubricas e estão descritos, na íntegra, no plano de atividades:

- **desenho livre em papel pardo:** nesta atividade o aluno será instigado a transformar fotografias de grafites em desenhos livres. Neste caso, a realidade do grafite deve ser abstraída em uma outra imagem, utilizando-se da criatividade e da expressão de sentimentos. Ao término, o professor deve solicitar aos alunos uma reflexão sobre elementos originais que foram incluídos e/ou suprimidos.
- **elaboração textual utilizando uma ou mais imagens:** a partir de uma caminhada em locais com imagens em grafite, os alunos serão orientados a realizar uma produção textual (poema, narrativa, resenha, etc) a partir de uma ou mais imagens coletadas na caminhada. Neste caso, a realidade do grafite deve ser abstraída/refinada na forma textual. A fundamentação teórica (caracterização e descrição de componentes) do gênero textual escolhido deve ser o elemento norteador de transposição entre a imagem e o texto (definindo assim a relação entre as camadas de abstração). Além da abstração, na construção deste artefato (produção de um texto), o estudante entra em contato com o conceito de decomposição. O professor deve incentivar a necessidade de estruturar o texto em determinados componentes (apresentação, desenvolvimento, clímax e desfecho) que podem ser desenvolvidos separadamente para produzir o artefato final. Para finalizar a produção, o aluno deve ser capaz de organizar os compo-

nentes desenvolvidos em uma sequência lógica, utilizando-se dos fundamentos da composição sequencial (pensamento algorítmico).

- **avaliação da produção textual:** os estudantes serão orientados para atuar em um processo de auto-avaliação. A partir da orientação do professor, eles definirão critérios para avaliar os textos produzidos e serão incentivados a elaborar um instrumento (formulário) com os quesitos da avaliação. Tal instrumento será aplicado por cada aluno na sua própria produção textual e, posteriormente, em alguns textos dos colegas. No processo de construção da avaliação, os estudantes serão orientados a pensar nos subcomponentes. Isso envolve definir quesitos, estruturar o processo, traduzir para um instrumento (formulário) e outros componentes. Desta forma, trabalham os conceitos de avaliação e decomposição.
- **elaboração e avaliação de uma história em quadrinhos (HQ) a partir do grafite** seguindo as mesmas etapas da produção textual, inicialmente os alunos serão apresentados aos elementos básicos componentes de uma HQ (como, por exemplo, requadro, calha, balões), em um segundo momento devem abstrair/refinar uma imagem em grafite em uma HQ e posteriormente elaborar, em conjunto com o professor, um formulário de avaliação e aplicá-lo a uma ou mais HQs.
- **elaboração de uma animação em plataforma digital** onde os estudantes serão orientados a utilizar a plataforma digital Scratch (RESNICK et al., 2009) para transformar sua produção textual em animações, incluindo as imagens digitalizadas dos grafites. A animação na plataforma digital constitui mais uma forma de abstração da realidade expressa pelo grafite. Os estudantes serão orientados a criar a animação a partir de alguns parâmetros (relação entre as camadas) que serão propostos pelo professor. Seguindo o mesmo processo das produções anteriores, os estudantes serão instigados a pensar nos componentes que são necessários para a elaboração da animação. Serão orientados a decompor a criação, estruturando separadamente cenários, personagens e comportamentos. Um outro conceito a ser trabalhado nesta atividade será o pensamento algorítmico. A plataforma digital permitirá que o aluno tome contato com o desenvolvimento de um programa que envolverá, naturalmente, variáveis, comandos em sequência, decisões e laços (repetições), dentre outros. Por fim, deve ser feita a avaliação da animação. A partir de um embasamento sobre animações, os estudantes deverão definir critérios, elaborar um formulário e realizar o processo de avaliação.

A criação de artefatos perpassa boa parte das atividades planejadas. Esse aspecto é central na teoria construcionista que se baseia na construção do conheci-

mento que se dá quando o aprendiz constrói um produto ou seja, “coloca a mão na massa” (VALENTE, 1993, p.12). Outro aspecto que é dada atenção nesse plano é a socialização. São delineadas ações como leitura de produção textual, distribuição impressa das histórias em quadrinhos, apresentação da animação em plataforma digital e discussão final com os colegas e professores sobre as atividades produzidas. Além disso, é previsto no plano a elaboração de um site onde serão compartilhadas as imagens coletadas, fotos das histórias em quadrinhos e links para as animações. É previsto também que sejam afixados pela escola alguns cartazes e folders com QR-Codes para facilitar o acesso ao site que apresenta a produção dos alunos. A Tabela 23 apresenta os conceitos do PC que foram destacados pela professora, ao longo das três reuniões, a partir da utilização do guia prático.

Avaliação do esboço e do plano de atividades: os registros ou o esboço do plano de atividades foi avaliado previamente, entre a segunda e a terceira reunião, pelo pesquisador. A Figura 47 apresenta os resultados desta primeira avaliação utilizando a **rubrica construcionista**. Ficou constatado que não havia, naquele momento, um planejamento mais efetivo em relação às dimensões sintática e social. Em relação a social, era contemplada parcialmente por atividades que estavam previstas para serem realizadas em duplas ou grupos de três alunos. Para melhorar esse aspecto, foi incluído no planejamento um encerramento que contempla o envolvimento da comunidade. Cabe destacar que o evento de divulgação do projeto para a comunidade escolar não foi artificialmente inserido, já era intenção da professora ter alguma forma de divulgação dos artefatos produzidos. A avaliação preliminar destacou esse aspecto e levou a professora a refletir e incorporar a interação com a comunidade.

Outra dimensão, a Sintática, também recebeu atenção após a avaliação preliminar indicar um potencial de melhoria. É possível observar na Figura 47 a nota 0 (zero) para o quesito, bem como a correspondente justificativa para a nota dada.

Nas observações para o escore, dentre outras recomendações, foi registrado “No plano de atividades não há indicações de materiais a serem disponibilizados para os alunos”. Neste caso, o professor não explicitou no planejamento a disponibilidade de materiais didáticos onde fosse possível detectar quais tipos de artefatos poderiam ser desenvolvidos, com autonomia, pelos aprendizes.

A última reunião focou inicialmente na melhoria dos aspectos levantados nessa avaliação preliminar. As alterações realizadas permitiram melhorar a avaliação onde, com exceção do critério sintático, todos os demais atingiram o escore máximo. Em relação ao critério sintático, não é possível afirmar que a atual versão do plano contempla o engajamento de diferentes interesses e estilos de aprendizagem, portanto foi atribuída a nota 3, indicando que os materiais didáticos, relacionados a partir das sugestões na avaliação, tendem a viabilizar a inclusão de aspectos mais complexos no artefato. A avaliação do potencial do plano para o desenvolvimento de competências

Tabela 23 – Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades

Conceito - Como foi realizado o planejamento para desenvolvimento do conceito
<p>Abstração - Uma visita guiada pela cidade, por locais onde existem grafites, permitirá a captura das imagens as quais são uma forma de abstração da realidade. Os estudantes, ao analisar as imagens, suas e de seus colegas, estarão envolvidos com abstrações (imagens coletadas pelas câmeras dos <i>smartphones</i>) de uma realidade (intervencções no formato de grafite e/ou pichações em muros e paredes). Cabe, neste caso, ao professor, destacar aspectos que a câmera captura (ou não) e modifica (ou não). Serão orientados a elaborar seu próprio grafite a partir das imagens e das discussões realizadas sobre a caminhada. Esta atividade permite que o aluno crie uma camada de abstração, ou seja, transformar uma imagem, que representa uma realidade (grafite) em uma outra imagem, expressando criatividade e sentimentos em relação a imagem original. Serão orientados a realizar uma produção textual (poema, narrativa, resenha, etc), histórias em quadrinhos (roteiros e formas de apresentação) e animações em plataforma digital a partir de uma ou mais imagens coletadas na caminhada. Essas atividades permitem que o aluno crie distintas camadas de abstração, ou seja, façam a transformação de uma imagem, que representa uma realidade (grafite), em um texto, HQ e animações. O conhecimento prévio dos alunos, pois esse aluno pertence a esse território repleto de imagens, relacionado às diversas produções, deve ser o elemento norteador de transposição entre a imagem e o artefato (texto, HQ, animação), configurando-se importante elemento na relação entre as camadas de abstração.</p>
<p>Reconhecimento de padrões e Generalização - Ao retornar à escola, as imagens coletadas serão apresentadas e os alunos devem participar de uma discussão que visa: identificar as diferenças entre pichação e grafite; reconhecer a assinatura dos grafiteiros; identificar quais mensagens o grafiteiro quis passar; listar os sentimentos que as imagens provocam. A análise das diferentes imagens, enquanto representações da realidade (abstrações), permitirá o exercício do reconhecimento de padrões e generalização visando identificar os diferentes tipos de expressão. Procura-se identificar quais são os padrões nas imagens que diferenciam as pichações do grafite. A partir de padrões, procura-se identificar as “assinaturas” ou características próprias dos grafiteiros.</p>
<p>Decomposição - A produção textual permite com que o aluno tome contato com o conceito de decomposição. Assim, será reforçada a necessidade de estruturar o texto em determinados componentes (apresentação, desenvolvimento, clímax e desfecho) que podem ser desenvolvidos separadamente para produzir o artefato final, que é a produção textual. De forma similar, também será exercitada a partir das características e das orientações para compor uma HQ. A própria avaliação, seu processo de construção, também será utilizada como exercício de refletir sobre a composição/decomposição. Neste sentido envolve definir quesitos, definir o processo, traduzir para um instrumento (formulário), entre outros. Os estudantes serão orientados a dividir a avaliação (ou o processo de definição da avaliação) em subcomponentes como, por exemplo, definir os critérios, definir o processo, construir um instrumento, realizar a avaliação e apresentar os resultados. Da mesma forma, os estudantes serão instigados a pensar nos componentes que são necessários para a elaboração da animação em plataforma digital.</p>
<p>Pensamento Algorítmico - Para finalizar a produção textual, o aluno deve ser capaz de organizar os componentes desenvolvidos em uma sequência lógica. Da mesma forma para a elaboração da HQ e para os componentes da avaliação, todos são planejados separadamente em um primeiro momento e depois são encadeados em um processo (passo a passo). Em todas essas atividades o exercício do PA se dá no formato desplugado (THIES; VAHRENHOLD, 2012). Por outro lado, na atividade que envolve o desenvolvimento de animação na plataforma digital, o aprendiz será instigado a utilizar uma espiral da aprendizagem criativa (RESNICK, 2017) e terá contato com o PA a partir da programação em blocos no software Scratch.</p>
<p>Avaliação - Os estudantes serão orientados a construir um processo de avaliação da atividade de produção textual, das HQs e animações. A partir da orientação do professor eles definirão critérios para avaliar os artefatos produzidos. Os estudantes, a partir de algumas orientações do professor, serão incentivados a elaborar um instrumento (formulário) com os quesitos da avaliação. Elaborado o instrumento, será aplicado na sua própria produção e serão incentivados a discutir o processo de construção da avaliação.</p>

do PC, a partir da **rubrica do PC**, foi também realizada entre a segunda e terceira

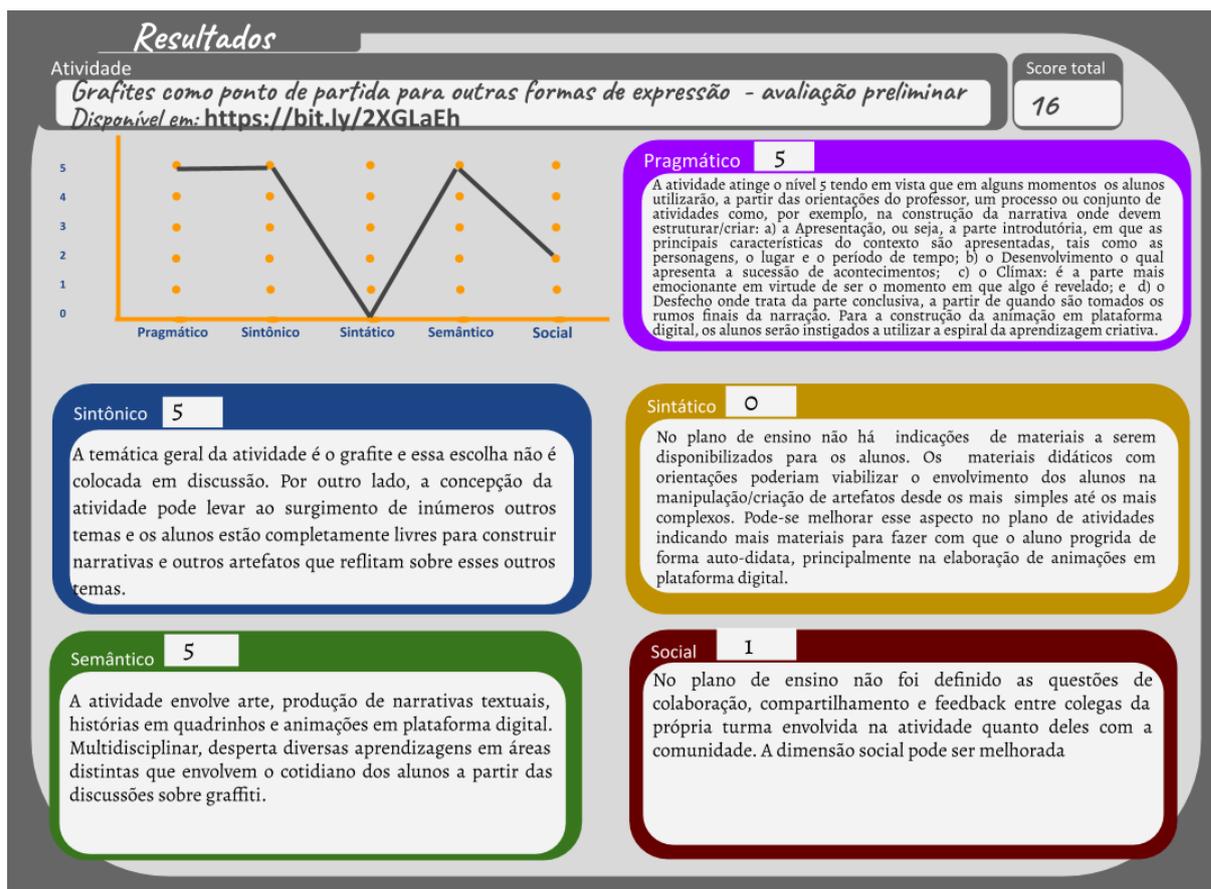


Figura 47 – Grafitas como ponto de partida para outras formas de expressão - Resultados da avaliação preliminar construcionista.
Fonte: Autor

reunião e está descrita na Figura 48. É possível observar que 3 foi o escore mínimo alcançado em cada aspecto, já na primeira avaliação.

4.2.4.2 Plano de Atividades de Ciências: atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica

A atividade *maker* relatada nesta seção foi desenvolvida pelo pesquisador e por um professor de física que se dispôs a criar atividades relacionadas a área de ciências para o ensino fundamental, em particular para o 6^o ano. Tem como objetivo trabalhar os conceitos fundamentais da mecânica (referencial, posição, velocidade, aceleração, ponto material), mais especificamente a cinemática, que é o ramo da física onde se estuda os movimentos sem se preocupar com que tenha causado o mesmo. Tem a intenção de provocar nos alunos a reelaboração de conceitos do cotidiano de uma forma cientificamente aceita e evidenciar a aplicabilidade destes conceitos no cotidiano das atividades sociais e de trabalho, que todos enfrentam indistintamente. A atividade relaciona-se com a BNCC a partir das habilidades EF04CI09 e EF04CI11 e consiste na solução de um desafio, que baseia-se em vencer uma corrida de arran-

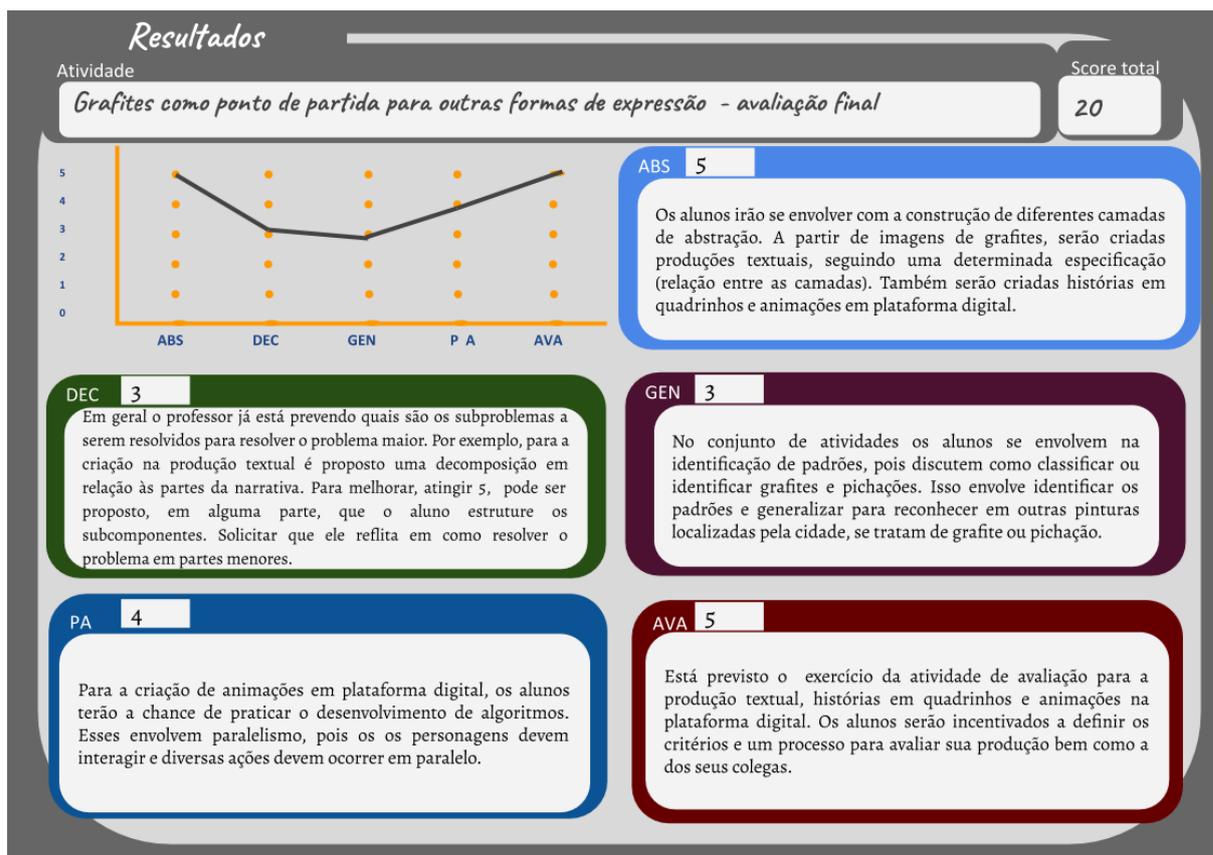


Figura 48 – Grafites como ponto de partida para outras formas de expressão - Resultados da aplicação da rubrica do PC. Fonte: Autor

cada de carros robóticos, onde o aluno, com a necessária e imprescindível orientação do professor, deve construir o próprio cenário de competição com seus requisitos pertinentes, bem como projetar e construir seu veículo e estratégia para alcançar seu objetivo máximo que é vencer a competição.

A Tabela 24 relaciona os documentos que foram elaborados, assim como seus respectivos endereços (links) para visualização.

Segue uma breve descrição das ações sugeridas na concepção das atividades:

- **apresentação da proposta:** apresentar aos estudantes uma proposta de aplicação prática envolvendo os conhecimentos trabalhados em sala de aula sobre o conteúdo de mecânica (estudo dos movimentos em geral). A proposta envolve dividir a turma em equipes com no máximo 5 integrantes, com a finalidade de organizar uma competição entre si, de uma corrida de arrancada envolvendo carros elétricos construídos pelos mesmos, bem como a pista e as demais necessidades para a realização do evento, sendo enfatizado a utilização da tecnologia (coleta automática de dados) baseados na plataforma Arduino. Será informado que, antes da competição, diversas ações de preparação serão realizadas.
- **elaboração de um projeto de pista de corrida para carrinhos:** nesta atividade

Tabela 24 – Documentação produzida no projeto sobre conceitos fundamentais da mecânica

Documento	Descrição	Endereço (link)
Esboço do plano de atividades (registros)	Documento que apresenta os registros que foram realizados a partir das reflexões provocadas pelas questões e orientações dos cartões do guia prático. Reflexões que servem como um primeiro esboço ou rascunho para o plano de atividades.	https://1.ufpel.edu.br/registros-mecanica
Avaliação preliminar utilizando a rubrica construcionista	Documento que apresenta a avaliação preliminar relativa ao alinhamento da proposta, ainda enquanto um esboço. É possível observar no documento as observações relativas aos cinco critérios da rubrica construcionista.	https://1.ufpel.edu.br/construcionista-preliminar-mecanica
Avaliação preliminar utilizando a rubrica do PC	Documento que apresenta a avaliação preliminar quanto ao potencial que atividade apresenta para desenvolver competências do PC. A avaliação foi desenvolvida a partir do esboço (registros do guia prático).	https://1.ufpel.edu.br/pc-preliminar-mecanica
Plano de atividades	Documentos gerado a partir das reflexões registradas no esboço.	https://1.ufpel.edu.br/plano-mecanica
Avaliação final utilizando a rubrica construcionista	Documento que apresenta a avaliação final relativa ao alinhamento do plano de atividades com a teoria construcionista.	https://1.ufpel.edu.br/construcionista-final-mecanica
Avaliação final utilizando a rubrica do PC	Documento que apresenta a avaliação final quanto ao potencial que atividade apresenta para desenvolver competências do PC. A avaliação foi desenvolvida a partir do plano de atividades.	https://1.ufpel.edu.br/pc-final-mecanica

os alunos serão instruídos a projetar uma pista com determinadas características. Devem realizar um projeto por meio de um desenho ou diagrama onde serão especificadas essas características.

- **construção de uma pista de testes de papelão:** os alunos serão instruídos a construir uma pista onde dois carrinhos, eventualmente da mesma equipe, podem percorrer e concorrer. A pista construída deve permitir que sejam realizadas diferentes tipos de medições (aferições). Para que realizem seus próprios testes, essa pista será exclusiva da equipe que criou, ou seja, cada equipe terá sua própria pista de papelão.
- **elaboração do projeto de um carrinho simples:** similarmente ao projeto de pista, será solicitado que os alunos elaborem um diagrama para projetar a construção de um carrinho.
- **construção de carrinhos simples:** os alunos serão instruídos a construir um carrinho simples com determinados materiais que serão disponibilizados. Cada equipe deve construir dois carrinhos que serão usados em testes internos da equipe, em sua própria pista, para depois competir com as outras equipes.
- **instrumentalização para elaboração do projeto com a placa controladora Arduino (ambiente simulado):** em um primeiro momento os estudantes seguirão roteiros que visam compreender os conceitos básicos necessários para

utilização da placa Arduino envolvendo o hardware (componentes eletrônicos, sensores e atuadores) e software(IDE) pertinentes ao projeto. A atividade será realizada em um ambiente de simulação como, por exemplo, o Tinkercad, o qual permite simular circuitos eletrônicos. Essa estratégia visa familiarizar os alunos com relação aos componentes a serem utilizados e suas características físicas e especificações de uso, como voltagem, amperagem, polarização, minimizando erros na utilização e coleta de informações como também na queima de componentes. Na mesma plataforma, em um segundo momento, serão propostas atividades onde os estudantes serão desafiados a construir determinados circuitos eletrônicos SEM a utilização de roteiros.

- **instrumentalização para elaboração do projeto com a placa controladora Arduino (ambiente real):** utilizando componentes reais, os estudantes seguirão roteiros que visam compreender os conceitos básicos envolvidos na utilização da placa Arduino, requisitos de hardware (componentes eletrônicos, sensores e atuadores) e software(IDE) necessários ao projeto. Esse primeiro momento, utilizando roteiros, será breve pois os alunos já devem ter adquirido alguma fluência na utilização dos componentes pois já houve prática com o ambiente simulado. O segundo momento com resolução de problemas com dispositivos reais (placa arduino e demais componentes) envolve atividades sem utilização de roteiros.
- **elaboração de projeto e execução, em um ambiente simulado, de um cronômetro e um velocímetro digital.** os alunos, tendo como base os conhecimentos trabalhados na disciplina de ciências (conceitos como posição, tempo, velocidade) e os conhecimentos adquiridos nas atividades de simulação envolvendo o ambiente virtual correspondente a utilização do arduino, serão desafiados a criar um projeto de um cronômetro e um velocímetro digital, envolvendo a parte de hardware e software em um ambiente virtual (simulação).
- **construção efetiva com uma placa arduino e demais componentes, de um cronômetro e um velocímetro digital, com base na atividade desenvolvida no ambiente virtual:** os estudantes, tendo como base o projeto desenvolvido no ambiente virtual, deverão construir o cronômetro e o velocímetro com a placa arduino e os componentes eletrônicos necessários, bem como utilizando os conceitos trabalhados na disciplina de ciências, pensar, discutir, compartilhar, a maneira melhor de utilizar o produto deste projeto para aplicar em uma pista na competição de arrancada utilizando carros robóticos.
- **informatizar a coleta de informações na pista de corrida:** os estudantes, após interagirem na construção a aplicação dos instrumentos construídos e com a ori-

entação do professor, tendo também como dados, regras simplificadas de uma corrida de arrancada, devem posicionar e coletar os dados adquiridos (tempo, distância e velocidade), na pista construída na primeira fase do projeto, e trabalhar estes dados, a fim de classificar os carros que farão parte desta competição.

- **projeto e execução em um ambiente virtual da incorporação do arduino ao carrinho:** Os estudantes serão desafiados a projetar e executar em um ambiente virtual, a incorporação de um motor elétrico e baterias necessárias a movimentação do carro projetado na etapa anterior. Utilizarão os conhecimentos adquiridos na manipulação dos componentes da plataforma arduino, agora direcionada para o controle eletrônico do carro que fará parte da competição.
- **execução em um ambiente real, da incorporação do arduino ao carro, agora robótico:** Os alunos, com base na simulação feita na fase anterior, deverão construir e testar variáveis possíveis para melhorar o rendimento do seu carro robótico a fim de participar de uma corrida de arrancada. Neste ponto serão propostos pelo professor, novos questionamentos técnicos, envolvendo conceitos científicos trabalhados nas diversas fases do projeto, com a finalidade dos alunos discutirem, testarem e pôr em prática suas hipóteses a fim de regularem seus carros para a competição.
- **competição - corrida de arrancada com carros robóticos:** neste ponto os estudantes participarão de uma corrida de arrancada com seus carros robóticos, construídos nas fases anteriores, observando também, que os mesmos construíram a pista onde realiza-se a referida competição. Os estudantes orientados pelo professor, que propõe a realização da atividade e, em conjunto com os alunos participantes, estabelecem requisitos e regras para uma competição de carros robóticos. O objetivo é percorrer em menor tempo possível o percurso da pista 600 mm, com carros elétricos controlados por uma placa ARDUINO. Ao passarem por diversas fases do projeto, desde a idealização, regramento e aplicação de conceitos científicos e informatização de métodos e processos, tem a oportunidade de observar e analisar os resultados obtidos por seu árduo trabalho prático, bem como compartilhar as informações obtidas, e em equipe, discutir hipótese que venham a melhorar o desempenhos de seus carros em repetidas fases de uma competição.
- **atividade livre:** com base nos conteúdos teóricos e atividades práticas desenvolvidas as equipes formadas serão desafiadas a projetar e construir artefatos de seu interesse que envolvam a solução de uma necessidade do cotidiano. Essa atividade, considerada livre, só é possível de ser realizada pois os alunos já foram previamente instrumentalizados, já realizaram outras ações de formação

que os capacita para essa atividade. Outro aspecto importante são os materiais disponibilizados que, de alguma forma, podem direcionar a atividade ou limitar a criatividade dos alunos.

- **exposição dos trabalhos:** a divulgação tem por objetivo estimular o compartilhamento do conhecimento estruturado pelas equipes, promovendo a competição saudável entre outras turmas da mesma instituição. Como também, a divulgação para a comunidade em geral, evidenciando o ensino de ciências como ferramenta de compreensão do desenvolvimento tecnológico, econômico e social. As ferramentas para isto podem ser as mídias sociais como Youtube, Facebook, Telegram, Blog e outros. Neste contexto cabe estimular a criação de clubes de ciências.

Conforme orientação do guia prático, neste projeto a construção de artefatos, é transversal a realização de todas as atividades. Em síntese, como artefatos a serem concebidos, considera-se o diagrama de uma pista de competição, a própria pista de competição feita em papelão, um projeto de carrinho e o próprio carrinho. A Tabela 25 destaca os conceitos do PC que foram incorporados no planejamento da atividade.

Avaliação do esboço e do plano de atividades: A Figura 49 apresenta os resultados da avaliação preliminar em relação ao PC. A generalização alcançou escore 1 pois a atividade de construção do carrinho, dentre outros objetivos, visa exercitar a identificação de padrões e semelhanças em relação a velocidade e aceleração. Não há ou não é especificada uma intenção de desenvolver alguma adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes o que viabilizaria o escore 3. Outro aspecto com baixo escore foi o pensamento algorítmico, pois foi especificado nos registros do esboço que seria solicitado aos alunos que “organizassem uma sequência lógica para construção da pista e do carrinho, ou seja, uma descrição da sequência de passos que devem ser seguidos para essa montagem (pista e carrinho)”. Desta forma fica caracterizado um esforço no sentido de exercitar o pensamento algorítmico porém alcançando apenas o nível mínimo (escore 1). Os outros critérios da avaliação do PC, abstração, decomposição e avaliação, alcançaram bons escores 4,5 e 5 respectivamente.

Outra avaliação preliminar também foi executada, a partir da respectiva rubrica, tratando das questões relativas ao método construcionista. A Figura 50 mostra os resultados desta avaliação realizada depois das primeiras reuniões presenciais e antes das reuniões que fecharam o planejamento definitivo. É possível observar que dois critérios (sintônico, sintático) não obtiveram escores e um, o social, ficou com um escore baixo. A partir dessa avaliação discutiu-se ações que poderiam ser previstas no plano para melhorar esses escores.

Assim, cabe destacar que, conforme descreve o método sintetizado na Tabela 21,

Tabela 25 – Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades

Conceito - Como foi realizado o planejamento para desenvolvimento do conceito
<p>Abstração - Na elaboração de um projeto para a pista os alunos utilizarão a capacidade de abstração para transpor a realidade de uma pista de corridas de carros, em especial de arrancadas, para um desenho ou diagrama. A capacidade de abstração será utilizada novamente em outros momentos como na criação de uma pista de papelão, tanto em função da simplificação dos elementos de uma pista real quanto da combinação ou utilização das características especificadas no diagrama, para transpor a realidade de um carro de verdade para um projeto (diagrama) de um carrinho e também na criação do carrinho, tanto em função da simplificação dos elementos de um carro real quanto da combinação ou utilização das características especificadas no diagrama desenvolvido previamente.</p>
<p>Decomposição - Durante o projeto, os alunos devem praticar a decomposição a partir da identificação dos diferentes componentes ou características da pista como, por exemplo, o local onde vão transitar os carros, espaços destinados a medições e outros. A partir do diagrama, será solicitado que as equipes discutam e definam quais são os componentes físicos de uma pista e como serão inseridos. Além dos componentes da pista, também devem praticar a decomposição durante a elaboração do projeto de carrinho (diagrama), identificando os diferentes componentes e como fazer a composição em um carrinho e a partir do diagrama, por meio da discussão e definição de quais são os componentes físicos de um carrinho e como serão compostos.</p>
<p>Generalização -O ambiente de simulação, o qual será utilizado em alguns momentos, ajuda no desenvolvimento da capacidade de generalizar, principalmente em relação a problemas que, resolvidos no ambiente simulado, podem ser utilizados como modelos para resolução de problemas similares com placas em ambiente real (não simulado). Já na construção com componentes reais, os estudantes são levados a concluir através das atividades realizadas, a conceituação cientificamente aceita para as grandezas distância, tempo, velocidade e aceleração. Também são levados a concluir que essas grandezas estão presentes em todas as atividades diárias, e que portanto, será possível generalizar o conhecimento adquirido através das atividades realizadas em várias situações e atividades cotidianas.</p>
<p>Pensamento algorítmico - Será solicitado aos alunos que organizem uma sequência lógica para construção da pista e do carrinho, ou seja, uma descrição da sequência de passos que devem ser seguidos para essa montagem (pista e carrinho). Além disso, tanto na instrumentalização em ambiente de simulação quanto com a IDE e componentes reais, para resolver problemas, os estudantes serão desafiados a construir pequenos programas, que envolvem variáveis, comandos em sequência, decisão, repetição e paralelismo.</p>
<p>Avaliação - Como uma estratégia de validação do projeto de pista, os alunos serão instigados a definir os critérios que podem validar se o projeto de pista foi bem especificado. Posteriormente devem realizar a avaliação do seu próprio projeto, dos colegas e participar de uma discussão. Da mesma forma para a própria pista de papelão se foi bem elaborada e se está de acordo com o projeto especificado previamente. Em relação a avaliação, a mesma estratégia utilizada no projeto e construção da pista serão aplicados para o projeto e construção do carrinho.</p>

a avaliação preliminar é realizada considerando apenas os registros realizados no esboço do plano de atividades. Posteriormente, a avaliação é discutida e o plano de atividades final é redigido tendo a avaliação como suporte e, neste caso, algumas ações foram modificadas e outras foram incluídas visando alcançar melhores escores que se refletem, em tese, a uma utilização mais ampla dos conceitos do PC e um melhor alinhamento com a teoria construcionista.

Desta forma, as Figuras 51 e 52 apresentam apenas as dimensões que apresen-

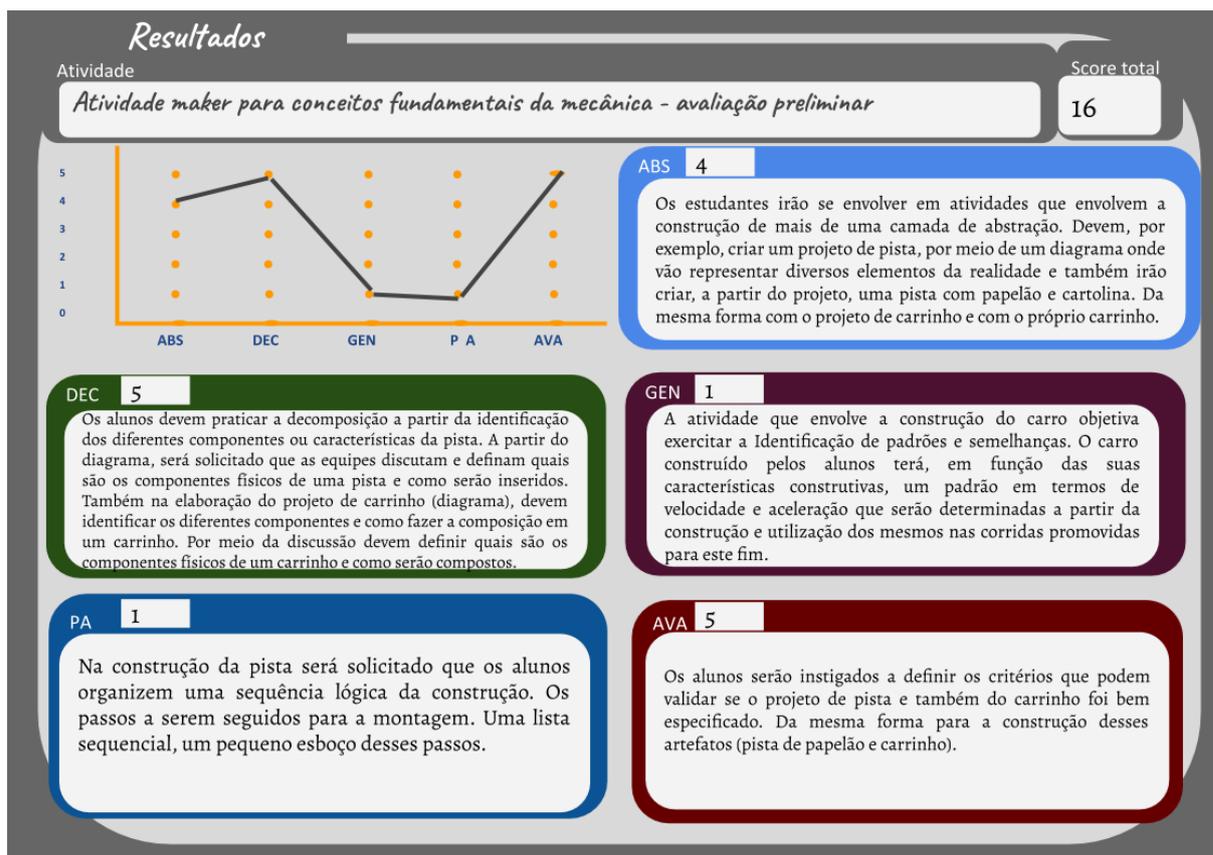


Figura 49 – Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação preliminar. Fonte: Autor

tam modificações nas pontuações entre a avaliação preliminar e a final. É possível observar na Figura 51 que, na avaliação do PC, a pontuação subiu de 16 para 21, de 25 pontos possíveis. Isso se deve a definição de atividades, incluídas no plano, que não estavam especificadas nos registros do esboço e que, após sua definição, foi possível entender melhor a intenção do professor em trabalhar determinados conceitos. No caso do PA, passando de 1 para 4, foi especificado mais explicitamente no plano de atividades que haveria a programação da placa arduino para controle do carrinho e dos instrumentos de aferição incluídos na pista. Assim, o escore atribuído, que antes computava apenas uma atividade de organização de uma sequência para montagem da pista, passou a considerar uma determinada atividade de programação que exige a manipulação de variáveis, comandos sequenciais, decisão, repetição e paralelismo. Quanto a generalização, a qual passou de 1 para 3, ficou melhor especificado no plano de atividades que os participantes deveriam praticar a generalização a partir de algumas atividades com ambientes simulados ou mesmo com componentes reais onde, para instrumentalizar os participantes, foram previstas algumas atividades utilizando roteiros. Desta forma, nos ambientes simulados os alunos deveriam praticar a capacidade de generalizar os problemas trabalhados nos roteiros para os ambiente

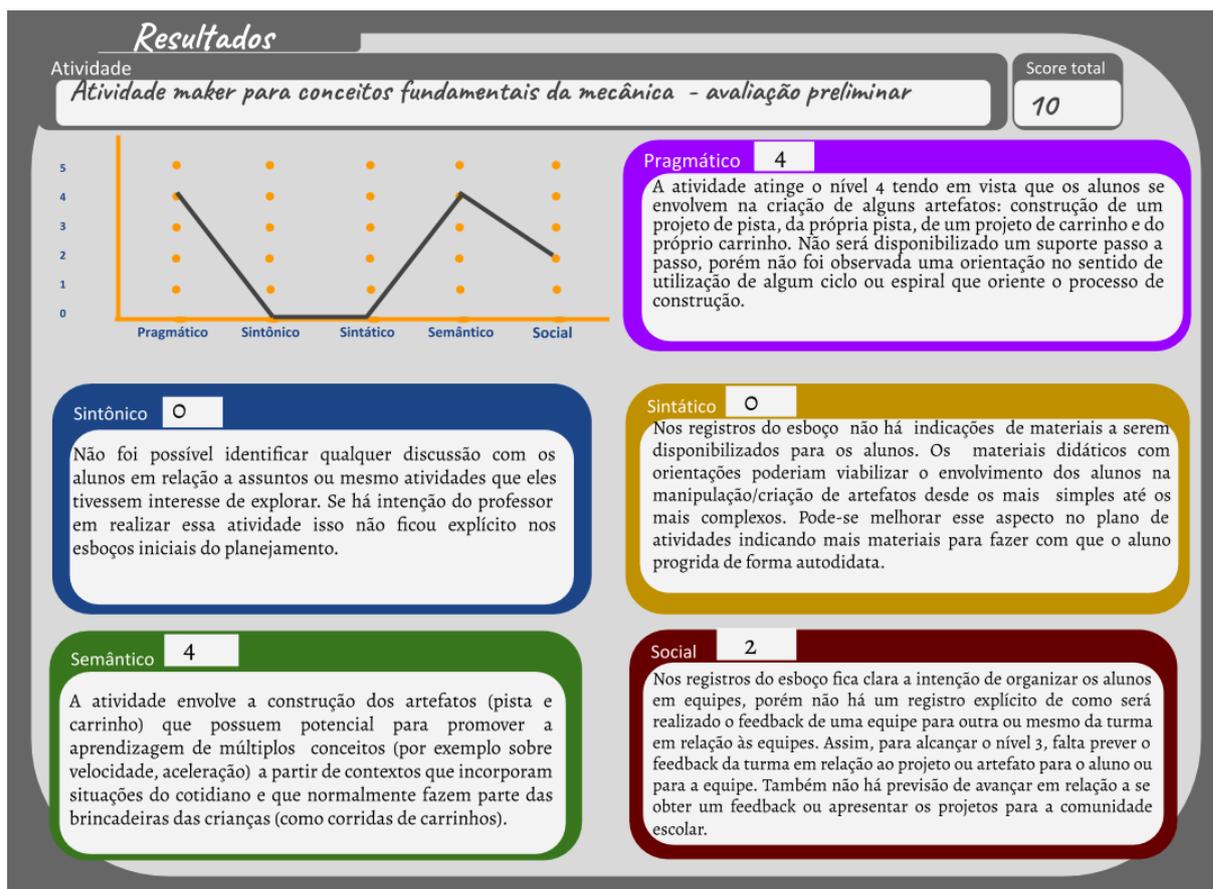


Figura 50 – Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação preliminar. Fonte: Autor

simulados.

Com relação a avaliação construcionista, é possível identificar que houve melhoria no score e com isso, em tese, melhor alinhamento das atividades com a teoria criada por Papert. Na Figura 52, onde foram incluídos apenas os critérios alterados, é possível identificar um incremento substancial no score geral, passando de 10 para 22. Os critérios sintônico, sintático e social foram substancialmente incrementados. O sintônico melhorou, de 0 para 5, a partir da criação de uma atividade livre, onde os alunos podem livremente escolher o que irão desenvolver. Considerando a natureza do projeto, que envolve robótica, normalmente não seria possível propor uma atividade livre sem antes desenvolver algumas atividades de instrumentalização.

De forma similar o sintático também evoluiu, de 0 para 5, a partir da proposta de uma atividade livre combinada com a previsão de disponibilização de materiais para viabilizar que a atividade possa envolver projetos de diversos tipos e com diferentes níveis de complexidade. Por fim, o critério social melhorou de 3 para 5 em função da previsão de compartilhar os projetos desenvolvidos com a comunidade escolar. A próxima seção relata a concepção de um outro plano de atividades realizado pelo

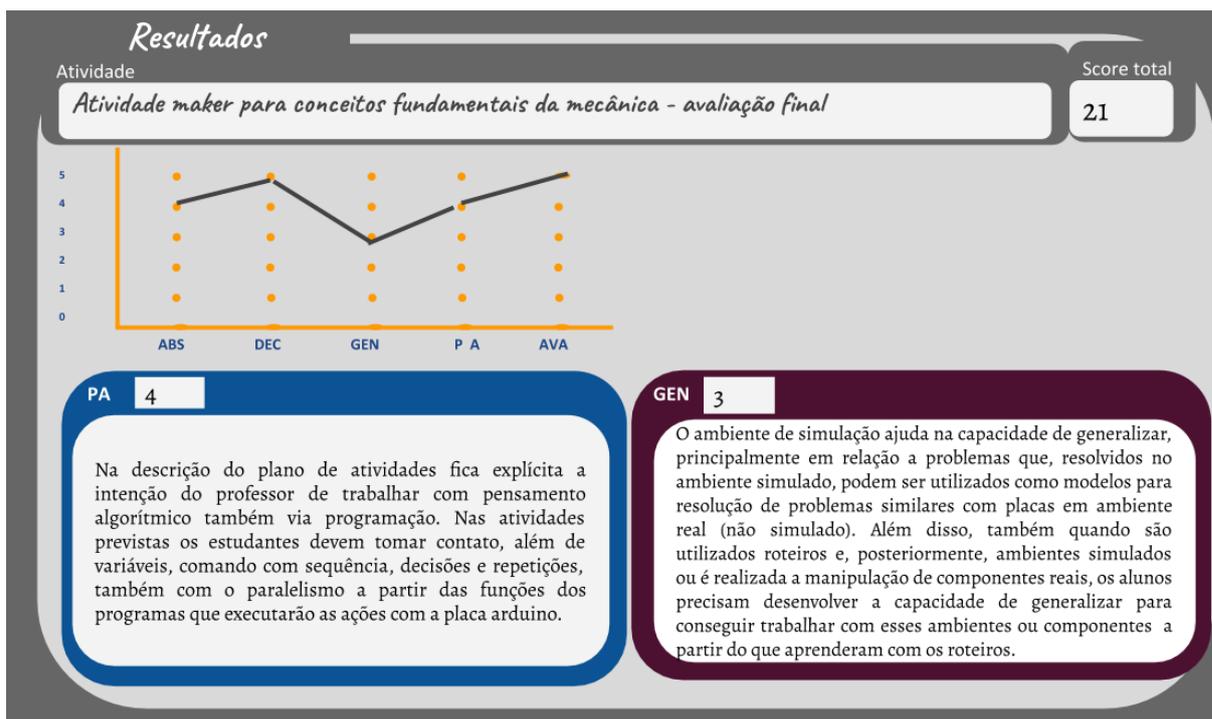


Figura 51 – Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação final destacando modificações. Fonte: Autor

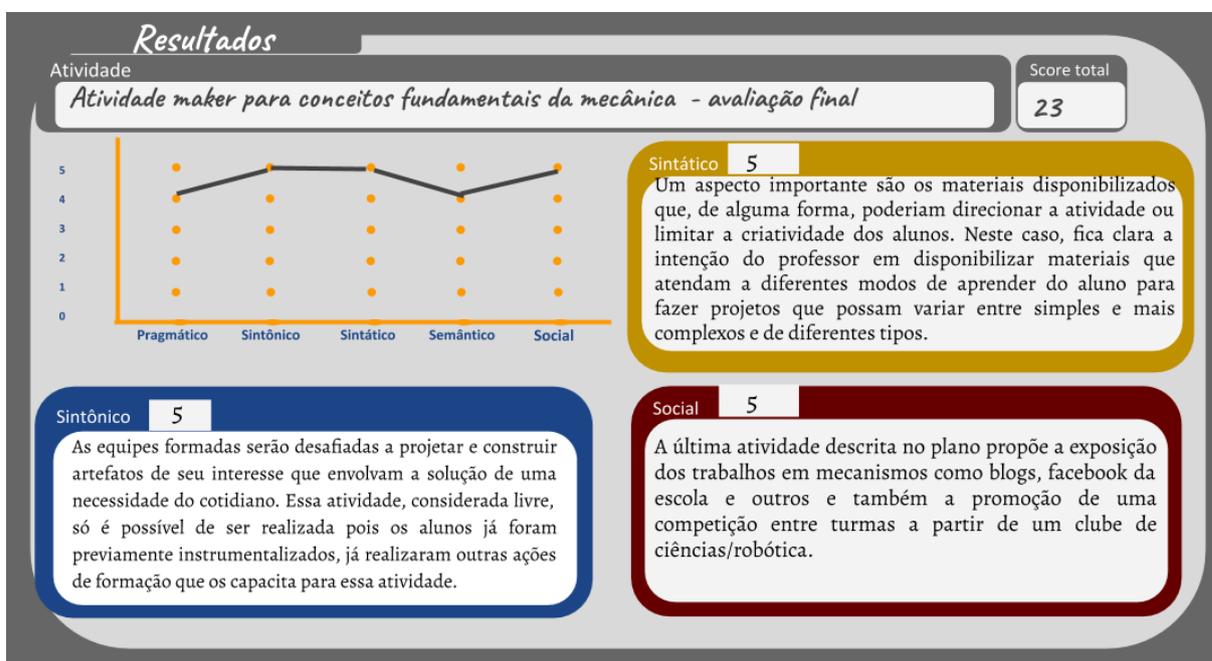


Figura 52 – Atividade maker para conceitos fundamentais da mecânica - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação final destacando modificações. Fonte: Autor

mesmo professor.

4.2.4.3 Plano de Atividades de Ciências: atividade maker para construção de um termômetro robótico analógico

A atividade robótica *maker* descrita nesta subseção envolve o desenvolvimento de um termômetro robótico analógico. Foi desenvolvido em colaboração, entre o pesquisador e o mesmo professor de física do projeto relatado na seção anterior. A robótica será utilizada como elemento de integração entre os conteúdos curriculares. Assim, a atividade proposta tem como objetivo trabalhar os conceitos de temperatura e escalas termométricas, diferenciar temperatura, calor e sensação térmica. Com isso visam provocar o aluno a avaliar os conceitos empírico-indutivista sobre temperatura e escalas termométricas, diferenciar temperatura e calor, conhecer como medir a temperatura e como aplicar esses conceitos no cotidiano. Provocar uma reavaliação dos conceitos nos estudantes e instigá-los a na reelaboração daqueles conceitos que não estão dentro dos padrões aceitos cientificamente. Relacionada-se com a habilidades EF07C102 para alunos do 7^o ano.

Na concepção deste plano de atividades, em função da experiência prévia do professor com os instrumentos de avaliação (rubricas), modificou-se um pouco o processo, em comum acordo, pesquisador e professor. Julgou-se que não seria necessário realizar duas avaliações, uma preliminar e outra final. Assim a avaliação foi realizada considerando o plano de atividades em sua versão final. Esse conjunto de documentos e os respectivos endereços para acesso estão relacionados na Tabela 26.

Tabela 26 – Documentação produzida no projeto de construção de um termômetro robótico analógico

Documento	Descrição	Endereço (link)
Esboço do plano de atividades (registros)	Documento que apresenta os registros que foram realizados a partir das reflexões provocadas pelas questões e orientações dos cartões do guia prático. Reflexões que servem como um primeiro esboço ou rascunho para o plano de atividades.	https://1.ufpel.edu.br/registros-termometro
Plano de atividades	Documentos gerado a partir das reflexões registradas no esboço.	https://1.ufpel.edu.br/plano-termometro
Avaliação final utilizando a rubrica construcionista	Documento que apresenta a avaliação final relativa ao alinhamento do plano de atividades com a teoria construcionista.	https://1.ufpel.edu.br/construcionista-final-termometro
Avaliação final utilizando a rubrica do PC	Documento que apresenta a avaliação final quanto ao potencial que atividade apresenta para desenvolver competências do PC. A avaliação foi desenvolvida a partir do plano de atividades.	https://1.ufpel.edu.br/pc-final-termometro

A seguir uma breve descrição das ações que são propostas no escopo deste plano de atividades:

- **apresentação geral do projeto:** o projeto e as respectivas ações serão explicadas para os estudantes. Também serão apresentados os recursos disponibili-

zados (ambiente com materiais didáticos, aulas de instrumentalização por meio de roteiros guiados, etc...). Diversos materiais didáticos com links para textos e vídeos serão disponibilizados em um site desenvolvido pelos autores deste projeto. Os materiais abordam desde conteúdos mais básicos até os mais avançados e diversos exemplos de projetos de robótica, parcialmente detalhados, com a placa controladora Arduino.

- **instrumentalização para programação em blocos:** os estudantes utilizarão roteiros (guias passo a passo) para adquirir conhecimento básico sobre programação em blocos na plataforma Scratch. Serão utilizados, nessa instrumentalização, alguns roteiros do projeto Code Club (BRASIL, 2018).
- **apresentar ou revisar as principais escalas de temperatura e as respectivas conversões:** será ministrada uma aula expositiva abordando as escalas e apresentação das fórmulas para conversão. Posteriormente será solicitada a realização de alguns exercícios de conversão entre as escalas, principalmente de Celsius para Fahrenheit e vice-versa.
- **desenvolvimento de programa conversor de escalas:** os estudantes serão desafiados a criar um programa na plataforma Scratch para realizar a conversão entre diferentes escalas. O programa deve receber um valor e a escala (dados de entrada) e apresentar os diferentes valores nas outras escalas (dados de saída).
- **instrumentalização para elaboração de projetos com a placa controladora Arduino (ambiente simulado):** os estudantes seguirão roteiros (passo a passo) que visam apresentar conceitos básicos da placa controladora Arduino e de alguns componentes (protoboard, resistores, sensores e atuadores). A atividade será realizada em um ambiente simulado chamado Tinkercad (BANDEIRA et al., 2019). Essa estratégia instrucional visa instrumentalizar os alunos evitando ou minimizando riscos de avariar componentes.
- **instrumentalização para elaboração de projetos com a placa controladora Arduino (ambiente real):** os estudantes seguirão roteiros (passo a passo) que visam apresentar conceitos básicos da placa controladora Arduino e de alguns componentes (protoboard, resistores, sensores e atuadores). A atividade será realizada com componentes reais.
- **elaboração de projeto de um termômetro robótico analógico (apenas o diagrama):** os estudantes, tendo como base os conhecimentos adquiridos nas atividades de instrumentalização, serão desafiados a criar um projeto de termômetro robótico analógico. Deverão elaborar, utilizando papel e lápis/caneta (ou

um software gráfico para diagramação), um diagrama (desenho) da placa controladora e dos respectivos componentes que são necessários ao funcionamento do termômetro. Além do projeto dos componentes, será solicitado que os estudantes desenvolvam um esboço do software que fará o termômetro funcionar.

- **construção simulada de um termômetro robótico analógico (simulação com o software Tinkercad):** os estudantes, tendo como base o projeto realizado na atividade anterior, serão desafiados a criar uma simulação de termômetro robótico analógico utilizando o software Tinkercad (ou algum similar).
- **construção real de um termômetro robótico analógico (utilização de componentes reais):** tendo como base o projeto e a simulação no Tinkercad, os estudantes serão desafiados a criar, com a placa Arduino e demais componentes, um de termômetro robótico analógico. Na atividade os estudantes serão explicitamente orientados a levar em consideração os conhecimentos adquiridos na instrumentalização e nos desafios anteriores. Serão orientados a pensar no processo de desenvolvimento que, antes dessa atividade com componentes reais, envolveu o pensar/projetar mentalmente, projetar “no papel” (um diagrama) e simular (Tinkercad). Além disso, após desenvolvido o termômetro com componentes reais, eles deverão testar/brincar, refletir sobre o artefato, fazer alterações no projeto (hardware e/ou software), compartilhar e obter *feedback* dos colegas. Os estudantes serão orientados a pensar nesse processo de desenvolvimento como um formato possível para a criação de outros artefatos.
- **planejamento e construção livre de um artefato robótico:** Os estudantes devem planejar (projeto e simulação), construir e compartilhar um artefato robótico de seu interesse. Essa construção terá como ponto de partida os materiais didáticos disponibilizados no site do projeto e os conhecimentos prévios adquiridos nas atividades de instrumentalização, no projeto (diagrama), na simulação (Tinkercad) e na construção do termômetro. O dispositivo deve envolver os componentes reais disponíveis (Arduino, protoboard, resistores, leds, motores, etc. . .) e deve ser desenvolvido utilizando o processo (projeto, simulação, etc. . .) experimentado na construção do termômetro.
- **Exposição dos artefatos criados:** será organizada uma exposição dos artefatos como atividade final deste projeto. Os estudantes devem apresentar seus artefatos para a comunidade escolar visando demonstrar os projetos para incentivar a participação de outros estudantes, coletar sugestões sobre os artefatos e também novas ideias sobre projetos a serem desenvolvidos. Além dos professores e colegas de outras turmas, também serão convidados os pais dos estudantes participantes do projeto.

Pode-se observar que também nessa atividade a construção de artefatos, é transversal a realização de quase todas as atividades. Considera-se como artefatos o programa conversor de escalas, o projeto de um termômetro robótico analógico, a construção simulada do termômetro, construção real que gera o próprio termômetro e um artefato robótico. A Tabela 27 destaca os conceitos do PC que foram incorporados no planejamento da atividade.

Avaliação do esboço e do plano de atividades: Conforme já relatado, aproveitando-se da experiência prévia com os instrumentos de avaliação (rubricas) realizou-se apenas uma avaliação final. Essa decisão se deu em função de que durante a realização dos registros no esboço e conseqüente transposição para o plano de atividades o professor teve, a partir da experiência com o plano anterior, sempre presente ou já internalizadas as rubricas. Durante o processo, na elaboração do esboço, já fazia as proposições pensando em como seria avaliado pela rubrica, diferentemente do plano anterior onde, mesmo tendo sido previamente apresentado às rubricas, não havia essa assimilação ou internalização mais forte dos conceitos.

Em relação a avaliação do PC, conforme apresentado na Figura 53, o conceito com menor pontuação foi a generalização, com 3. Trata-se de uma avaliação interme-

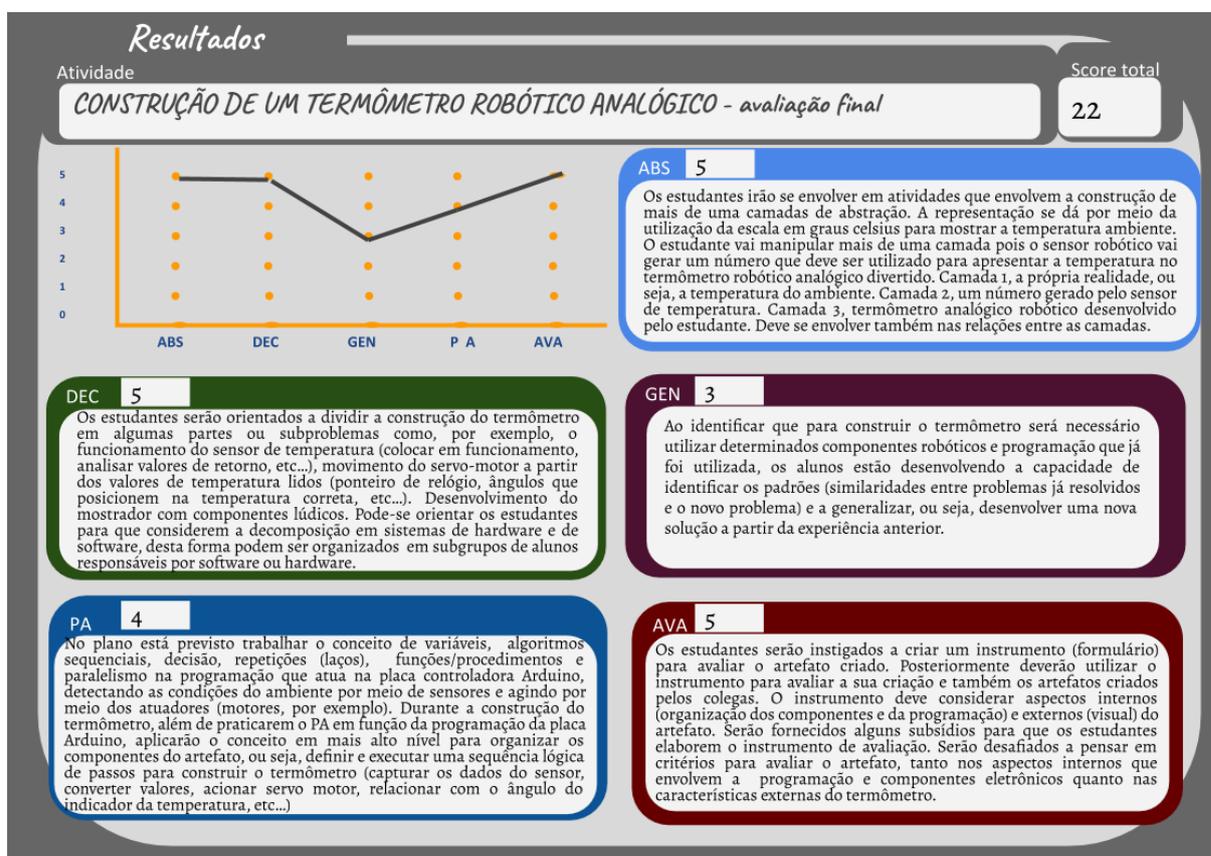


Figura 53 – Atividade maker para construção de um termômetro robótico analógico - Resultados da aplicação da rubrica do PC - avaliação final. Fonte: Autor

diária que atinge “exercitar a generalização na solução de problemas com ênfase na adaptação de soluções ou partes de soluções”, não havendo uma preocupação em definir padrões ou modelos, por exemplo, o que atingiria a nota 5. De forma similar, o pensamento algorítmico atinge escore 4, faltando apenas desenvolver a prática do uso da recursão para chegar ao nível máximo. Para os demais critérios da rubrica foi possível estruturar as atividades para que atingissem o escore máximo.

Já em relação ao construcionismo, a Figura 54 mostra que, com exceção do critério semântico, todos os demais atingiram o nível máximo. Neste caso faltou, para o critério semântico, alguma atividade que instigasse os alunos a estabelecer relações que vão além das previstas na atividade e assim buscar conhecimentos não tratados mas que, de alguma forma, podem estar relacionados com os conceitos que são, de forma explícita, abordados na atividade.

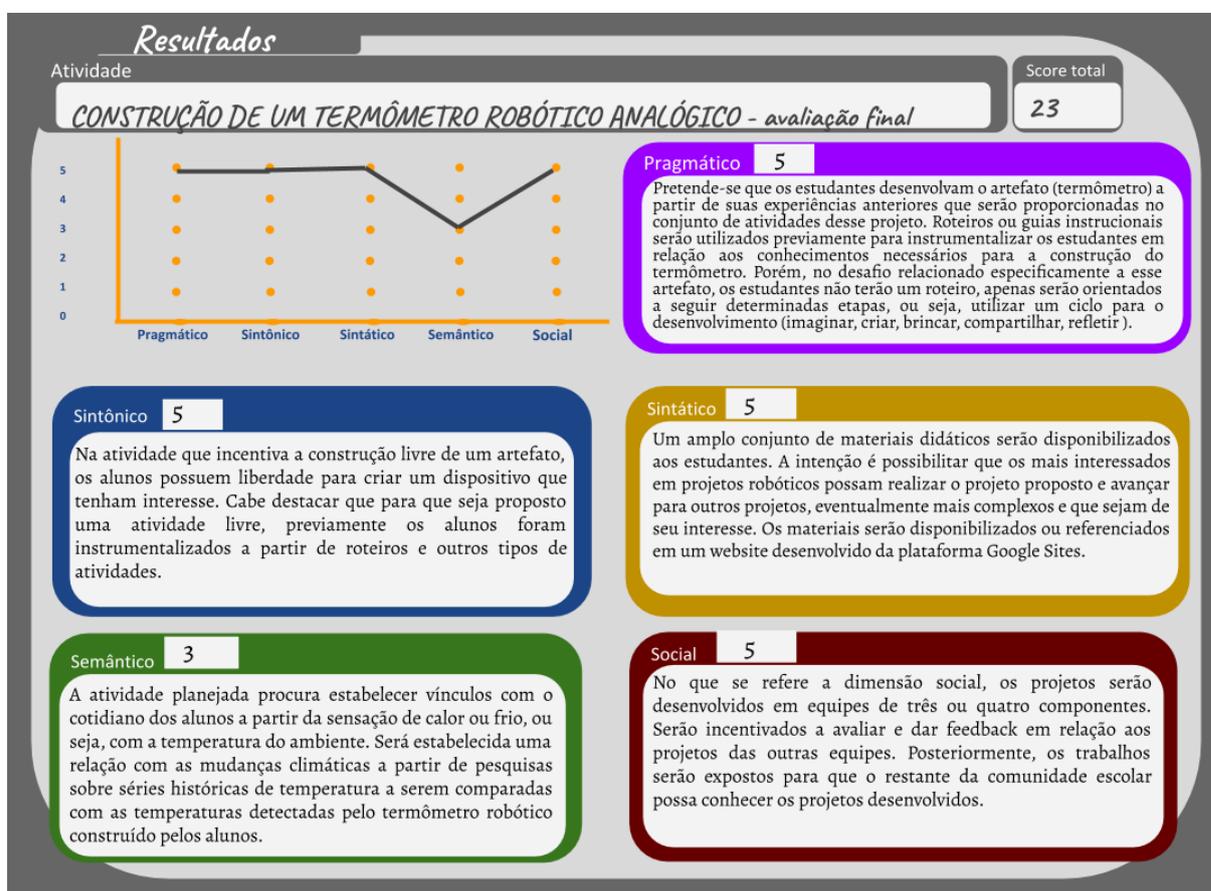


Figura 54 – Atividade maker para construção de um termômetro robótico analógico - Resultados da aplicação da rubrica construcionista - avaliação final. Fonte: Autor

4.2.4.4 Estudos de Caso - considerações finais

Os estudos de caso apresentados mostram que o guia prático, bem como as rubricas que o fundamentam, apresentam potencial para instigar professores do ensino

básico no desenvolvimento de atividades construcionistas e que deem ênfase no desenvolvimento de competências relacionadas ao PC. Isso pode ser realizado sem alterar demasiadamente as atividades que seriam normalmente realizadas pois, trata-se muitas vezes de incentivar e guiar o professor a incorporar na sua proposta as competências do PC enquanto ferramentas mentais para solução de problemas. Em particular, os estudos de caso apresentado nesta seção não foram criados especialmente para desenvolver conceitos do PC. Eram atividades previamente proposta que foram, a partir das orientações do guia, modificadas para dar ênfase a alguns processos e modos de condução, incorporando o desenvolvimento de habilidades do PC a partir de uma visão construcionista.

Os estudos de caso apresentados são a decorrência de uma instância específica (CTPACK-IM) do modelo conceitual (CTPACK-CM), ou seja, foram gerados a partir de um determinado referencial teórico do PC e do construcionismo. Outros referenciais poderiam ser utilizados e a partir disso outras instâncias poderiam ser propostas.

Neste sentido, como sugestão para criação de novas instâncias, recomenda-se as macroatividades descritas na Tabela 28 a qual apresenta, na coluna “Descrição da macroatividade”, a sugestão de atividade a ser realizada. Na coluna “Conhecimento (K)” foram relacionados os conhecimentos que estão envolvidos, de acordo com o modelo conceitual CTPACK (Seção 4.1). As atividades descritas na tabela tem como foco, além de professores do ensino básico, também pesquisadores ou interessados em propor novas abordagens relativas ao PC.

4.3 Comunidade de aprendizagem PAPERT PC Framework

A comunidade de aprendizagem PAPERT PC Framework, estruturada no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) Moodle, tem por objetivo agregar, em um único espaço, informações relativas aos diversos componentes do *framework*. Com isso, possibilita oferecer um apoio on-line a profissionais interessados em integrar o PC e o construcionismo nas atividades relacionadas às duas disciplinas. Proporciona a esses participantes da comunidade um espaço de formação colaborativa onde é possível conhecer as minúcias da proposta e trocar de informações com o próprio autor do *framework* e com outros participantes a respeito de eventuais dificuldades ou boas práticas relacionadas às experiências na utilização dos componentes. Em síntese, o espaço deve constituir-se como uma base de conhecimento e colaboração, onde os usuários podem:

- relatar dificuldades na utilização dos componentes do *framework* e trocar informações com o autor e também com outros usuários;
- registrar exemplos de esboços e planos de ensino criados a partir das especifi-

cações do *framework*;

- comentar e receber comentários a respeito dos esboços e planos;
- descrever os resultados da aplicação das rubricas para avaliações dos planos;
- participar do processo de refinamento das rubricas.

Cabe destacar que o foco do AVA está no modelo instrucional proporcionado pelo *framework*. Desta forma privilegia a troca de informações e formação de uma base de conhecimento, visando a elaboração de planos de ensino a serem construídos a partir das especificações do *framework*. Desta forma, foge ao escopo do AVA, pelo menos neste momento, o modelo conceitual CTPACK-CM, abordado na Seção 4.1.

A Tabela 29 apresenta toda a estrutura do ambiente, organizado em dez tópicos, o qual aborda informações teóricas sobre o PC e a aprendizagem construcionista, promove discussões (fóruns) sobre esses conceitos e avança para atividades práticas como criação e avaliação de planos de ensino a partir das especificações do PAPERT PC Framework.

Por fim cabe registrar que este componente do *framework* está em constante processo de desenvolvimento⁷ e faz parte de uma estratégia fundamental para o período pós-tese onde uma série de ações estão mapeadas e descritas na Seção 5.1, a qual trata dos trabalhos futuros. Com isso, pretende-se viabilizar a ampliação da base de usuários do PAPERT PC Framework e promover mais ciclos ou iterações, conforme o método DBR, que envolve a utilização dos componentes, avaliação e redesenho dos componentes do *framework*.

Para conhecer o ambiente e os respectivos tópicos e espaços de colaboração, pode-se utilizar o endereço <https://1.ufpel.edu.br/ava-papert-pc-framework> utilizando a chave de inscrição “papert-pc-framework”.

⁷Atualmente o AVA já serve como um repositório do *framework* onde estão disponíveis os principais textos referentes às teorias (PC e construcionista) e documentos, em sua maioria cartões, que representam o guia prático e as duas rubricas.

Tabela 27 – Conceitos do PC a serem desenvolvidos no plano de atividades

Conceito - Como foi realizado o planejamento para desenvolvimento do conceito
<p>Abstração - o trabalho com as escalas apresenta diferentes formas de visualizar a temperatura. Os estudantes, ao trabalhar com diferentes escalas, estarão desenvolvendo a capacidade de abstração, ou seja, representarão a realidade (uma mesma temperatura ambiente) com diferentes valores. O trabalho com simulação, neste caso de componentes eletrônicos, também é uma forma de exercitar formas de representar a realidade. A placa controladora Arduino e os componentes serão manipulados de forma simulada em um software gráfico. Também a construção do diagrama exige a capacidade de abstração dos alunos. A realidade (Arduino e seus componentes) serão representados em um diagrama a ser criado pelos estudantes. No esboço criado na fase do projeto, diversos detalhes serão abstraídos (omitidos). Na construção do termômetro os estudantes devem se envolver com mais de uma camada de representação da realidade. A representação se dá por meio da utilização da escala em graus celsius para mostrar a temperatura ambiente. Pode-se considerar que o estudante vai manipular mais de uma camada pois o sensor robótico vai gerar um número que deve ser utilizado para apresentar a temperatura no termômetro robótico analógico divertido. Sendo assim, podemos considerar como camadas (níveis) de abstração: Camada 1, a própria realidade, ou seja, a temperatura atual do ambiente em que se encontra o termômetro. Camada 2, um valor gerado pelo sensor de temperatura. Esse valor, dependendo do sensor, pode estar em graus Celsius, Fahrenheit ou em alguma outra escala que precise ser convertida, por meio de uma fórmula, para graus Celsius. Camada 3, termômetro analógico robótico desenvolvido pelo estudante que, a partir do valor lido, posiciona o ponteiro (ajustando o ângulo) na temperatura correta. Além de posicionar o ponteiro, acende leds em diferentes posições para iluminar imagens ilustrativas referentes a temperatura.</p>
<p>Decomposição - no desenvolvimento de programa conversor de escalas os estudantes serão orientados a organizar o desafio (problema) em partes menores como, por exemplo, a entrada dos dados, a conversão (processamento) e a apresentação dos resultados (saída). Além disso, ainda como forma de praticar a decomposição, serão instruídos a criar blocos de programação, similar a funções/procedimentos, para solucionar subproblemas. Na elaboração do projeto e também na simulação com Tinkercad do termômetro robótico analógico, os estudantes serão orientados a pensar nos diversos componentes e respectivas conexões que serão necessários para resolver o problema. Na construção real do termômetro os estudantes serão orientados a dividir a construção do termômetro em algumas partes ou subproblemas como, por exemplo, (a) o funcionamento do sensor de temperatura (colocar em funcionamento, analisar valores de retorno, etc.); (b) o movimento do servo-motor a partir dos valores de temperatura lidos (ponteiro de relógio, ângulos que posicionem na temperatura correta, etc.); (c) desenvolvimento do mostrador com componentes lúdicos. Além disso, é possível decompor em níveis mais especializados. Pode-se orientar os estudantes para que considerem a decomposição em sistemas de hardware e de software. Eles podem ser organizados, especializados em subgrupos de alunos responsáveis por software ou hardware. Por fim, na própria exposição dos artefatos, toda a organização da exposição deve ser realizada pelos estudantes participantes do projeto. Devem exercitar a habilidade da decomposição ao planejar o evento, em particular as diferentes partes da organização como, por exemplo, escolha e organização do local, convites (elaboração e distribuição), como serão registrados os feedbacks da comunidade, etc.</p>
<p>Generalização - no desenvolvimento de programa conversor de escalas os estudantes serão desafiados a criar um bloco de programação que generalize, por meio de parâmetros de entrada, a solução do problema de conversão entre escalas. Já na construção real de um termômetro robótico analógico os alunos serão orientados a pensar na generalização do processo (pensar, projetar, simular, desenvolver, brincar/testar, refletir/avaliar e compartilhar) para desenvolvimento de outros projetos para que possam, posteriormente, desenvolver um artefato robótico de seu interesse.</p>
<p>Pensamento algorítmico - na instrumentalização para programação em blocos, com a utilização dos guias do projeto Code Club irá promover o PA nos estudantes. Tomarão contato com algoritmos sequenciais, com tomada de decisões, repetições (laços) e paralelismo. No desenvolvimento de programa conversor de escalas novamente o PA será desenvolvido nos estudantes porém, neste desafio, sem contar com um roteiro, precisarão utilizar os conhecimentos prévios sobre os algoritmos sequenciais, com tomada de decisões e repetições (laços). Na instrumentalização para elaboração de projetos com a placa controladora Arduino, tanto utilizando o ambiente simulado quanto real, os estudantes necessitam programar o funcionamento dos componentes que forem utilizados como, por exemplo, para acender leds. A atividade permitirá novamente o exercício do PA a partir da programação de códigos sequenciais e decisões. Também na construção (simulada ou real) do termômetro o PA será desenvolvido pela necessidade de desenvolver o software para fazer o termômetro funcionar, envolvendo um algoritmo com comandos em sequência e com decisões. Por fim, na organização da exposição envolve uma sequência lógica de passos das diferentes questões relacionadas à organização. Por exemplo, primeiro obter as autorizações necessárias com a direção, escolher um local adequado e tratar das demandas relacionadas ao local, depois das questões relacionadas aos convites e assim sucessivamente a organização do evento.</p>
<p>Avaliação - No desenvolvimento de programa conversor de escalas os estudantes serão orientados a definir critérios e organizar um instrumento para avaliar o software criado. Posteriormente devem realizar a avaliação do seu próprio software e também de seus colegas. Um dos critérios certamente será a exatidão, ou seja, se faz a conversão corretamente. Mas outros critérios podem ser sugeridos aos estudantes. Na elaboração de projeto de um termômetro robótico analógico os estudantes serão orientados a pensar em critérios e elaborar um instrumento para avaliar os projetos. O instrumento deve mensurar o projeto de hardware e o esboço do software. Elaborado o instrumento, serão convidados a realizar uma avaliação dos projetos desenvolvidos (o seu próprio e dos colegas). Da mesma forma quando construírem o termômetro, tanto de forma simulada quanto no projeto real, serão orientados a pensar em critérios e elaborar um instrumento para avaliar o projeto simulado no Tinkercad ou real utilizando os componentes. O instrumento deve mensurar o hardware, ou seja, as conexões da placa controladora com a protoboard e demais componentes e também a programação. Por fim, para organização da exposição, em relação à avaliação, os estudantes devem preparar instrumentos para que a comunidade avalie os projetos apresentados e também a exposição como um todo. Devem pensar os critérios e elaborar um instrumento a ser distribuído para a comunidade.</p>

Tabela 28 – Sugestão de macroatividades para criação de uma nova instância CT-PACK

Identificação	Descrição da macroatividade	Conhecimento (K)
Realizar uma revisão sobre PC	Realizar uma revisão bibliográfica para identificar novos conceitos do PC ou mesmo para ratificar aqueles que foram identificados por SELBY; WOOLLARD (2014). Os conceitos serão utilizados na concepção de atividades que, além de desenvolver o PC enquanto habilidade, também promovam conteúdos curriculares.	Conhecimento do PC (CTK).
Identificação dos conceitos e progressão	Definir formas para identificar a utilização dos conceitos em atividades bem como reconhecer os níveis de progressão dessa utilização.	Conhecimento do PC (CTK).
Rubrica do PC	Propor e validar uma rubrica para avaliação (MERTLER, 2001) que permita aos usuários identificar a utilização dos conceitos do PC em atividades que se proponham a desenvolver algum conteúdo curricular. Na rubrica, os conceitos do PC se constituem em critérios. Sugere-se também, na rubrica, incluir textos e links para outros documentos que tratem dos diversos aspectos relacionados ao conceitos do PC.	Conhecimento do PC (CTK) e Conhecimento de Conteúdo integrado ao PC (CTCK).
Abordagem pedagógica	Definir uma abordagem pedagógica a partir da experiência ou interesse enquanto docente e/ou pesquisador. Exemplifica-se como abordagens possíveis a aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, Peer instruction, dentre outras.	Conhecimento pedagógico (PK).
Realizar uma revisão sobre a abordagem	Realizar uma revisão bibliográfica para identificar estratégias que são comumente utilizadas para a abordagem escolhida. Exemplifica-se, para o caso da abordagem construcionista, as dimensões elencadas por MALTEMPI (2004).	Conhecimento pedagógico (PK).
Documentar as estratégias e progressão	Produzir documentação sobre as estratégias que foram identificadas bem como identificar os níveis de progressão dessa utilização. Refere-se nesta atividade a esclarecer como uma estratégia pedagógica pode ser identificada na atividade e em qual nível, se básico, intermediário ou avançado.	Conhecimento pedagógico (PK).
Rubrica pedagógica	Propor e validar uma rubrica para avaliação (MERTLER, 2001) que permita aos usuários identificar a utilização das estratégias pedagógicas em atividades que se proponham a desenvolver algum conteúdo curricular. Transformar as estratégias pedagógicas em critérios de uma rubrica. Sugere-se também a inclusão de textos e links para outros documentos que tratem dos diversos aspectos relacionados as estratégias pedagógicas.	Conhecimento pedagógico (PK) e Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK).
Guia prático	elaborar um guia prático para o docente, que instigue na criação de atividades que promovam conteúdos curriculares combinados com os conceitos do PC e as estratégias específicas do método pedagógico. Sugere-se a inclusão de textos e links para outros documentos que tratem dos diversos aspectos relacionado a abordagem pedagógica e ao PC.	Conhecimento pedagógico (PK), Conhecimento do PC (CTK) e Conhecimento do PC e pedagógico de conteúdo (CTPACK)
Aplicação	Convidar professores para a utilizar as rubricas e guia prático para validar e refinar o documento.	Conhecimento pedagógico (PK), Conhecimento do PC (CTK) e Conhecimento do PC e pedagógico de conteúdo (CTPACK)
Exemplos	Disponibilizar os exemplos gerados como inspiração para novas atividades.	Conhecimento pedagógico (PK), Conhecimento do PC (CTK) e Conhecimento do PC e pedagógico de conteúdo (CTPACK)

Tabela 29 – AVA - Componente integrador do PAPERT PC Framework

ID	Tópico - Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recurso Didático
1	Introdução - Tópico onde são explicados os objetivos do PAPERT PC Framework e do AVA enquanto ambiente integrador	Serão disponibilizadas textos onde serão explicados os objetivos do <i>Framework</i> e do AVA. Os participantes serão convidados a participar de um fórum de discussão para refletir a respeito de temas ou áreas de interesse para a elaboração de planos de ensino. Neste momento, considerando os temas, podem ser formados grupos por afinidade.	* Textos selecionados pelo autor do <i>framework</i> * Fórum para discussões relacionadas ao <i>framework</i>
2	Pensamento Computacional - Tópico com informações gerais sobre o tema e mais especificamente sobre os conceitos (abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação)	Serão disponibilizados textos sobre PC e sobre os cinco conceitos que são foco do framework. Os participantes serão convidados a debater sobre PC e os conceitos em um fórum de discussão. Em especial serão instigados a debater sobre a aplicabilidade (utilidade) dos conceitos nas suas respectivas áreas de interesse.	* Textos sobre PC e conceitos * Fórum de discussão sobre PC e a aplicabilidade dos conceitos (abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação)
3	teoria de aprendizagem construcionista - Tópico sobre questões gerais da teoria de aprendizagem. Em especial as dimensões construcionistas que fundamentam parte do guia prático e a rubrica construcionista	Serão disponibilizados textos sobre a teoria construcionista e um fórum para debater sobre as características do do construcionismo e como pode ser implementado em sala de aula.	* Textos sobre o construcionismo e dimensões * Fórum de discussão sobre o construcionismo e a aplicabilidade das dimensões (pragmática, semântica, sintática, sintônica e social)
4	Rubrica do PC - Tópico onde será apresentada a rubrica do PC. Como atividade prática os professores serão convidados a avaliar planos de ensino.	Será disponibilizada uma videoaula sobre cada critério da rubrica. Cada cartão, que representa um critério, será explicado em uma videoaula específica. Como atividade prática, os professores serão convidados a avaliar planos de ensino e atividades utilizando os cartões da rubrica do PC.	* Videoaulas sobre os critérios da rubrica. * Cartões da rubrica em PDF Atividade prática - avaliação de planos de ensino.
5	Rubrica construcionista - Tópico onde será apresentada a rubrica construcionista. Como atividade prática os professores serão convidados a avaliar planos de ensino.	Será disponibilizada uma videoaula sobre cada critério da rubrica. Cada cartão, que representa um critério, será explicado em uma videoaula específica. Como atividade prática, os professores serão convidados a avaliar planos de ensino e atividades utilizando os cartões da rubrica construcionista.	* Videoaulas sobre os critérios da rubrica. * Cartões da rubrica em PDF. * Atividade prática - avaliação de planos de ensino.
6	Guia prático - Tópico onde serão apresentados os cartões do guia prático. Os participantes serão incentivados a criar um esboço do plano de atividades.	Neste tópico os cartões do guia prático são apresentados em uma videoaula. Também serão disponibilizados os cartões em PDF. Como atividade prática os participantes serão instigados a criar um esboço de plano de atividades com um conjunto de atividades que promova alguma aprendizagem, desenvolva conceitos do PC sob a ótica construcionista.	* Videoaulas sobre os cartões do guia prático * Cartões do guia prático em PDF. * Atividade prática - construção do esboço do plano de atividades.
7	Plano de atividades Tópico onde serão apresentados os cartões do guia prático.	Neste tópico os participantes serão desafiados a transformar o esboço em um plano de atividades.	Cartões do guia prático em PDF.
8	Aplicação da rubrica do PC	Tópico de avaliação dos planos criados a partir das especificações do guia prático - aplicação da rubrica do PC.	Cartões da rubrica em PDF.
9	Aplicação da rubrica construcionista	Tópico de avaliação dos planos criados a partir das especificações do guia prático - aplicação da rubrica construcionista.	Cartões da rubrica em PDF.
10	Seminário final	Seminário de apresentação dos planos de ensino e resultados da aplicação das rubricas.	

5 CONCLUSÕES

Este trabalho propõe um arcabouço teórico ou *framework* que possui como objetivo principal disponibilizar, a profissionais do ensino básico, uma estrutura para elaboração de atividades didáticas que integrem conhecimentos curriculares específicos com o desenvolvimento de habilidades do PC, orientados por uma abordagem pedagógica. Essa estrutura promove uma reflexão sobre o desenvolvimento de competências relacionadas diretamente com a resolução de problemas, aliado com as aprendizagens curriculares. Em um mundo cada vez mais dinâmico, em constante mutação, com enormes desafios (problemas) a serem enfrentados, mais do que nunca desenvolver essa capacidade para resolver problemas é premente. Fortalecer nos estudantes essa autonomia para modelar e resolver problemas é, atualmente, tão ou mais importante quanto o conhecimento de conteúdos específicos.

A primeira etapa para concepção desta proposta incluiu uma série de revisões de literatura, cujas principais considerações são destacadas a seguir:

- **uma visão do PC no Brasil** - o artigo apresentado em AVILA et al. (2016) e sua versão ampliada (BORDINI et al., 2016), apresentam um levantamento de projetos na área do Pensamento Computacional (PC), publicados nos principais veículos de Informática na Educação no Brasil, no período compreendido entre 2010 e 2015. Na oportunidade os resultados indicavam um aumento do interesse pela área da computação, por todos os públicos trabalhados, inclusive por meninas, foco de alguns estudos; outros destacavam que haviam habilidades comuns entre a Matemática e o PC; alguns relatos de propostas de metodologias e formas de avaliar o PC; entre outros. Foi possível observar também que a maioria dos projetos trabalhavam com a abordagem Algoritmos e Programação (AeP), seguida da abordagem Desplugada, esta última envolvendo diversos conceitos da Computação e, na sua grande maioria, tendo como referência as atividades do livro *Computer Science Unplugged* (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998b). Além disso, as ferramentas que vinham sendo adotadas na estratégia de AeP pareciam demonstrar uma tendência para um ensino de programação por meio da programação em blocos, encaixando comandos, ao invés de escre-

ver linhas de código. Neste caso, dentre as ferramentas, a plataforma Scratch apareceu com destaque. A partir da produção destes dois artigos, verificou-se também que alguns estudos adotavam um método sistemático para realizar levantamentos secundários, a revisão sistemática de literatura (RSL) (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), desta forma decidiu-se também utilizar o referido método nos próximos levantamentos.

- **uma visão do PC no mundo** - a RSL apresentada em BORDINI; AVILA et al. (2017), a qual utiliza o método sistemático, amplia os levantamentos anteriores. Inclui 80 estudos publicados em inglês nas principais bases de dados científicas digitais on-line: IEEE, ACM, Scopus, Science Direct e Springer. Teve como objetivo descrever o “estado da arte” sobre o tema Pensamento Computacional no Ensino Fundamental e Médio. Procurou-se identificar as principais abordagens neste tema, descrevendo seus objetivos, práticas pedagógicas, as ferramentas utilizadas e/ou propostas, bem como os conceitos e habilidades desenvolvidos. Em relação aos resultados, verificou-se que um dos principais interesses dos projetos foi a avaliação, com 17 trabalhos. Tinham como objetivo avaliar os resultados de experiências de ensino, de ferramentas e métodos. Outro foco de interesse detectado foi a interdisciplinaridade ou integração da computação com outras disciplinas. Dez trabalhos envolveram o desenvolvimento de habilidades do PC integrando fundamentos da computação em 3 áreas: humanas, ciências e artes. Também com dez trabalhos e com um foco similar, alguns projetos visavam fazer a inserção da computação no currículo. Propuseram a inclusão da ciência da computação e/ou PC no currículo do ensino básico, como disciplinas com foco em algoritmos e programação e também a partir da inclusão da computação de forma interdisciplinar. Em relação as habilidades ou competências do PC a serem desenvolvidas, verificou-se que o pensamento algorítmico e a abstração como as mais citadas, seguido da capacidade de resolução de problemas e da colaboração. Já em relação a conceitos mais diretamente ligados a Ciência da Computação, os mais citados foram programação e algoritmos.
- **o PC e a robótica** - a RSL disponível em AVILA et al. (2017B) procurou investigar o “estado da arte” em relação a utilização da robótica educacional como estratégia para o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional (PC) no ensino básico. Utilizou-se a metodologia de RSL, tanto para planejar e executar a revisão, quanto para apresentar os resultados. Eles mostram que os trabalhos tinham como foco ou objetivam desenvolver habilidades do PC (33,3%), avaliar e/ou comparar ferramentas (33,3%), propor metodologias ou *frameworks* que envolvam robótica e PC (23,8%) e propostas de avaliação do PC em projetos que envolvam robótica educacional (9,5%). Um aspecto observado foi que

que apenas quatro estudos, dos 21 que fizeram parte da revisão, abordaram explicitamente a preocupação com a interdisciplinaridade. No que diz respeito a hardware e software, verificou-se que a maioria dos projetos utiliza produtos da empresa LEGO, sendo menos frequente a utilização de placas controladoras de hardware livre, como Arduino, ou equipamentos do tipo mini-pc como Raspberry PI.

- **o PC e as metodologias de avaliação** - a RSL sobre avaliação do PC, relatada em AVILA et al. (2017C), apresentou um levantamento de trabalhos que realizam avaliação do Pensamento PC, publicados nas principais bases de pesquisa entre 2011 e 2016. O objetivo foi identificar o “estado da arte” em relação a métodos de avaliação do PC. Teve como foco estudos que realizaram alguma intervenção com avaliação. Foram identificadas oito abordagens que, na oportunidade, foram foco para a avaliação do PC, das quais duas, com 65% dos estudos, se destacaram: intervenção com avaliação própria e intervenção com avaliação própria fundamentada em métodos existentes. Nos dois casos os pesquisadores propuseram um método, porém no segundo, apesar de ser um método próprio, havia alguma referência a métodos pré-existentes. Pôde-se observar que não se consolidou um determinado método de avaliação. As intervenções foram, na maior parte dos estudos, experiências de ensino de algoritmos e programação com professores e alunos do ensino fundamental, trabalhando predominantemente as seguintes habilidades do PC: pensamento algorítmico, resolução de problemas e abstração.
- **o PC e as taxonomias de aprendizagem** - outra RSL desenvolvida está relatada no texto do Trabalho Individual nomeado de “Taxonomias de Aprendizagem e Pensamento Computacional - Uma Revisão Sistemática”¹. O trabalho envolveu o levantamento de estudos relacionados ao PC que utilizassem taxonomias de aprendizagem. Nesta revisão foram incluídos 14 trabalhos. Foi possível verificar que eram poucos os estudos científicos que buscavam investigar a validade ou mesmo as potencialidades da aplicação das taxonomias de aprendizagem como instrumento de organização de conteúdos e avaliação do PC. Em relação aos objetivos da utilização, em 64% dos estudos incluídos nesta revisão, a taxonomia foi utilizada para orientar a realização da avaliação. Esse número sobe para mais de 70% quando soma-se os projetos que explicitamente descrevem o objetivo da utilização da taxonomia como desenvolvimento e avaliação do PC, ou seja, a taxonomia também é utilizada para balizar a organização dos conteúdos ministrados em intervenções relacionadas ao PC. Esses percentuais demons-

¹Trabalho individual | disponível em <https://1.ufpel.edu.br/ti-taxonomias>. Acesso em: 20 junho 2020.

tram que a utilização das taxonomias em projetos relacionados ao PC se dava, na maior parte dos casos, diretamente em função da avaliação. No que diz respeito aos tipos de taxonomias de aprendizagem, a taxonomia de Bloom era a mais utilizada, sendo a clássica adotada em cinco estudos, a revisada em três. A taxonomia SOLO foi utilizada em três estudos e taxonomias próprias em outros três estudos. Em relação a conceitos ou habilidades a serem desenvolvidas, a maioria relacionou algoritmos e programação seguido de abstração, decomposição e generalização.

- **frameworks para PC** - O método RSL também foi utilizado no extenso levantamento apresentado no Capítulo 2, onde estão os resultados de trabalhos que tratam de *frameworks* para PC. Com os resultados pôde-se entender o panorama geral da área e talvez a principal dificuldade, a imprecisão ou falta de um consenso para a definição do PC. Observou-se que os *frameworks* propostos tinham diversos focos (avaliar o PC, jogos, interdisciplinaridade, definições e métodos), conforme descrito na Seção 2.4, a qual apresenta os resultados daquele capítulo. A categoria de objetivos com mais estudos foi “definições e métodos” que tratam de definições para o PC e de métodos ou desenhos instrucionais para o desenvolvimento do PC, bem provavelmente em função da dificuldade de definição do próprio PC, mas principalmente porque não parece existir, até o momento, métodos consolidados para trabalhar o PC em qualquer que seja o nível de ensino (pré-escola, fundamental, médio ou superior). No caso particular do subgrupo, “Métodos para intervenções”, apresentado na Tabela 5 da Seção 2.4.1 é interessante notar a profusão de métodos que foram encontrados e apresentados de forma resumida na Figura 4. Por outro lado, cabe destacar um certa prevalência da abordagem construtivista ou construcionista, conforme indicado na Seção 2.4.3, onde quase metade dos estudos indicam alguma referência construtivista ou construcionista.

As revisões citadas ajudaram a formar, no contexto deste trabalho, um panorama geral sobre o estado da arte do PC. Além disso, foram realizadas diversas leituras que se consolidaram no referencial teórico apresentado no Capítulo 3. Este, envolve definições do PC, a teoria construcionista, em linhas gerais e suas dimensões, o modelo conceitual PCK e a sua extensão TPACK. Todo esse referencial foi organizado para servir de fundamentação para a intenção inicial de desenvolver um arcabouço teórico que nomeamos de PAPERTE PC Framework, cujas principais contribuições são:

CTPACK-CM, um modelo genérico, passível de instanciações - o modelo proposto é uma adaptação do modelo conceitual TPACK, mas tem foco em organizar os conhecimentos necessários para combinar o desenvolvimento de competências do PC com conteúdos curriculares a luz de alguma abordagem peda-

gógica. Discute os componentes principais e as inter-relações que precisam ser pensadas sem determinar quais seriam as competências do PC, os conteúdos curriculares e a abordagem pedagógica. O modelo genérico oportuniza que especialistas elaborem outras possibilidades ou instâncias a partir do modelo. O modelo pode ajudar a construir uma proposta que concilie a aprendizagem de conteúdos curriculares, utilizando/desenvolvendo estratégias ou competências do PC a partir de, por exemplo, de uma metodologia ativa como a aprendizagem baseada em problemas ou projetos, entre pares ou times, estudo de caso, dentre outras. A concepção de outras instâncias e o compartilhamento do modelo instrucional gerado, bem como dos componentes (guias e rubricas) também pode ser catalisado e organizado na comunidade de aprendizagem organizada no AVA e especificada na Seção 4.3.

CTPACK-IM, uma instância possível - utilizando o modelo genérico, a proposta é instanciada considerando uma abordagem específica do PC, baseada nos estudos de SELBY; WOOLLARD (2014) e uma teoria pedagógica em particular, o construcionismo, a partir das dimensões organizadas por MALTEMPI (2004). Assim, o modelo instrucional primeiramente define componentes que conduzem o profissional a conceber atividades que sejam contextualizadas e significativas para os estudantes. Também devem promover, simultaneamente, aprendizagens de conteúdos da BNCC e competências do PC. Além do suporte na elaboração das atividades, por meio do guia prático, a estrutura também fornece mecanismos de avaliação que visam mensurar o potencial da atividade no desenvolvimento de competências do PC (rubrica do PC) e a compatibilidade com a teoria de aprendizagem construcionista (rubrica construcionista). As rubricas são aplicadas no planejamento da atividade que é, em geral, descrito por meio de um plano de atividades.

rubrica do pc - este componente do modelo instrucional instanciado se constitui como peça importante para integrar o PC nas atividades que são propostas por educadores. Não somente durante a criação de uma nova atividades, realizando uma avaliação durante o processo ou mesmo após a criação mas, principalmente, quando utilizada para avaliar uma atividade existente que pode ser adaptada para incluir aspectos do PC. Mais do que incluir questões relacionadas ao PC, a rubrica ajuda a tornar mais visível processos que são importantes e até já são abordados durante uma atividade didática, porém não são realizados de forma consciente ou fundamentada, passando, muitas vezes, despercebidas por professores e alunos. A rubrica do PC ajuda nesta reflexão, dando mais mais visibilidade a determinados processos que podem se constituir em ferramentas mentais na

solução daquela atividade que está sendo concebida mas, principalmente, na solução de problemas futuros de diversas naturezas. Por exemplo, na atividade sobre grafites, relatada na Seção 4.2.4.1 muitos processos relacionados ao PC já eram realizados, porém a rubrica deu visibilidade e fundamentação. Pode-se dizer que a rubrica é um mecanismo que incentiva o professor, além de destacar os conceitos curriculares, a promover também uma fundamentação e análise a respeito do processo de solução do problema a partir da utilização dos conceitos e técnicas relacionados ao PC. A decomposição, por exemplo, já era trabalhada enquanto um conceito curricular sobre a estrutura de uma narrativa. Ao utilizar a rubrica, foi possível dar um destaque maior a divisão em partes, algo útil e que deve ser realizado para resolver problemas em contextos distintos. Da mesma forma a abstração, na referida a atividade, sobre grafites, os alunos serão desafiados a criar suas próprias representações da realidade, ou seja, um desenho e/ou uma narrativa que reflita um determinado grafite. Nesse processo, serão instigados a refletir sobre a abstração, ou seja, considerando a sua própria reprodução da realidade, quais detalhes estarão omitindo ou, por outro lado, incluindo na sua própria representação daquela realidade. A atividade, que tinha sido proposta e realizada em outras ocasiões, não destacava ou aprofundava os conceitos/ técnicas do PC.

Outro aspecto importante, é a possibilidade que a rubrica proporciona ao professor de entender que pode, eventualmente, fazer uma utilização mais ou menos intensa de um determinado conceito. Em outras palavras, conhecer que pode abordar um nível menor ou maior de cada um dos conceitos. Isso permite que, eventualmente, o professor utilize mais superficialmente um determinado conceito em uma atividade, como um todo, ou em uma ação naquela atividade. Organiza assim para que, nas próximas, possa utilizar mais características, aumentando o nível daquele mesmo conceito. Pode-se exemplificar a partir do uso da abstração, proporcionando atividades onde o estudante tome contato com diferentes formas de visualizar uma realidade para, posteriormente, viabilizar que o aprendiz crie as diferentes visões de uma realidade bem como as relações entre essas visões ou camadas da realidade. Da mesma forma com o pensamento algorítmico, com a atividades de instrumentalização, trabalhando apenas com sequência de passos para, posteriormente, organizar atividades que exijam algoritmos com decisão ou repetição.

Também cabe destacar que, nas situações em que o planejamento de uma atividade já exista, ou seja, o professor não irá partir do zero, a utilização da rubrica, como ponto de partida, é uma estratégia recomendada. Ao utilizar

a rubrica ele vai se familiarizando ao PC, o que facilita a reflexão sobre as possibilidades de adequações para a integração fundamentada de conceitos/técnicas do PC.

rubrica construcionista - de forma similar a rubrica do PC, a rubrica construcionista pode ser utilizada para avaliar o planejamento de uma atividade, concebida a partir das orientações do guia prático, mas também pode ajudar o professor a avaliar uma atividade já existente. Neste caso, pode promover a reflexão de quais aspectos podem ser alterados para adotar uma linha construcionista, em particular para atender ao que é sugerido nos critérios estruturados a partir das dimensões pragmática, sintônica, semântica, sintática e social.

Outra intenção da rubrica é fornecer subsídios para que o professor adquira consciência que pode e, em alguns momentos deve, organizar atividades que adotem um processo ou paradigma instrucionista (VALENTE et al., 1997), com aulas expositivas e/ou utilização de roteiros ou guias do tipo passo a passo, enquanto apoio (*scaffold*). Neste caso, organiza desta forma a fim de instrumentalizar os estudantes para, na sequência, propor atividades ou desafios mais alinhados com a teoria construcionista, onde será necessário contar com aquele conhecimento prévio, adquirido a partir dos roteiros. Assim, o fornecimento desses materiais podem viabilizar desenvolvimento de atividades onde o estudante possa propor seus próprios desafios, os quais sejam significativos e em sintonia com o seu contexto. Foi possível observar que a oferta de mecanismos de instrumentalização ocorre quase que naturalmente, como forma de viabilizar ações que forneçam mais protagonismo aos estudantes. Por exemplo, no plano de atividades descrito na Subseção 4.2.4.3, foram propostas algumas ações de instrumentalização. Para adquirir conhecimentos na programação em blocos, planeja-se utilizar roteiros instrucionais do projeto Code Club (BRASIL, 2018). Os referidos roteiros, ao serem avaliados pela rubrica, de forma isolada, não atingem pontuação máxima, mas se constituem como um bom mecanismo para instrumentalizar os estudantes para atividades onde o protagonismo é mais exigido. Da mesma forma para elaboração de projetos com a placa controladora Arduino, em ambiente simulado, onde os estudantes seguirão roteiros (passo a passo) que visam apresentar conceitos básicos da placa controladora e de alguns componentes (protoboard, resistores, sensores e atuadores). Em particular, o critério sintático procura incentivar o professor a planejar a disponibilidade de materiais que oportunizem aprendizagens diversas. O critério orienta para que facilite o acesso a informações para aprendizes com pouco experiência (piso baixo) e também

para aqueles que podem avançar mais rapidamente para projetos mais sofisticados (teto alto) e com diferentes estilos e interesses de aprendizagem (paredes largas) (RODEGHIERO; SPEROTTO; ÁVILA, 2018). Em síntese, sobre essa questão de instrumentalizar a partir de roteiros instrucionais e/ou aulas expositivas, Papert afirma que não põe em dúvida o valor da instrução mas, “a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (PAPERT, 1994, p. 134) e, na sequência, cita um provérbio africano que diz: “se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar” (p.134).

guia prático - é um instrumento que tem como objetivo promover a integração dos conhecimentos do professor. Utiliza perguntas como estratégia para instigar o profissional a refletir sobre os diversos aspectos que devem ser considerados para a elaboração de uma atividade didática. Além da integração entre os conteúdos curriculares com conceitos e técnicas do PC, a partir da abordagem construcionista, procura também reforçar os conhecimentos sobre PC e questões pedagógicas, CTK e PK, respectivamente, por meio de links e QR-Codes os quais dão acesso a materiais com mais informações sobre esses temas. O guia foi utilizado por dois professores que, conjuntamente com o pesquisador, conceberam três planos de atividades. Da mesma forma que as rubricas, quando a intenção é alterar alguma atividade existente, o guia facilita a reestruturação da atividade para que o professor dê visibilidade a processos que já considerava, porém não eram fundamentados ou destacados enquanto uma competência. Por outro lado, foi possível observar que o processo de utilização do guia prático não é trivial e requer tempo de dedicação e esforço cognitivo por parte do professor para entender os diversos aspectos que estão relacionados no documento. Em algumas situações, principalmente quando uma atividade é criada “do zero”, requer esforço e criatividade para conceber ações que incorporem o desenvolvimento de competências do PC conjuntamente com as aprendizagens curriculares. Além disso, o processo se torna longo quando a intenção é incorporar, em um plano de atividades, todos os conceitos abordados do PC. Neste sentido, seria adequado reforçar os mecanismos para ajudar o professor a identificar quais competências são mais adequadas ao tipo de atividade que está em elaboração. Isso já é feito a partir das primeiras perguntas que são realizadas nos cartões específicos das competências. É possível que esse mecanismo tenha que ser aprimorado, por meio de uma lista de verificação (*checklist*) específica. Outra medida é recomendar, pelo menos inicialmente, que além de verificar quais competências seriam mais adequadas, que sejam adotadas apenas uma ou duas dessas competên-

cias em cada plano, principalmente na primeira vez que professor estiver utilizando o *framework*. Desta forma, torna mais ágil o processo de familiarização com os conceitos, utilização dos instrumentos e obtenção do resultado que se configura em um plano de atividades já avaliado pelas rubricas. Cabe ressaltar também que os estudos de casos, descritos na Subseção 4.2.4, foram gerados por meio da colaboração entre pesquisador e professores. Assim, uma característica a ser investigada no futuro, é a capacidade da proposta de propiciar autonomia aos usuários. Em outras palavras, como os professores irão progredir, de forma autônoma, na concepção dos planos de atividades. Neste caso, a comunidade de aprendizagem apresentada na Subseção 4.3 terá um papel fundamental. Por fim, outro aspecto que pode ser melhorado no guia prático é o estabelecimento de um padrão mais rigoroso para a sequência de cartões que tratam das competências do PC (cartões 5, 6, 7, etc), com uma quantidade total sempre igual, para todas as competências (abstração, decomposição, etc) e uma sequência que tratasse dos mesmos tópicos, ou seja, independentemente da competência, o cartão 5 faria a introdução, o 6 as questões que visam identificar se é adequado trabalhar aquela competência na atividade e assim sucessivamente.

comunidade de aprendizagem - conforme explicitado no item anterior, a comunidade de aprendizagem, concretizada em um ambiente virtual², configura-se como um importante mecanismo para disponibilizar informações e proporcionar a troca de informações entre o pesquisador e os usuários do *framework*. Servirá também como um repositório de exemplos onde, inicialmente, serão disponibilizados os três plano de atividades³ já desenvolvidos, bem como as respectivas avaliações. A plataforma permitirá a troca de informações entre usuários e pesquisadores. Até o momento, a comunidade de aprendizagem não foi colocada em prática, sendo o planejamento para sua efetiva utilização descrito na Seção 5.1, o qual trata da continuidade da pesquisa.

Enfim, uma das principais contribuições desta tese se constitui na possibilidade que ela disponibiliza aos professores e estudantes de adquirir a consciência ou de estar conscientemente trabalhando com as ferramentas mentais do PC, ampliadas ou não por ferramentas metálicas (WING, 2006). A análise dessas contribuições deve conduzir o pesquisador para uma outra vertente de estudos relacionados ao PC. Não é foco desta tese, mas pode abrir uma perspectiva de trabalhos que estão relacionados com a investigação do potencial desta proposta de *framework*, ou dos resultados

²Disponível em <https://1.ufpel.edu.br/ava-papert-pc-framework>. Para acessar é necessário utilizar a chave de inscrição "papert-pc-framework"

³A relação completa dos planos e respectivas avaliações também está disponível em <https://1.ufpel.edu.br/papert-pc-framework-planos>

gerados a partir deste, em relação a metacognição e autorregulação de aprendizagem (FRANÇA; TEDESCO, 2014), ou seja, como as habilidades do PC, em particular as desenvolvidas a partir de atividades geradas pelas orientações do PAPERTE PC Framework, podem ser utilizadas como mecanismos para promoção da autorregulação da aprendizagem ou para dar consciência aos alunos sobre questões relativas a metacognição. Essas discussões vão ao encontro do grande objetivo da Computação que, em uma visão mais ampla, é “raciocinar sobre o raciocínio” (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2017).

Sendo assim, no que diz respeito a trabalhos futuros, a próxima seção explora algumas possibilidades ou, mais que isso, apresenta brevemente um projeto que está em andamento onde pretende-se utilizar, avaliar e redesenhar, se for o caso, os componentes do PAPERTE PC Framework.

5.1 Continuidade à pesquisa

O *framework* apresentado neste documento foi utilizado na concepção de três planos de ensino, os quais foram avaliados por meio das rubricas, conforme descrito na Seção 4.2.4. Seguindo o método DBR, é pretensão do pesquisador efetivar novos ciclos de implementação, validação e redesenho. Para isto, é necessário ampliar a base de usuários, gerar novos planos de ensino, obter *feedback*, validar por meio das rubricas e, baseado nos resultados, redesenhar aspectos dos componentes onde forem detectados algum potencial para melhoria. Considerando que a utilização do *framework*, até o momento, foi realizada a partir da colaboração entre pesquisador e professores, a capacidade da proposta, em promover a utilização autônoma dos professores, é uma das características a ser verificada e, eventualmente, melhorada. Para isso, é necessário investigar se os professores, sem a ajuda do pesquisador, conseguem produzir os planos com particularidades que possam promover aprendizagens e desenvolver competências usando a teoria construcionista. Eventualmente, melhorar a autonomia dos usuários no uso do *framework* pode implicar em redesenhar não só os componentes em si mas também os mecanismos de orientação que estão no ambiente integrador dos componentes, ou seja, na Comunidade de aprendizagem descrita na Seção 4.3.

Outros aspectos também serão avaliados no futuro como, por exemplo:

- **sintonia entre plano de atividades e planos de aula:** verificar a aptidão dos professores em gerar os planos de aula a partir do planejamento descrito no plano de atividades. Cada plano de aula, gerado a partir das especificações gerais do plano de atividades, pode ser avaliado visando mensurar o potencial para desenvolver os conceitos do PC e o alinhamento com a teoria construcionista. Neste estudo, seria possível estabelecer uma relação entre o desempenho do

plano de atividades e dos respectivos planos de aula, particularizando para cada um dos 10 critérios avaliados, inclusive estabelecendo alguns parâmetros para descobrir inconsistências na avaliação ou na concepção dos planos de aula. Por exemplo, um plano de atividades que atinge 5 no conceito abstração não pode resultar em alguns planos de aula onde nenhum atinge essa pontuação. Neste caso, é possível que o planejamento geral tenha especificado atividade(s) envolvendo a criação de camadas de abstração e das relações entre elas, porém, nenhum plano de aula estabeleceu alguma atividade neste sentido, ou seja, trabalha questões de abstração sem chegar a promover a criação de camadas e relações. Da mesma forma, um plano de aula com escore 3 em decomposição, não deve ter resultado de um plano de atividades com escore 1 ou 0 em decomposição. Isso pode significar que o plano de aula foi concebido com características não previstas no plano de atividades. Neste caso, seria adequado, posteriormente, alterar o plano de atividades para mantê-lo compatível com o(s) plano(s) de aula;

- **engajamento dos alunos em relação as atividades que foram planejadas:** para verificar o engajamento dos alunos, em relação ao planejamento, é necessário ministrar as aulas com uma turma, avaliar e analisar os resultados. A avaliação pode ser realizada pelo método Experience Sampling Method (ESM) o qual visa entender o comportamento e a experiência dos estudantes, em determinado contexto ou atividade, no ambiente natural desses indivíduos e no momento da ocorrência da experiência (FRANCISCO, 2019). Esse tipo de avaliação envolve mensurar o nível de engajamento dos estudantes, a partir da teoria do fluxo de CSIKSZENTMIHALYI (1997);
- **validação das rubricas:** partindo do princípio de um ciclo contínuo de avaliação, a partir de um número maior de professores, será possível avaliar com mais precisão o próprio instrumento de avaliação. Para isso, será utilizado algum método estatístico como, por exemplo, Kappa de Fleiss (FLEISS; LEVIN; PAIK, 2013), para mensurar a concordância dos avaliadores em relação os níveis dos critérios das rubricas. Esse cálculo é realizado a partir de várias avaliações de um plano de atividades ou aula para um determinado critério/nível. Um coeficiente muito baixo ($< 0,4$) pode indicar que não houve entendimento por parte dos avaliadores ou que o nível está mal especificado, necessitando, nestes casos, que seja reescrito. Atingindo valores perto de 1 significa que os avaliadores concordam fortemente e, em tese, o critério/nível está bem especificado. Ainda em relação as rubricas, analisar se os níveis mais altos (4 e 5) não estão superestimados, ou seja, são excessivamente difíceis de serem atingidos. Com uma base maior de usuários, com mais planos sendo avaliados, é possível analisar o grau

de dificuldade para atingir os maiores níveis e, se for detectado que está muito complexo, reescrever a rubrica ou incluir instruções nos cartões que compõem o guia prático para permitir (ou facilitar) o atingimento dos níveis mais altos.

- **incorporação da metodologia "Problem-based learning (PBL)" ao *framework***: a teoria construcionista, assim como o PC, estão muito relacionados a formulação e solução de problemas. Assim, a incorporação de procedimentos especificados pelo método PBL pode tornar o guia mais efetivo no relacionamento com a formulação e resolução de problemas. Na prática, implicaria em alterar alguns aspectos do guia prático, relacionados principalmente a teoria construcionista e o planejamento da condução das atividades, para incorporar procedimentos da PBL.

Pretende-se que a ampliação da base de usuários, citado nos parágrafos anteriores, se efetive a partir da utilização do PAPERT PC Framework no projeto que será realizado na REDE DE SABERES ARTICULANDO CIÊNCIAS, CRIATIVIDADE E IMAGINAÇÃO ou Rede SACCI. O projeto envolve metodologias para ensinar-aprender ciências na escola através de dispositivos da robótica educacional e de estratégias para invenção de mundos. O projeto visa, a partir das duas interfaces (robótica e invenção de mundos):

Instigar a curiosidade intelectual, ao mesmo tempo que utilizam as ciências com imaginação e criatividade. Desta forma, as estratégias adotadas envolvem o uso das Tecnologias Digitais (incluindo as TIC) integradas com outras tecnologias de invenção humana, recursos essenciais para a construção do conhecimento em um mundo globalizado. Na interface Robótica Educacional, os estudantes (com o auxílio de professores previamente capacitados) serão desafiados a solucionar problemas, utilizando hardwares e de softwares de fácil programação, a desenvolver seu próprio projeto interativo e a trocar experiências e invenções com alunos e educadores interconectados numa rede de aprendizagem coletiva e colaborativa. Na interface Invenção de Mundos, um Dispositivo Complexo de Aprendizagem empregado como modelo de intervenção pedagógica, crianças e jovens serão provocados a criar um personagem particular que irá desbravar, viajar e viver num território compartilhado e imaginado (extraído do documento que descreve o projeto).

A interface robótica educacional abrangerá alunos do Ensino Fundamental e Médio em 80 escolas de Educação Básica, de 25 municípios da metade sul do Rio Grande do Sul. A outra interface, invenção de mundos, envolverá, numa ação piloto, alunos dos anos finais do ensino fundamental e será inserida em 30 escolas de educação

básica, de 10 municípios do entorno de Caçapava do Sul. Integram a rede SACCI aproximadamente 50 pesquisadores oriundos de instituições que possuem atuação na região. São elas: a) Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) a partir dos campi Caçapava do Sul, Bagé, Dom Pedrito, Uruguaiana, São Gabriel, São Borja e Jaguarão e Planetário; b) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); c) Universidade Federal de Pelotas (UFPEL); d) Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) nos campi Bagé, Venâncio Aires e Santana do Livramento; e) Instituto Federal Farroupilha (IFFar) campus Alegrete; f) Serviço Geológico do Brasil (CPRM) a partir da Superintendência Regional de Porto Alegre; e g) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS).

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, E. **Constructionism in practice**: Designing thinking and learning in a digital world. [S.l.]: Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

ACKERMANN, E. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. **Future of learning group publication**, [S.l.], v.5, n.3, p.438, 2001.

ALIMISIS, D. Educational robotics: Open questions and new challenges. **Themes in Science and Technology Education**, [S.l.], v.6, n.1, p.63–71, 2013.

ALTMAN, D. G. **Practical statistics for medical research**. [S.l.]: CRC press, 1990.

ALVES, N. D. C.; VON WANGENHEIM, C. G.; HAUCK, J. C. Approaches to Assess Computational Thinking Competences Based on Code Analysis in K-12 Education: A Systematic Mapping Study. **Informatics in Education**, [S.l.], v.18, n.1, p.17, 2019.

AMIEL, T.; REEVES, T. C. Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. **Journal of educational technology & society**, [S.l.], v.11, n.4, p.29–40, 2008.

ANDERSON, L. W. **Rethinking Bloom's Taxonomy**: Implications for Testing and Assessment. [S.l.]: Columbia:University of South Carolina, 1999.

ANDERSON, L. W.; BLOOM, B. S. et al. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. [S.l.]: Nova York: Addison Wesley Longman, 2001.

ANGELI, C. et al. A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. **Educational Technology and Society**, [S.l.], v.19, n.3, p.47–57, 2016.

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). **Computers & Education**, [S.l.], v.52, n.1, p.154 – 168, 2009.

ARAUJO, A. L.; ANDRADE, W.; GUERRERO, D. Um Mapeamento Sistemático sobre a Avaliação do Pensamento Computacional no Brasil. In: WORKSHOP DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1147–1158.

ARAUJO, A. L. S. O. de; ANDRADE, W. L.; GUERRERO, D. D. S. A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2016 IEEE, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1–9.

ARCHAMBAULT, L. M.; BARNETT, J. H. Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. **Computers & Education**, [S.l.], v.55, n.4, p.1656–1662, 2010.

ASSOCIATION, C. S. T. et al. **Operational definition of computational thinking for k-12 education**. [S.l.]: International Society for Technology in Education., 2011.

ASTRACHAN, O.; BRIGGS, A. The CS Principles Project. **ACM Inroads**, New York, NY, USA, v.3, n.2, p.38–42, June 2012.

ATMATZIDOU, S.; DEMETRIADIS, S. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. **Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v.75, p.661–670, 2016.

AVILA, C. **Grupo de Pesquisa CoCTec – UFPel**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/coctec/>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

AVILA, C. **CoCTec - Clubes de Computacao**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/coctec/clubes-de-computacao/>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

AVILA, C.; CAVALHEIRO, S. Robótica Educacional como Estratégia de Promoção do Pensamento Computacional-Uma Proposta de Metodologia Baseada em Taxonomias de Aprendizagem. In: WORKSHOP DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. v.6, n.1, p.1192–1201.

AVILA, C. et al. Desdobramentos do Pensamento Computacional no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.200–209.

AVILA, C. et al. Programação e robótica na escola: aplicação de roteiros e instrumentos avaliativos em um projeto piloto. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. v.23, n.1, p.588–597.

AVILA, C. et al. Metodologias de Avaliação do Pensamento Computacional: uma revisão sistemática. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2017C. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017C. v.28, n.1, p.113–122.

AVILA, C. et al. Evaluation Rubric for Computational Thinking Concepts. In: IEEE 19TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT), 2019., 2019. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2019. v.2161-377X, p.279–281.

AVILA, C. M. O.; CAVALHEIRO, S.; BORDINI, A.; MARQUES, M. O Pensamento Computacional por meio da Robótica no Ensino Básico-Uma Revisão Sistemática. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2017B. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017B. p.82–91.

AZEVEDO, G. T. d. et al. **Construção do conhecimento Matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: desafios e possibilidades.** 2017. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática (PRPG) — Universidade Federal de Goiás.

AZMAN, S. M. S.; ARSAT, M.; MOHAMED, H. The framework for the integration of computational thinking in ideation process. In: IEEE 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING, ASSESSMENT, AND LEARNING FOR ENGINEERING (TALE), 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.61–65.

BANDEIRA, L. M. d. S. A. et al. Instrumento de Avaliação do Software Educacional TinkerCad: uma visão fundamentada na BNCC. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2019. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2019. v.25, n.1, p.1324–1328.

BARCELOS, T.; BORTOLETTO, R.; ANDRIOLI, M. Formação online para o desenvolvimento do Pensamento Computacional em professores de Matemática. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1228–1237.

BARCELOS, T.; MUÑOZ, R.; ACEVEDO, R. V.; SILVEIRA, I. F. Relações entre o pensamento computacional e a matemática: uma revisão sistemática da literatura. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. v.4, n.1, p.1369–1378.

BARR, D.; HARRISON, J.; CONERY, L. Computational thinking: A digital age skill for everyone. **Learning & Leading with Technology**, [S.l.], v.38, n.6, p.20–23, 2011.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? **Acm Inroads**, [S.l.], v.2, n.1, p.48–54, 2011.

BASAWAPATNA, A. R.; REPENNING, A.; KOH, K. H.; NICKERSON, H. The Zones of Proximal Flow: Guiding Students through a Space of Computational Thinking Skills and Challenges. In: NINTH ANNUAL INTERNATIONAL ACM CONFERENCE ON INTERNATIONAL COMPUTING EDUCATION RESEARCH, 2013, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2013. p.67–74. (ICER '13).

BEHNKE, K. A.; KOS, B. A.; BENNETT, J. K. Computer Science Principles: Impacting Student Motivation & Learning Within and Beyond the Classroom. In: ACM CONFERENCE ON INTERNATIONAL COMPUTING EDUCATION RESEARCH, 2016., 2016, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2016. p.171–180. (ICER '16).

BELL, T.; ALEXANDER, J.; FREEMAN, I.; GRIMLEY, M. Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. **The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology**, [S.l.], v.13, n.1, p.20–29, 2009.

BELL, T.; WITTEN, I.; FELLOWS, M. **CS Unplugged**. Acesso em: 10 de junho de 2018, <https://csunplugged.org/>.

BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages**. [S.l.]: University of Canterbury, 1998.

BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. **Computers & Education**, [S.l.], v.58, n.3, p.978–988, 2012.

BERS, M. U. The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. **Early Childhood Research & Practice**, [S.l.], v.12, n.2, p.n2, 2010.

BIGGS, J. B.; COLLIS, K. F. **Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)**. [S.l.]: Academic Press, 2014.

BLIKSTEIN, P. **Digital Fabrication and 'Making' in Education: The The Democratization of Invention**. [S.l.: s.n.], 2013.

BLIKSTEIN, P. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, [S.l.], v.42, n.3, p.837–856, 2016.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain**. [S.l.]: New York: David McKay Co Inc, 1956. v.19.

BOMBASAR, J.; RAABE, A.; MIRANDA, E. M. d.; SANTIAGO, R. Ferramentas para o Ensino-Aprendizagem do Pensamento Computacional: onde está Alan Turing? In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.81–90.

BORDINI, A.; AVILA, C. et al. Pensamento Computacional nos Ensinos Fundamental e Médio: uma revisão sistemática. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.123–132.

BORDINI, A. et al. Computação na educação básica no Brasil: o estado da arte. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, [S.l.], v.23, n.2, p.210–238, 2016.

BORT, H.; BRYLOW, D. CS4Impact: Measuring Computational Thinking Concepts Present in CS4HS Participant Lesson Plans. In: PROCEEDING OF THE 44TH ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 2013, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2013. p.427–432. (SIGCSE '13).

BRASIL, C. C. **Code Club Brasil (website - Sobre o projeto)**. Disponível em: <https://www.codeclubbrasil.org.br/sobre-o-projeto/>. Acesso em: 4 de fevereiro de 2019.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, VANCOUVER, CANADA, 2012., 2012. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2012. p.1–25.

BROOKHART, S. M. **The Art and Science of Classroom Assessment. The Missing Part of Pedagogy. ASHE-ERIC Higher Education Report, Volume 27, Number 1**. [S.l.]: ERIC, 1999.

BROWN, A. L. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The journal of the learning sciences**, [S.l.], v.2, n.2, p.141–178, 1992.

BUITRAGO FLÓREZ, F. et al. Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. **Review of Educational Research**, [S.l.], v.87, n.4, p.834–860, 2017.

ÇAKIROĞLU, Ü. et al. Exploring perceived cognitive load in learning programming via Scratch. **Research in Learning Technology**, [S.l.], v.26, 2018.

CASPERSEN, M. E.; NOWACK, P. Computational thinking and practice: A generic approach to computing in Danish high schools. In: FIFTEENTH AUSTRALASIAN COMPUTING EDUCATION CONFERENCE-VOLUME 136, 2013. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013. p.137–143.

CASTILHO, M. I.; BORGES, K. S.; CRUZ FAGUNDES, L. da. A Abstração Reflexionante no Pensamento Computacional e no Desenvolvimento de Projetos de Robótica em um Makerspace Educacional. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v.16, n.1, 2018.

CÉSAR, D. R. **Robótica Pedagógica Livre**: uma Alternativa Metodológica Para a Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento. 2013, 220 f. 2013. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) — INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIENCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA.

CHAI, C. S.; KOH, J. H. L.; TSAI, C.-C. A review of technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Technology & Society**, [S.l.], v.16, n.2, p.31–51, 2013.

CHAN, K. K. H.; ROLLNICK, M.; GESS-NEWSOME, J. A grand rubric for measuring science teachers' pedagogical content knowledge. In: **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. [S.l.]: Springer, 2019. p.251–269.

CHANTHALA, C.; SANTIBOON, T.; PONKHAM, K. Instructional designing the STEM education model for fostering creative thinking abilities in physics laboratory environment classes. In: AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. v.1923, n.1, p.030010/1–030010/12.

CHEN, G. et al. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. **Computers and Education**, [S.l.], v.109, p.162–175, 2017. cited By 1.

COCHRAN, K. F.; DERUITER, J. A.; KING, R. A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. **Journal of teacher Education**, [S.l.], v.44, n.4, p.263–272, 1993.

CODE.ORG. **Plataforma para aprendizagem de programação de computadores**. Disponível em: <http://code.org>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

COLLINS, A. Toward a design science of education. In: **New directions in educational technology**. [S.l.]: Springer, 1992. p.15–22.

COUNCIL, N. R. **Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking - Committee for the Workshops on Computational Thinking**. [S.l.]: Washington, D.C.: National Academies Press, 2010.

COUNCIL, N. R. **Report of a workshop on the pedagogical aspects of computational thinking - Committee for the Workshops on Computational Thinking**. [S.l.]: Washington, D.C.: National Academies Press, 2011.

COX, S. M. **A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge**. 2008. Tese de doutorado — Brigham Young University-Provo.

COX, S. M.; GRAHAM, C. R. Diagramming TPACK in Practice: Using an Elaborated Model of the TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge. **Tech-Trends**, [S.l.], v.53, n.5, p.60, Aug 2009.

CROSSAN, M. M.; LANE, H. W.; WHITE, R. E. An organizational learning framework: From intuition to institution. **Academy of management review**, [S.l.], v.24, n.3, p.522–537, 1999.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Finding flow: The psychology of engagement with everyday life**. [S.l.]: Basic Books, 1997.

CSIZMADIA, A.; BOULTON, H. Computational thinking—back to the future. In: THE FUTURE OF EDUCATION, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.108.

CSIZMADIA, A. et al. Computational thinking: A guide for teachers. **Retrieved from Computing at School Website: <http://community.computingschool.org.uk/resources/2324>**, [S.l.], 2015.

CUNY, J.; SNYDER, L.; WING, J. M. **Demystifying computational thinking for non-computer scientists**. [S.l.: s.n.], 2010.

CURZON, P. et al. **Developing computational thinking in the classroom: a framework**. [S.l.: s.n.], 2014. Project Report.

DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. O construcionismo como pano de fundo para Modelagem Matemática na realidade do mundo cibernético. **Acta Scientiae**, [S.l.], v.17, n.3, p.629–650, 2015.

DEE, H. et al. Playfully coding: Embedding computer science outreach in schools. In: ACM CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.176–181.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. d. M.; BITTENCOURT, I. I. **Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação**. [S.l.]: JAQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa. Porto Alegre: SBC, 2019.

DISESSA, A. A. **Changing minds: Computers, learning, and literacy**. [S.l.]: Mit Press - Cambridge, MA, 2001.

EARLE, R. S. The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. **Educational Technology-Saddle Brook Then Englewood Cliffs Nj-**, [S.l.], v.42, n.1, p.5–13, 2002.

EDUCAÇÃO BRASIL, M. da. **Base Nacional Comum Curricular**. [S.l.]: Ministério da Educação - Brasil, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

EISENHART, M. Conceptual Frameworks for Research Circa 1991: Ideas from a Cultural Anthropologist Implications for Mathematics Education Rese. **Psychology of mathematics education**, [S.l.], 1991.

FABER, H. H. et al. Teaching computational thinking to primary school students via unplugged programming lessons. **Journal of the European Teacher Education Network**, [S.l.], v.12, p.13–24, 2017.

FAN, Y.; YANG, X. Construction of the 3L5G task-driven instructional model: Fostering computational thinking of junior high school students in an application software course. In: BLENDED LEARNING. NEW CHALLENGES AND INNOVATIVE PRACTICES, 2017. **Proceedings...** Springer International Publishing, 2017. p.177–186.

FELICIA, A.; SHARIF, S. A Review on Educational Robotics as Assistive Tools For Learning Mathematics and Science. **Int. J. Comput. Sci. Trends Technol ((IJCST))**, [S.l.], v.2, n.2, p.62–84, 2014.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.l.], v.17, n.2, p.500–528, 2015.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, [S.l.], v.14, p.273–291, 2001.

FLEISS, J. L. Measuring nominal scale agreement among many raters. **Psychological bulletin**, [S.l.], v.76, n.5, p.378–382, 1971.

FLEISS, J. L.; LEVIN, B.; PAIK, M. C. **Statistical methods for rates and proportions**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.

FONSECA, R. J. R. M. d.; SILVA, P. J. d. S. P. d.; SILVA, R. R. d. Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. **Laboratório de Psicologia**, [S.l.], p.81–90, 2007.

FOUNDATION, R. P. **Raspberry Pi Foundation Website**. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/about/>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2017.

FRAEFEL, U. Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships. In: WERA FOCAL MEETING, EDINBURGH, 2014. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2014. p.1–13.

FRANÇA, R.; TEDESCO, P. Um modelo colaborativo para aprendizagem do pensamento computacional aliado à autorregulação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, 2014. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2014. v.25, n.1, p.1133–1142.

FRANCISCO, R. **Experience Sampling Method (ESM)**. [S.l.]: JAQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa. Porto Alegre: SBC, 2019.

FRIED, D.; LEGAY, A.; OUAKNINE, J.; VARDI, M. Y. Sequential Relational Decomposition. In: ANNUAL ACM/IEEE SYMPOSIUM ON LOGIC IN COMPUTER SCIENCE, 33., 2018, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2018. p.432–441. (LICS '18).

FRONZA, I.; EL IOINI, N.; CORRAL, L. Teaching computational thinking using agile software engineering methods: A framework for middle schools. **ACM Transactions on Computing Education**, [S.l.], v.17, n.4, 2017.

FURBER, S. et al. **Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools**. [S.l.]: The Royal Society, London, 2012.

FUTSCHEK, G. Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS IN SECONDARY SCHOOLS-EVOLUTION AND PERSPECTIVES, 2006. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2006. p.159–168.

GIORDANO, D. et al. New horizons in the assessment of computer science at school and beyond: Leveraging on the ViVA platform. In: ITICSE-WGP 2015 - PROCEEDINGS OF THE 2015 ITICSE CONFERENCE ON WORKING GROUP REPORTS, 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.117–147.

GOUWS, L.; BRADSHAW, K.; WENTWORTH, P. Computational thinking in educational activities: An evaluation of the educational game Light-Bot. In: ACM CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 18., 2013. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013. p.10–15.

GRAHAM, C. R. Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). **Computers & Education**, [S.l.], v.57, n.3, p.1953 – 1960, 2011.

GROVER, S. Robotics and engineering for middle and high school students to develop computational thinking. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, NEW ORLEANS, LA, 2011. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2011. p.1–15.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. **Educational Researcher**, [S.l.], v.42, n.1, p.38–43, 2013.

GUZDIAL, M. Education: Paving the Way for Computational Thinking. **Communications of the ACM**, New York, NY, USA, v.51, n.8, p.25–27, Aug. 2008.

HARRIS, J. B.; HOFER, M. J. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. **Journal of Research on Technology in Education**, [S.l.], v.43, n.3, p.211–229, 2011.

HARRIS, J. et al. "Grounded" technology integration: Instructional planning using curriculum-based activity type taxonomies. **Journal of Technology and Teacher Education**, [S.l.], v.18, n.4, p.573–605, 2010.

HARRIS, J.; HOFER, M. **Learning activity types wiki**. Disponível em: <http://activitytypes.wm.edu/index.html>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of research on technology in education**, [S.l.], v.41, n.4, p.393–416, 2009.

HARRIS, J.; PHILLIPS, M. If There's TPACK, is There Technological Pedagogical Reasoning and Action? In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY & TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.2051–2061.

INTERNACIONAL, C. C. **Website do Code Club Internacional**. Disponível em: <https://www.codeclubworld.org/about/>. Acesso em: 4 de fevereiro de 2019.

IOANNOU, A.; MAKRIDOU, E. Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. **Education and Information Technologies**, [S.l.], v.23, n.6, p.2531–2544, 2018.

ISRAEL, M. et al. Assessing collaborative computing: development of the Collaborative-Computing Observation Instrument (C-COI). **Computer Science Education**, [S.l.], v.26, n.2-3, p.208–233, 2016. cited By 1.

ISTE, C. **Computational Thinking in K–12 Education leadership toolkit**. [S.l.]: Computer Science Teacher Association, 2011.

IWATA, M.; LARU, J.; KITALO, K. M.; NEN, K. P. Integrating Computational Thinking in K-12 Education: Exploring Digital Fabrication Activities through CTPACK Framework. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL THINKING EDUCATION 2020, 2020. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2020. p.159–162.

JCROSS; HAMNER, E.; ZITO, L.; NOURBAKHSI, I. Engineering and Computational Thinking talent in middle school students: A framework for defining and recognizing student affinities. In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2016., 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1–9.

KALE, U. et al. Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. **TechTrends**, [S.l.], v.62, n.6, p.574–584, 2018. cited By 0.

KALELIOĞLU, F. A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v.52, p.200–210, 2015.

KALELIOĞLU, F.; GÜLBAHAR, Y.; KUKUL, V. A framework for computational thinking based on a systematic research review. **Baltic Journal of Modern Computing**, [S.l.], v.4, n.3, p.583–596, 2016.

KARAMPA, V.; PARASKEVA, F. A motivational design of a flipped classroom on collaborative programming and STEAM. In: LEARNING TECHNOLOGY FOR EDUCATION CHALLENGES, 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. v.870, p.226–238.

KELLY, M. Incorporating context into TPCK-based instructional design. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY & TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 2008. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008. p.5257–5262.

KIND, V. Development of evidence-based, student-learning-oriented rubrics for pre-service science teachers' pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v.41, n.7, p.911–943, 2019.

KITALO, K. H. M.; TEDRE, M.; LARU, J.; VALTONEN, T. Computational Thinking in Finnish Pre-Service Teacher Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL THINKING EDUCATION 2019, 2019. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2019. p.105–108.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S.l.: s.n.], 2007.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. Teachers learning technology by design. **Journal of computing in teacher education**, [S.l.], v.21, n.3, p.94–102, 2005.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P.; HERSHEY, K.; PERUSKI, L. With a little help from your students: A new model for faculty development and online course design. **Journal of Technology and Teacher Education**, [S.l.], v.12, n.1, p.25–55, 2004.

KOEHLER, M.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? In: CONTEMPORARY ISSUES IN TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION, 2009. **Proceedings...** Society for Information Technology & Teacher Education, 2009. v.9, n.1, p.60–70.

KOH, K. H.; BASAWAPATNA, A.; BENNETT, V.; REPENNING, A. Towards the automatic recognition of computational thinking for adaptive visual language learning. In: VISUAL LANGUAGES AND HUMAN-CENTRIC COMPUTING (VL/HCC), 2010 IEEE SYMPOSIUM ON, 2010. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2010. p.59–66.

KOMIS, V.; ROMERO, M.; MISIRLI, A. A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving. In: ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. v.560, p.158–169.

KOPCHA, T. J. et al. Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. **Journal of Formative Design in Learning**, [S.l.], v.1, n.1, p.31–44, Jun 2017.

KOTINI, I.; TZELEPI, S. **A gamification-based framework for developing learning activities of computational thinking**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2015. p.219–252.

KOTSOPOULOS, D. et al. A Pedagogical Framework for Computational Thinking. **Digital Experiences in Mathematics Education**, [S.l.], v.3, n.2, p.154–171, Aug 2017.

KOTSOPOULOS, D. et al. A Pedagogical Framework for Computational Thinking. **Digital Experiences in Mathematics Education**, [S.l.], p.1–18, 2017.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **biometrics**, [S.l.], p.159–174, 1977.

LEE, A. Literacy and competencies required to participate in knowledge societies. **Conceptual relationship of information literacy and media literacy in knowledge societies**, [S.l.], v.3, 2013.

LEE, C.-J.; KIM, C. An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. **Educational Technology Research and Development**, [S.l.], v.62, n.4, p.437–460, 2014.

LEE, E.; BROWN, M. N.; LUFT, J. A.; ROEHRIG, G. H. Assessing beginning secondary science teachers' PCK: Pilot year results. **School Science and Mathematics**, [S.l.], v.107, n.2, p.52–60, 2007.

LEE, I. et al. Computational thinking for youth in practice. **Acm Inroads**, [S.l.], v.2, n.1, p.32–37, 2011.

LIM, H. Computational Thinking (CT) and Rebel game Design: CT in health games. In: IEEE 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERIOUS GAMES AND APPLICATIONS FOR HEALTH (SEGAH), 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1–5.

LOCKWOOD, J.; MOONEY, A. Computational thinking in education: Where does it fit. **International Journal of Computer Science Education in Schools**, [S.l.], 2017.

LOWE, T.; BROPHY, S. An operationalized model for defining computational thinking. In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1–8.

LYE, S. Y.; KOH, J. H. L. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v.41, p.51–61, 2014.

MAGANA, A.; SILVA COUTINHO, G. Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. **Computer Applications in Engineering Education**, [S.l.], v.25, n.1, p.62–78, 2017. cited By 3.

MALTEMPI, M. V. **Construcionismo**: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. [S.l.]: Educação matemática: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p.264–282.

MARTINELLI, S. R. et al. **MultiTACT**: uma abordagem para a construção de atividades de ensino multidisciplinares para estimular o Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Federal de São Carlos.

MARTINS, A. R. d. Q.; TEIXEIRA, A. C. Educação através da Informática Educativa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA - SIIE'15, 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.53–60.

MARTINS-PACHECO, L. H.; WANGENHEIM, C. A. G. von; CRUZ ALVES, N. da. Assessment of Computational Thinking in K-12 Context: Educational Practices, Limits and Possibilities-A Systematic Mapping Study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION (CSEDU 2019), 11., 2019. **Proceedings...** Science and Technology Publications: Lda, 2019. p.292–303.

MATOS, D. A. S. Confiabilidade e concordância entre juízes: aplicações na área educacional. **Estudos em Avaliação Educacional**, [S.l.], p.298–324, 2014.

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. d. P. S. da; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade**, [S.l.], v.23, n.42, p.23–36, 2014.

MERTLER, C. A. Designing scoring rubrics for your classroom. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, [S.l.], v.7, n.25, p.1–10, 2001.

MICROBIT, B. **Fundação Microbit**. Disponível em: <https://microbit.org/about/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

MISHRA, P. Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, [S.l.], v.35, n.2, p.76–78, 2019.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, [S.l.], v.108, n.6, p.1017–1054, 2006.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Introducing technological pedagogical content knowledge. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2008. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008. p.1–16.

MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & saúde coletiva**, [S.l.], v.13, p.2133–2144, 2008.

MORENO-LEÓN, J.; ROBLES, G. Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects. In: OF THE WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION, 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.132–133.

MORENO-LEÓN, J.; ROBLES, G. Analyze your Scratch projects with Dr. Scratch and assess your computational thinking skills. In: SCRATCH CONFERENCE, 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.12–15.

MORENO-LEÓN, J.; ROBLES, G. Code to learn with Scratch? A systematic literature review. In: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2016 IEEE, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.150–156.

MORENO-LEÓN, J.; ROBLES, G.; ROMÁN-GONZÁLEZ, M. Dr. Scratch: Automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking. **RED. Revista de Educación a Distancia**, [S.l.], n.46, p.1–23, 2015.

MOSKAL, B. M. Scoring Rubrics: What, When and How? **Practical assessment, research & evaluation**, [S.l.], v.7, n.3, 2000.

MOSKAL, B. M.; LEYDENS, J. A. Scoring rubric development: Validity and reliability. **Practical assessment, research & evaluation**, [S.l.], v.7, n.10, p.71–81, 2000.

MUNOZ, R.; BARCELOS, T. S.; VILLARROEL, R.; SILVEIRA, I. F. Game design workshop to develop computational thinking skills in teenagers with Autism Spectrum Disorders. In: CISTI, 2016 11TH IBERIAN CONFERENCE ON, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.1–4.

NETO, R. P. B.; SANTANA, A. M.; ROCHA, D. P.; SOUZA, A. Robótica na Educação: Uma Revisão Sistemática dos Últimos 10 Anos. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.386–393.

PAPAVLASOPOULOU, S.; GIANNAKOS, M. N.; JACCHERI, L. Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. **Entertainment Computing**, [S.l.], v.18, p.57–78, 2017.

PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, computers, and powerful ideas. [S.l.]: New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S. **Constructionism**: A new opportunity for elementary science education. [S.l.]: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PAPERT, S. A critique of technocentrism in thinking about the school of the future. In: SENDOV, B.; STANCHEV, I. (Ed.). **Children in the Information Age**. [S.l.]: Pergamon, 1988. p.3–18.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. [S.l.]: Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. An exploration in the space of mathematics educations. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, [S.l.], v.1, n.1, p.95–123, 1996.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Constructionism**: research reports and essays, 1985-1990. [S.l.]: Ablex Publishing Corporation, 1991. 518p.

PAPERT, S.; HAREL, I. Situating constructionism. **Constructionism**, [S.l.], v.36, n.2, p.1–11, 1991.

PAPERT, S.; VALENTE, J. A.; BITELMAN, B. **Logo**: computadores e educação. [S.l.]: Editora Brasiliense, 1980. 253p.

PARK, S.; SUH, J.; SEO, K. Development and validation of measures of secondary science teachers' PCK for teaching photosynthesis. **Research in Science Education**, [S.l.], v.48, n.3, p.549–573, 2018.

PAULA, B. H. d.; VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Ibero-americana de Educação**, [S.l.], v.70, n.1, p.9–28, 2016.

PELLAS, N.; PEROUTSEAS, E. Gaming in Second Life via Scratch4SL: Engaging High School Students in Programming Courses. **Journal of Educational Computing Research**, [S.l.], v.54, n.1, p.108–143, 2016.

PELLAS, N.; VOSINAKIS, S. How can a simulation game support the development of computational problem-solving strategies? In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.1129–1136.

PEREIRA, E. A.; MARTINS, J. R.; SANTOS ALVES, V. dos; DELGADO, E. I. A contribuição de John Dewey para a educação. **Revista Eletrônica de Educação**, [S.l.], v.3, n.1, p.154–161, 2009.

PÉREZ, A. D. F.; VALLADARES, G. M. Development and assessment of computational thinking: A methodological proposal and a support tool. In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2018., 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.787–795.

PONTE, J. P. da; CARVALHO, R.; MATA-PEREIRA, J.; QUARESMA, M. Investigação baseada em design para compreender e melhorar as práticas educativas. **Quadrante - Revista de Investigação em Educação Matemática**, [S.l.], v.25, n.2, p.77–98, 2016.

PORRAS-HERNÁNDEZ, L. H.; SALINAS-AMESCUA, B. Strengthening TPACK: A broader notion of context and the use of teacher's narratives to reveal knowledge construction. **Journal of Educational Computing Research**, [S.l.], v.48, n.2, p.223–244, 2013.

PRENSKY, M. Nativos digitais, imigrantes digitais. **On the horizon**, [S.l.], v.9, n.5, p.1–6, 2001.

PRETTO, N.; PINTO, C. d. C. Tecnologias e novas educações. **Revista Brasileira de Educação**, [S.l.], v.11, n.31, p.19–30, 2006.

REPENNING, A.; WEBB, D.; IOANNIDOU, A. Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools. In: ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 41., 2010. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2010. p.265–269.

RESNICK, M. All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: ACM SIGCHI CONFERENCE ON CREATIVITY & COGNITION, 6., 2007. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.1–6.

RESNICK, M. Give P's a chance: Projects, peers, passion, play. In: CONSTRUCTIONISM AND CREATIVITY: PROCEEDINGS OF THE THIRD INTERNATIONAL CONSTRUCTIONISM CONFERENCE. AUSTRIAN COMPUTER SOCIETY, VIENNA, 2014. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2014. p.13–20.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play**. [S.l.]: MIT Press, 2017.

RESNICK, M. et al. Design principles for tools to support creative thinking. In: NSF WORKSHOP REPORT ON CREATIVITY SUPPORT TOOLS, 2005. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2005. p.25–36.

RESNICK, M. et al. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, [S.l.], v.52, n.11, p.60–67, 2009.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. d. C. **Entendendo o Pensamento Computacional**. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1707.00338>. Acesso em: 26 janeiro de 2020.

ROBINSON, S. A tutorial on simulation conceptual modeling. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE (WSC), 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.565–579.

RODE, J. A. et al. From computational thinking to computational making. In: ACM INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PERVASIVE AND UBIQUITOUS COMPUTING, 2015., 2015. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2015. p.239–250.

RODEGHIERO, C. C.; SPEROTTO, R. I.; ÁVILA, C. M. O. APRENDIZAGEM CRIATIVA E SCRATCH: POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS DE INOVAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR. **Momento-Diálogos em Educação**, [S.l.], v.27, n.1, p.188–207, 2018.

RODRIGUES, S.; ARANHA, E.; SILVA, T. R. Computação desplugada no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE), 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. v.29, n.1, p.417.

RODRIGUEZ, B.; KENNICUTT, S.; RADER, C.; CAMP, T. Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities. In: ACM SIGCSE TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 2017., 2017, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 2017. p.501–506. (SIGCSE '17).

ROMERO, M.; LEPAGE, A.; LILLE, B. Computational thinking development through creative programming in higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, [S.l.], v.14, n.1, p.42, Dec 2017.

RONSIVALLE, G. B. et al. How to Implement Educational Robotics' Programs in Italian Schools: A Brief Guideline According to an Instructional Design Point of View. **Technology, Knowledge and Learning**, [S.l.], Aug 2018.

ROSA, M. **Role Playing Game Eletrônico**: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar Matemática. 2004. Dissertação de Mestrado - Educação Matemática — Universidade Estadual Paulista (UNESP).

SANTIAGO, R. C. C. d. A. **Framework Design-Based Research para pesquisas aplicadas**. 2018. Tese de Doutorado - Multi-institucional e multidisciplinar em difusão do conhecimento — Universidade Federal da Bahia.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. de. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 2005. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2005. v.1, n.1, p.2746–2753.

SANTOS, E.; SILVA, M. A pedagogia da transmissão e a sala de aula interativa. In: **Metodologias para a produção do conhecimento. da concepção à prática**. [S.l.]: Curitiba (PR): SENAR-PR, 2015.

SÁPIRAS, F. S.; DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. Utilização do Scratch em sala de aula Using Scratch in the classroom. **Educação Matemática Pesquisa: Revista**

do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, [S.l.], v.17, n.5, p.973–988, 2015.

SCHNEIDER, D. K. **EduTech Wiki - Instructional design model — EduTech Wiki, A resource kit for educational technology teaching, practice and research**. Disponível em: <https://bit.ly/2VCCVqp>. Acesso em: 3 de maio de 2019.

SCHWABER, K. SCRUM Development Process. In: BUSINESS OBJECT DESIGN AND IMPLEMENTATION, 1997, London. **Proceedings...** Springer London, 1997. p.117–134.

SEITER, L.; FOREMAN, B. Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. In: ACM CONFERENCE ON INTERNATIONAL COMPUTING EDUCATION RESEARCH, 2013. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013. p.59–66.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. Computational thinking: the developing definition. In: ITICSE CONFERENCE 2013, 2013. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. **Refining an understanding of computational thinking**. [S.l.: s.n.], 2014. Working Paper.

SENGUPTA, P. et al. Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. **Education and Information Technologies**, [S.l.], v.18, n.2, p.351–380, 2013. cited By 63.

SHERMAN, M.; MARTIN, F. The assessment of mobile computational thinking. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, [S.l.], v.30, n.6, p.53–59, 2015.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard educational review**, [S.l.], v.57, n.1, p.1–23, 1987.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, [S.l.], v.15, n.2, p.4–14, 1986.

SMITH, N.; SUTCLIFFE, C.; SANDVIK, L. Code club: bringing programming to UK primary schools through scratch. In: ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 45., 2014. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2014. p.517–522.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Revista Holos - IFRN**, [S.l.], v.5, p.182–200, 2015.

STAMER, D.; ZIMMERMANN, O.; SANDKUHL, K. What Is a Framework?-A Systematic Literature Review in the Field of Information Systems. In: INTERNATIONAL

CONFERENCE ON BUSINESS INFORMATICS RESEARCH, 2016. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2016. p.145–158.

TAN, P.-H.; LING, S.-W.; TING, C.-Y. Adaptive digital game-based learning framework. In: DIGITAL INTERACTIVE MEDIA IN ENTERTAINMENT AND ARTS, 2., 2007. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007. p.142–146.

TEO, T.; KABAKÇI YURDAKUL, I.; URSAVAŞ, Ö. F. Exploring the digital natives among pre-service teachers in Turkey: a cross-cultural validation of the Digital Native Assessment Scale. **Interactive Learning Environments**, [S.l.], v.24, n.6, p.1231–1244, 2016.

THIES, R.; VAHRENHOLD, J. Reflections on outreach programs in CS classes: Learning objectives for unplugged activities. In: ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 43., 2012. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2012. p.487–492.

THOMPSON, A. D.; MISHRA, P. Breaking news: TPCK becomes TPACK! **Journal of Computing in Teacher Education**, [S.l.], v.24, n.2, p.38, 2007.

THOMPSON, E. et al. Bloom's taxonomy for CS assessment. In: AUSTRALASIAN COMPUTING EDUCATION, 2008. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2008. v.78, p.155–161.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. [S.l.]: Campinas: Unicamp/Nied, 1993.

VALENTE, J. A. Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, [S.l.], v.16, n.43, p.147–168, 2019.

VALENTE, J. A. et al. **Informática na educação**: instrucionismo x construcionismo. Manuscrito não publicado, NIED: UNICAMP. Disponível em: <http://www.divertire.com.br/educacional/artigos/7.htm>. Acesso em: 23 de junho de 2018.

VALENTE, J. A. et al. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. Tese (Livre Docência) — Universidade Estadual de Campinas.

VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. Ensinando Programação de Jogos para adolescentes com a Metodologia do CODE Club Brasil. **Integração de Tecnologias na Educação: Práticas Inovadoras na Educação Básica**, [S.l.], v.1, p.96–103, 2017.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: The development of higher mental process. [S.l.]: Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WEINTROP, D. et al. Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, [S.l.], v.25, n.1, p.127–147, Feb 2016.

WILLIAMS, D. C. et al. Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. **Journal of research on Technology in Education**, [S.l.], v.40, n.2, p.201–216, 2007.

WING, J. Research notebook: Computational thinking—What and why? **The Link Magazine**, [S.l.], 2011.

WING, J. Computational thinking's influence on research and education for all. **Italian Journal of Educational Technology**, [S.l.], v.25, n.2, p.7–14, 2017.

WING, J. M. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, New York, NY, USA, v.49, n.3, p.33–35, Mar. 2006.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences**, [S.l.], v.366, n.1881, p.3717–3725, 2008.

WING, J. M. **Computational thinking benefits society**. 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing (2014). Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

XAVIER, R.; FERREIRA, M.; ÁVILA, C. Pensamos juntos, logo existimos: ensaios para geração de processos de Inteligência Coletiva em capacitação para equipe EaD. In: OITAVA CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM E TECNOLOGIAS–LACLO, 2013. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013. v.4, n.1.

YADAV, A. et al. Introducing computational thinking in education courses. In: ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 42., 2011. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2011. p.465–470.

YURDAKUL, I. K. Modeling the relationship between pre-service teachers' TPACK and digital nativity. **Educational Technology Research and Development**, [S.l.], v.66, n.2, p.267–281, 2018.

ZANATTA, A. C. et al. **Programação de computadores para crianças**: metodologia do code club brasil. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação — Universidade Federal de Santa Catarina.

ZHONG, B.; WANG, Q.; CHEN, J.; LI, Y. An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking. **Journal of Educational Computing Research**, [S.l.], v.53, n.4, p.562–590, 2016.

Apêndices

APÊNDICE A – PAPERT PC Framework - Cartões do guia prático

Neste apêndice são apresentados os 29 cartões que compõem o guia prático, um dos componentes do PAPERT PC Framework.

1 *Conteúdo curricular*

Descreva os detalhes do conteúdo que será trabalhado na atividade.

Dica: Escolher um tópico, preferencialmente definido na BNCC (unidade temática, objetos de conhecimento e habilidades). Consultar a BNCC em



<http://bit.ly/2WVSucw>



1 *Conteúdo curricular*

Disciplina: _____ *Ano/Faixa:* _____

Unidades temáticas:

Objetos de conhecimento:

Habilidades trabalhadas na atividade:

Código BNCC:

Figura 55 – Guia prático - Conteúdo curricular

2 Estrutura da atividade - o problema

Vamos pensar nos detalhes da atividade que está sendo concebida? Vamos pensar no **problema** a ser resolvido?

Saiba que o problema precisa ser atraente para os alunos para mantê-los motivados.



Photo by Agung Pandit Wiguna from Pexels

Problemas relacionados a uma provável carreira futura, interesses pessoais, ameaças imediatas ou relacionados a questões que envolvem proximidade geográfica (cidade, bairro, rua) e/ou temporal.



Atenção - a declaração do problema precisa ser cuidadosamente projetada para ser desafiador e apresentar informações suficientes e apropriadas para orientar os alunos a identificarem o objetivo de aprendizado pretendido.

2 Estrutura da atividade - o problema

Descreva o problema a ser resolvido, incluindo uma ou mais metas a serem alcançadas:



Defina metas!!! A meta ajuda os alunos a saberem se chegaram na solução do problema

Figura 56 – Guia prático - Estrutura da atividade - o problema

3 Estrutura da atividade - o contexto

Vamos pensar nos detalhes da atividade que está sendo concebida? Vamos pensar em um contexto?

Para começar, tenha em mente o conteúdo a ser trabalhado e escolha um cenário ou contexto real da vida dos alunos, que tenha significado para eles e sirva para a ambientação do problema.



Foto criada por proccfoto - br.freepik.com

O contexto deve ajudar os alunos a fazer conexões entre o conhecimento abstrato do conteúdo e as situações nas quais eles podem ser aplicados.

Saiba mais...muito mais
Leia sobre o contexto e conheça alguns exemplos




3 Estrutura da atividade - o contexto

Descreva abaixo o contexto ou cenário do problema, porém, antes disso, retome o cartão anterior, relembre os detalhes do problema e depois retorne a esse cartão para descrever o cenário do problema:

Figura 57 – Guia prático - Estrutura da atividade - o contexto

4 Estrutura da atividade - Artefato

Artefato - Manipular ou conceber/criar?

Vamos propor a manipulação ou criação de um artefato?

Algo que eles possam utilizar, modificar, brincar e mostrar aos colegas!!!

Pode ser um jogo, uma história, um vídeo algum artefato físico ou "um robô, um poema, um castelo de areia, ou um programa de computador para que possam refletir em cima e compartilhar com os outros" (KAFAI; RESNICK, 1996)

Então, para resolver o problema, o aluno vai apenas utilizar ou vai criar/desenvolver esse artefato?



<http://bit.ly/37O9CFj>

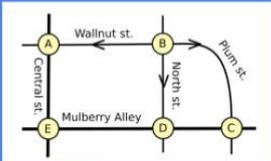
4 Estrutura da atividade - Artefato

Descreva o artefato a ser utilizado ou desenvolvido:



Figura 58 – Guia prático - Estrutura da atividade - o artefato

5 Representando a realidade por meio de abstrações

relação entre camadas

	A	B	C	D	E
A					✓
B	✓		✓	✓	
C				✓	
D			✓		✓
E	✓			✓	

Vamos pensar no desenvolvimento da capacidade de abstração dos alunos?

Mas....o que é abstração?

Podemos dizer que é uma importante estratégia no processo de solução de problemas. Permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução. De acordo Wing (2014), a abstração, a partir do Pensamento Computacional, permite mensurar e lidar com a complexidade.

Mais sobre abstração em
<http://bit.ly/2OD4HS4>



Figura 59 – Guia prático - abstração - cartão 5

Representando a realidade por meio de abstrações

6

O conteúdo a ser trabalhado permite a manipulação de uma ou mais representações de uma realidade?

*Dica: Identifique se o tópico ou conteúdo a ser trabalhado envolve representação(ões) de realidade que será(ão) manipulada(s) ou criada(s) pelo aluno. Na atividade que está sendo elaborada a partir dos **conteúdos** a serem desenvolvidos, do **contexto** que foi criado, do **problema** a ser resolvido, do **artefato** a ser utilizado ou desenvolvido, com qual ou quais representações de uma realidade o aluno vai se envolver? No caso de se envolver com mais de uma representação, como essas representações estão relacionadas entre si? Que relações existem entre elas?*

Mapa do metrô (exemplo de abstração)



Representando a realidade por meio de abstrações

6

() Sim, o aluno vai manipular ou criar, uma ou mais representações da realidade.

() Não, o aluno não vai trabalhar com representações da realidade e não será incentivado a criar essas representações.

Sim → continue com os cartões de abstração

Não → vá para o cartão do conceito "Decomposição"

Quer estudar mais a fundo sobre abstração?

Leia esse artigo



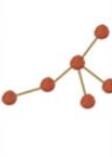
<http://bit.ly/2N8muy4>

Figura 60 – Guia prático - abstração - cartão 6

Representando a realidade por meio de abstrações

7

Qual realidade será representada e qual o problema que está sendo tratado/solucionado?

Starfish	Dog	Sea lion	Giraffe
			

Fonte: UK Bebras Computational Challenge

Representando a realidade por meio de abstrações

7

Realidade:

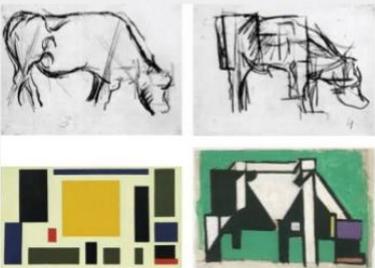
Retome aqui o problema (cartão 2) e esclareça como essa representação da realidade ajuda a resolver o problema:

Figura 61 – Guia prático - abstração - cartão 7

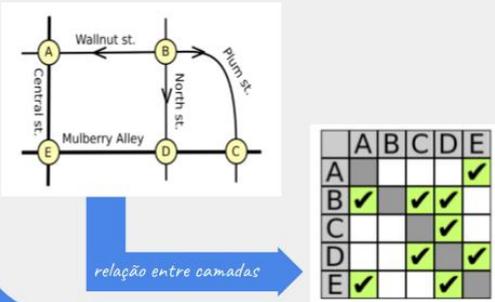
8 Representando a realidade por meio de abstrações

Vamos detalhar melhor?

Descreva a(s) camada(s) de representação da realidade que estão sendo abordadas



Fonte:



8 Representando a realidade por meio de abstrações

Descreva quais elementos da realidade serão representados e como será feita a representação em cada camada:

Informe quem é responsável pela criação de cada camada. Se o professor ou o próprio aluno. Se o aluno manipula uma camada pronta ou se cria:

Descreva a conexão, de cada camada, com o problema proposto.

Relate como o aluno deve usar esta(s) representação(ões) para trabalhar no problema proposto.

Descreva quais os recursos que o aluno irá utilizar para criar as representações da realidade.

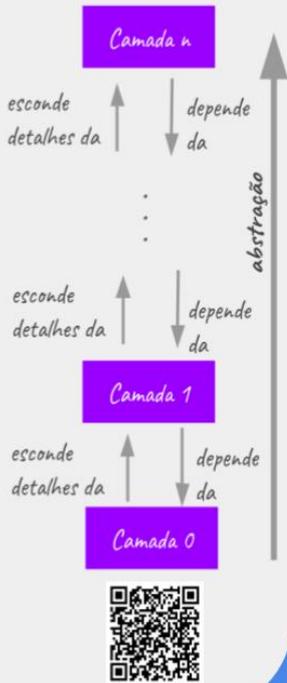
Figura 62 – Guia prático - abstração - cartão 8

9 Representando a realidade por meio de abstrações

Considerando a(s) representações da realidade descritas no cartão anterior, o aluno se envolve na **criação** dessa(s) representação(ões)?

Ele **cria** as representações?

Ou apenas **utiliza** representações previamente criadas?



9 Representando a realidade por meio de abstrações

Não existe criação, o aluno apenas **faz uso de** (não cria) **uma** representação da realidade

Não existe criação, o aluno apenas **faz uso de** (não cria) **mais de uma** representação da realidade

Sim, o aluno deve participar da **criação de uma** representação da realidade porém **não** se envolve com as **relações** entre as camadas

Sim, o aluno deve participar da **criação de mais de uma** representação da realidade porém **não** se envolve com as **relações** entre as camadas

Sim, o aluno deve participar da **criação de uma ou mais** representações da realidade e também se envolve com as **relações** entre as camadas. Sendo afirmativo para este último item, o aluno se envolve (assinale os dois itens se for o caso):

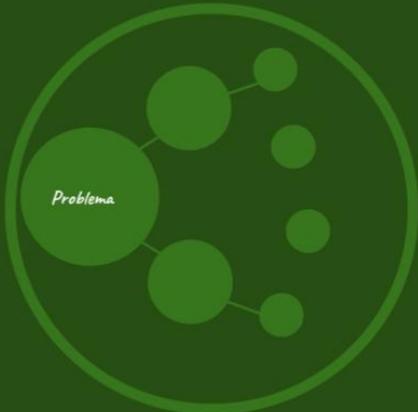
na definição das relações entre as camadas? e/ou

na criação de camadas a partir das relações estabelecidas?

Figura 63 – Guia prático - abstração - cartão 9

5

Decomposição



O que é?

É a habilidade de dividir dados, processos ou problemas em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas. É uma forma de pensar sobre os artefatos a partir de suas partes componentes. Essa habilidade cognitiva ajuda a resolver problemas complexos, a lidar com situações novas e a projetar sistemas (Google, n.d.; Selby & Woollard, 2014).

Ao enfatizar a decomposição, cabe destacar a sua relação com a abstração por meio de uma citação de Wing (2006)

"O pensamento computacional é usar abstração e decomposição ao atacar uma tarefa grande e complexa ou projetar um sistema grande e complexo."

e complementar com Fried (2018)

"Enquanto a abstração ajuda a domar a complexidade simplificando detalhes irrelevantes de um problema complexo, a decomposição ajuda a complexidade ao quebrar problemas complexos em partes mais simples."

Mais sobre decomposição em <http://bit.ly/33EMbfV>



Figura 64 – Guia prático - decomposição - cartão 5

6

SOLUÇÃO DE PARTES MENORES DE UM PROBLEMA

O conteúdo a ser trabalhado envolve a solução de um problema a partir da solução de partes menores (subproblemas)?

Dica: Identifique se o tópico ou conteúdo a ser trabalhado envolve quebrar um problema ou processo em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas.

6

SOLUÇÃO DE PARTES MENORES DE UM PROBLEMA

Sim

Não

Sim → vá para o próximo cartão de decomposição

Não → trabalhe outro conceito

Figura 65 – Guia prático - decomposição - cartão 6

7 SOLUÇÃO DE PARTES MENORES DE UM PROBLEMA

Descreva detalhes relacionados ao problema, as partes do problema e a solução. Pense no problema definido no cartão 2.



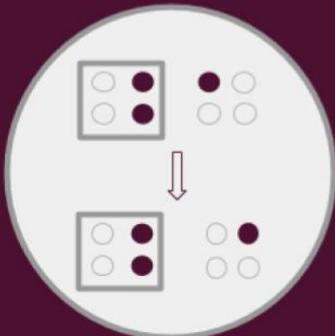
7 SOLUÇÃO DE PARTES MENORES DE UM PROBLEMA

Quais as partes do problema que o aluno deve solucionar ou manipular e como?

Como compor as subsoluções para chegar na solução do problema?

Figura 66 – Guia prático - decomposição - cartão 7

5 Reconhecimento de padrões e generalização



O que é?

Envolve “reconhecimento de padrões e a generalização”. Compreende também por identificar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas semelhantes [Bell et al. 1998a]. Em síntese a generalização corresponde a identificar padrões, similaridades e conexões, resolver novos problemas baseados em problemas similares e utilizar uma solução geral.

Mais sobre generalização em



<http://bit.ly/35JRdbw>

Figura 67 – Guia prático - generalização - cartão 5

8 *Reconhecimento de padrões e generalização*

Vamos pensar na relação com o artefato a ser manipulado ou criado?

Retome o cartão 4, revise o que vocês já pensou sobre a construção do artefato.

Qual a relação entre a identificação das características em comum e o artefato a ser manipulado ou construído?

8 *Reconhecimento de padrões e generalização*

De que forma essas características em comum podem ser efetivada a partir de um artefato (tangível e compartilhável) a ser manipulado ou construído pelo aluno?

Figura 70 – Guia prático - generalização - cartão 8

9 *Reconhecimento de padrões e generalização*

Além de identificar características comuns, também é objetivo adaptar as soluções que possuem partes comuns de forma a se obter uma solução que se aplique a todos os problemas identificados?

Caso tenha respondido SIM, responda às questões do verso deste cartão e descreva detalhes relacionados as similaridades e a adaptação.

9 *Reconhecimento de padrões e generalização*

Quais seriam essas soluções (ou partes) que compartilham similaridades?

Como a adaptação para resolver problemas similares (generalização) será feita?

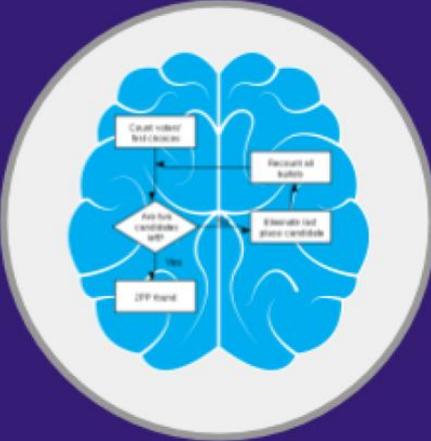
Figura 71 – Guia prático - generalização - cartão 9

<p>10</p> <p><i>Reconhecimento de padrões e generalização</i></p> <p>Vamos avançar e propor a criação de modelos ou padrões que possam solucionar uma determinada categoria de problemas? Se sim, forneça os detalhes sobre as categorias e os modelos ou soluções.</p>	<p>10</p> <p><i>Reconhecimento de padrões e generalização</i></p> <p>Qual seria essa categoria de problemas?</p> <p>Como seriam criados os modelos/padrões ou como seriam essas soluções?</p>
--	--

Figura 72 – Guia prático - generalização - cartão 10

5

Pensamento Algorítmico



O que é?

Está diretamente relacionado ao conceito de algoritmos que, segundo [Futschek 2006], é um método para resolver um problema que consiste em instruções exatamente definidas”.

Por consequência o PA é “um conjunto de habilidades conectadas à construção e compreensão de algoritmos” como, por exemplo, a capacidade de analisar e especificar soluções para determinados problemas.

Mais sobre pensamento algorítmico em



<http://bit.ly/381u9pU>

Figura 73 – Guia prático - pensamento algorítmico - cartão 5

<p>6 <i>Pensamento Algorítmico</i></p> <p><i>O conteúdo ou atividade que está sendo planejada possibilita trabalhar com uma sequência finita de ações executáveis (instruções passo-a-passo) que visam obter uma solução para um determinado tipo de problema?</i></p>	<p>6 <i>Pensamento Algorítmico</i></p> <p><i>() Sim, os alunos vão definir ou organizar uma sequência finita de passos para resolver um problema.</i></p> <p><i>() Não.</i></p> <p><i>Caso tenha respondido “Sim”, siga para o próximo cartão, caso contrário trabalhe os cartões de outro conceito.</i></p>
---	---

Figura 74 – Guia prático - pensamento algorítmico - cartão 6

<p>7 <i>Pensamento Algorítmico</i></p> <p><i>Descreva detalhes do processo e do sistema que será o alvo da solução.</i></p> <p><i>Retome o problema, o contexto, o artefato.</i></p>	<p>7 <i>Pensamento Algorítmico</i></p> <p><i>Qual o sistema, ou seja, objeto, problema, realidade ou informação o qual será trabalhado em ações (instruções/passos) para desenvolver uma solução?</i></p> <p><i>Descreva os detalhes do processo que será utilizado (ou que conduzirão o aluno) no desenvolvimento da sequência de ações (instruções/passos), especificando claramente o papel do aprendiz no processo.</i></p>
---	--

Figura 75 – Guia prático - pensamento algorítmico - cartão 7

8 *Pensamento Algorítmico*

Qual ambiente será utilizado?

Dica: Identificar se a atividade irá utilizar um ambiente de programação tradicional (Python, C ou similar), em blocos (Scratch, Blockly, mBlock, App Inventor ou similar) ou se utilizará algoritmos em alto nível com português estruturado (descrição Verbal ou pseudocódigo) ou diagramas lógico (gráficos) como fluxogramas, chapin, setas direcionais, etc).

Tenha claro o que será utilizado para que os estudantes consigam desenvolver os algoritmos, inclusive, se for o caso, procure disponibilizar recursos como material instrucional ou instruções (aulas expositivas) sobre ambientes tecnológicos que sejam necessários.

8 *Pensamento Algorítmico*

Descreva o ambiente, quer seja uma plataforma digital ou não:

Figura 76 – Guia prático - pensamento algorítmico - cartão 8

9 *Pensamento Algorítmico*

Partindo do problema, do tipo de projeto, das possíveis soluções ou artefatos a serem desenvolvidos e considerando os recursos fornecidos, quais os tipos de algoritmos que podem ser desenvolvidos?

Enfim, quais as diferentes (ou possíveis) estratégias a serem utilizadas para desenvolver a sequência de passos? Quais são elas? Por exemplos, sequência simples, decisão, repetição e uso de dados/variáveis, modularização (sub-rotinas - funções/procedimentos), paralelismo, recursividade e outras estratégias).

9 *Pensamento Algorítmico*

Descreva os algoritmos que serão desenvolvidos pelos alunos:

Figura 77 – Guia prático - pensamento algorítmico - cartão 9

5

Avaliação



O que é?

A avaliação é identificada por Wing (2006) como a habilidade que os pensadores computacionais usam quando revisam algoritmos e fazem trocas, no uso do tempo e espaço, poder de processamento e armazenamento.... a avaliação ocorre no final de uma tarefa e é simplesmente um conjunto de perguntas como "funciona?" e "é adequado?" No entanto, no pensamento computacional, a avaliação é mais profunda para fazer perguntas como "satisfaz os objetivos originais?"; "existem outras maneiras de resolver esse problema?" e "existem maneiras melhores (mais eficientes) de resolver esse problema?"

Fonte: Computational thinking blooms

Mais sobre avaliação em



<http://bit.ly/2se8Wtl>

Figura 78 – Guia prático - avaliação - cartão 5

6

Avaliação



É possível, com o conteúdo que você pretende trabalhar, desenvolver uma atividade que envolva o aluno em algum tipo de avaliação relativa à correção ou adequação da solução desenvolvida para um determinado problema?

Dica: Pense na possibilidade de **envolver o aluno na avaliação de uma solução, ou seja, conhecer ou mesmo propor critérios e processos para avaliar as soluções que ele desenvolveu.**

Também é possível desenvolver atividades que incluam mais de uma solução para que seja possível, por exemplo, comparar as diferentes soluções. A atividade pode prever critérios como eficiência (o processo de solução envolve menos passos, menos informações armazenadas), correteude, ...

6

Avaliação

() Sim, o aluno vai se envolver em algum processo de avaliação de uma ou mais soluções para um problema.

() Não

Caso tenha respondido "Sim", siga para o próximo cartão. Caso contrário trabalhe com outro conceito.

Em relação a definição dos aos critérios de adequação de uma solução, a atividade deve demandar que o aluno:

Figura 79 – Guia prático - avaliação - cartão 6

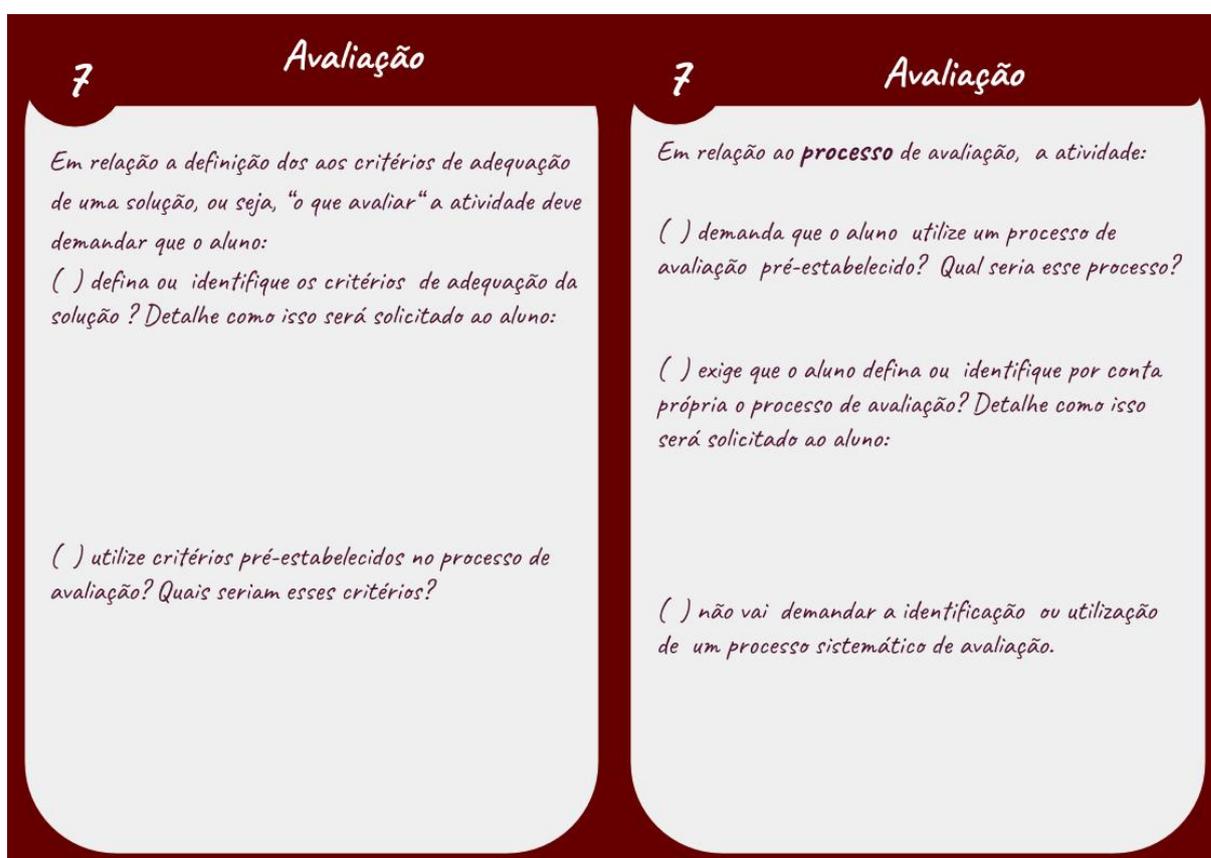


Figura 80 – Guia prático - avaliação - cartão 7

1 Construcionismo

Agora que já pensamos sobre a utilização dos conceitos do PC nessa atividade, vamos retomar alguns aspectos relacionados a construção do artefato que foi discutido no cartão 4.



1 Construcionismo

Vamos revisar a forma como os conceitos do PC podem ser efetivados a partir do artefato (tangível e compartilhável)?

No que diz respeito ao processo de manipulação ou criação do artefato, revise se o aluno vai gerar o artefato a partir de algum roteiro previamente elaborado pelo professor ou se vai alterar algum artefato já pronto. Outra possibilidade, ainda melhor, é experimentar algum processo sistemático (ciclo ou espiral) que oriente a criação do artefato partindo apenas de suas experiências, sem roteiros prévios.

Utilizando roteiros ou algum processo (ciclo ou espiral) para orientar a criação, como pode ser feito para conduzir o estudante a utilizar os conceitos do PC que serão incorporados na atividade?

Fale sobre esse processo de concepção ou utilização de um artefato:

Dimensão pragmática

Figura 81 – Guia prático - construcionismo (dimensão pragmática) - cartão 1

2 Construcionismo

Registre aqui como será ou foi feita a escolha do tema geral da atividade. Foi prevista uma discussão prévia com os próprios aluno sobre temas possíveis os quais eles gostariam de se envolver? Sobre variações desse tema? O tema foi proposto pelo professor tendo em vista sua experiência no possível interesse dos alunos? Os alunos possuem total liberdade para escolher um outro tema? Nas discussões sobre o tema que eventualmente serão realizadas com os estudantes, como será abordada a utilização dos conceitos do PC? Fale sobre esses aspectos:

Dimensão sintônica

2 Construcionismo

Em relação ao material de apoio para conhecimento do tema e dos ambientes e ferramentas, pense em como serão disponibilizados. Revise se possui para disponibilizar ou indicar apenas alguns materiais ou um amplo conjunto de suporte que tornará desnecessário, por parte dos alunos, a realização de mais buscas para complementar o conhecimento. Além disso, será oferecido um ou mais ambientes de aprendizagem? Caso seja oferecido, eles permitirão a progressão no aprendizado para o desenvolvimento desde projetos mais simples até os mais sofisticados passando por uma ampla diversidade de projetos? Como esses materiais disponibilizados poderão instigar ou ajudar os estudantes a utilizar os conceitos do PC que serão incorporados na atividade? Fale sobre os materiais de suporte e ambientes (digitais ou não) que serão utilizados para desenvolvimento do artefato, solução do problema proposto e utilização dos conceitos do PC:

Dimensão sintática

Figura 82 – Guia prático - construcionismo (dimensões sintônica e sintática) - cartão 2

3 Construcionismo

Dimensão semântica

Pense agora em relação ao significado da atividade para os alunos. Ela foi concebida ou discutida previamente com eles tendo em vista uma ou mais situações do cotidiano deles? Procura estabelecer mecanismos para que o objeto (artefato/projeto) faça sentido, estabelecendo relações com os significados pessoais dos alunos (conhecimentos prévios)?

Consegue estabelecer a percepção de múltiplos e novos caminhos e possibilidades de aprendizagem?

Considerando a atividade que está sendo planejada e a construção do artefato, como o(s) conceito(s) do PC será (ão) utilizados a partir de situações do cotidiano dos estudantes? De que forma os conceitos do PC estão relacionados com as situações do cotidiano dos estudantes?

Fale um pouco sobre isso:

3 Construcionismo

Dimensão social

Na produção do artefato ou solução do problema, os alunos vão trabalhar individualmente, em duplas, equipes? Como será o processo de compartilhamento e feedback do artefato produzido? Somente para a turma, para a escola, para a comunidade como um todo? Se está previsto o compartilhamento com a escola e/ou comunidade (pais, por exemplo), como será o processo de feedback dessa comunidade?

De que forma o trabalho em equipes, o feedback dos colegas ou a exposição de trabalhos para a comunidade escolar pode alavancar a utilização dos conceitos do PC?

Comente o que está sendo planejado:

Figura 83 – Guia prático - construcionismo (dimensões semântica e social) - cartão 3

APÊNDICE B – PAPERT PC Framework - Conjunto de 6 cartões da rubrica do PC

Abstração

A abstração é um mecanismo importante no processo de solução de problemas, o qual permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução. De acordo Wing (2014), a abstração, a partir do Pensamento Computacional, permite mensurar e lidar com a complexidade.



https://uippsl.edu.br/abs

<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">0</p> <p>Não foram encontradas estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar processos de abstração em qualquer nível.</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">1</p> <p>Resumo: utilização de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) representações da realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essa representação para resolver algum tipo de problema.</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">2</p> <p>Resumo: utilização de mais de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) diferentes níveis de representações de uma mesma realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essas representações (disponíveis em mais de uma camada) para resolver algum tipo de problema.</p>
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">3</p> <p>Resumo: construção de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de representação da realidade (abstração), omitindo detalhes ou detalhando características em uma camada de abstração.</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">4</p> <p>Resumo: construção de mais de uma camada de abstração. Descrição: a atividade permite que os estudantes se envolvam na solução de problemas por meio da construção de mais de um nível de representação da realidade (abstrações), omitindo detalhes ou detalhando características em mais de uma camada de abstração.</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">5</p> <p>Resumo: definição das relações entre camadas de abstrações. Descrição: a atividade requer que os estudantes se envolvam na definição/construção de relações entre diferentes níveis de abstração ou na construção de abstrações que satisfaçam determinadas relações.</p>

Abstração

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade requer que os estudantes se envolvam na **construção/concepção** de relações entre diferentes níveis de abstração ou na **construção/concepção** de abstrações que satisfaçam determinadas relações?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade permite que os estudantes se envolvam na **solução** de problemas por meio da **construção/concepção**, por parte dos alunos, de mais de um nível de representação da realidade (abstrações), omitindo detalhes ou detalhando características em mais de uma camada de abstração?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 4 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade permite que os estudantes se envolvam na **solução** de problemas por meio da **construção/concepção**, por parte dos alunos, de representação da realidade (abstração), omitindo detalhes ou detalhando características em uma camada de abstração?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

d A atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) diferentes níveis de representações de uma mesma realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essas representações (disponíveis em mais de uma camada) para resolver algum tipo de problema?
Observe que neste caso os alunos não são responsáveis pela criação/concepção das abstrações. Apenas fazem uso para resolver algum problema.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 2 no critério abstração. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

e A atividade permite que os estudantes entrem em contato com (ou sejam apresentados a) representações da realidade, abstrações na forma de desenhos, mapas, modelos ou outros formatos e utilizem essa representação para resolver algum tipo de problema?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério abstração. Caso tenha respondido não, expresse que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar processos de abstração em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para abstração.

Figura 84 – Rubrica do PC - Critério abstração

Decomposição

É a habilidade de dividir dados, processos ou problemas em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas. É uma forma de pensar sobre os artefatos a partir de suas partes componentes. Essa habilidade cognitiva ajuda a resolver problemas complexos, a lidar com situações novas e a projetar sistemas (Google, n.d.; Selby & Woollard, 2014).



<https://ufpel.edu.br/des>

0

Não foi possível identificar que os materiais didáticos ou atividades promovam ou desenvolvam a competência da decomposição.

1

Resumo: utilização de composição/decomposição já estabelecida para resolver problemas. **Descrição:** a atividade não tem como objetivo trabalhar a decomposição, mas os estudantes entram em contato com (ou são apresentados a) decomposição de problemas em subproblemas e a composição de subproblemas e utilizam essa estrutura previamente elaborada para resolver algum tipo de problema.

3

Resumo: utilização de subproblemas previamente definidos para que a composição destes permita resolver problemas. **Descrição:** a atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior. O problema a ser resolvido já é apresentado decomposto e o estudante deve compor os subproblemas para resolver o problema como um todo.

5

Resumo: identificação de subproblemas (decomposição) para resolver problemas (composição). **Descrição:** a atividade exige que o estudante se envolva na divisão do problema em subproblemas menores cujas soluções compostas levem a solução do problema maior. O processo de decomposição e composição é construído pelo estudante.

Decomposição

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade exige que o estudante se envolva na divisão do problema em subproblemas menores cujas soluções compostas levem a solução do problema maior?
Observe que, neste caso, o processo de decomposição e composição é concebido/construído pelo próprio estudante.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade permite que o estudante se envolva na solução de subproblemas para resolver um problema maior? O problema a ser resolvido já é apresentado decomposto e o estudante deve compor os subproblemas para resolver o problema como um todo?
Neste caso, o aluno não se envolve no processo de decomposição mas, de alguma forma, a atividade exige que o aluno resolva problemas menores e desenvolva um processo de composição para a solução de um problema maior.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade não tem como objetivo trabalhar a decomposição, mas os estudantes entram em contato com (ou são apresentados a) decomposição de problemas em subproblemas ou a composição de subproblemas e utilizam essa estrutura previamente elaborada para resolver algum tipo de problema?
Neste caso o aluno se envolve com a composição ou decomposição de forma eventual/casual. A utilização de composição/decomposição já está previamente estabelecida para resolver problemas. O aluno não é solicitado a fazer a decomposição ou composição, mas o problema apresenta aspectos com essas características.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério decomposição. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar, utilizar ou estabelecer algum contato processos de composição/decomposição em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para decomposição.

Figura 85 – Rubrica do PC - Critério decomposição

Generalização

Envolve "reconhecimento e generalização de padrões". Compreende também por identificar uma solução (ou parte de) para um problema e generalizá-la para que possa ser aplicada a outros problemas e tarefas semelhantes (Bell et al. 1998a). Em síntese a generalização corresponde a identificar padrões, similaridades e conexões, resolver novos problemas baseados em problemas similares e utilizar uma solução geral.



<https://ufpel.edu.br/gen>

0

Atividade não envolve o conceito de generalização

1

Resumo: identificação de padrões e semelhanças. **Descrição:** a atividade objetiva exercitar a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados.

3

Resumo: adaptação de soluções ou parte de soluções. **Descrição:** a atividade objetiva exercitar a generalização na solução de problemas. A ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes.

5

Resumo: criação de soluções para resolver uma classe de problemas. **Descrição:** a ênfase da atividade é dada na criação de modelos ou padrões possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área.

Generalização

Questões para enquadramento na rubrica

a A ênfase da atividade é dada na criação/concepção de modelos ou padrões possam solucionar uma determinada classe de problemas ou na criação de soluções que possam ser transferidas para uma outra área?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério generalização. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade objetiva exercitar a generalização na solução de problemas? A ênfase é dada na adaptação de soluções ou partes de soluções para que elas se apliquem a toda uma classe de problemas semelhantes?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério generalização. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade objetiva exercitar a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados?
Neste caso o aluno se envolve apenas com a identificação de padrões e semelhanças em problemas, processos, soluções ou dados. Não chega a praticar o conceito de generalização.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério generalização. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a estruturar, utilizar ou estabelecer algum contato processos de identificação de padrões e/ou generalização em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para generalização.

Figura 86 – Rubrica do PC - Critério generalização

Pensamento Algorítmico

Está diretamente relacionado ao conceito de algoritmos que, segundo [Futschek 2006], "é um método para resolver um problema que consiste em instruções exatamente definidas". Por consequência o PA é "um conjunto de habilidades conectadas à construção e compreensão de algoritmos" como, por exemplo, a capacidade de analisar e especificar soluções para determinados problemas.



<https://it.ufpel.edu.br/ava>

<p>0</p> <p>Atividade não envolve pensamento algorítmico</p>	<p>1</p> <p>Resumo: utilização de instruções em sequência e manipulação de variáveis. Descrição: a atividade objetiva a utilização de instruções em uma determinada ordem (sequências) e instruções que armazenem, movam e manipulem dados para obter o efeito desejado (variáveis e atribuições).</p>	<p>2</p> <p>Resumo: utilização de estruturas de controle (seleção/decisão e repetição). Descrição: a atividade objetiva a utilização de instruções de múltiplas escolhas ou repetições, aninhadas ou não.</p>
<p>3</p> <p>Resumo: construção de funções. Descrição: a atividade objetiva a criação de uma coleção de instruções, agrupadas e nomeadas, que executam uma tarefa bem definida (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos).</p>	<p>4</p> <p>Resumo: utilização de conceitos de paralelismo. Descrição: a atividade envolve a identificação de tarefas que podem ser executadas em paralelo, considerando a necessidade de sincronizações, bem como a definição da distribuição de carga de trabalho entre diferentes fluxos de execução.</p>	<p>5</p> <p>Resumo: criação de algoritmos recursivos. Descrição: a atividade envolve a definição e utilização da recursão como uma forma de iteração, considerando formulação de problemas de forma recursiva e/ou aplicação das três leis da recursão (caso base, aproximação do caso base, chamada recursiva)</p>

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade envolve a definição e utilização da recursão como uma forma de iteração, considerando formulação de problemas de forma recursiva? Envolve a aplicação das três leis da recursão (caso base, aproximação do caso base, chamada recursiva)?
Caso a resposta seja sim para pelo menos uma das questões, registre o nível 5 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade envolve a identificação de tarefas que podem ser executadas em paralelo, considerando a necessidade de sincronizações, bem como a definição da distribuição de carga de trabalho entre diferentes fluxos de execução?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 4 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade objetiva a criação de uma coleção de instruções, agrupadas e nomeadas, que executam uma tarefa bem definida?
Envolve, neste caso, atividades que visam praticar a construção de (sub-rotinas, procedimentos, funções, métodos).
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

d A atividade objetiva a utilização de instruções de múltiplas escolhas ou repetições, aninhadas ou não?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 2 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

e A atividade objetiva a utilização de instruções em uma determinada ordem (sequências) e instruções que armazenem, movam e manipulem dados para obter o efeito desejado (variáveis e atribuições)?
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério pensamento algorítmico. Caso tenha respondido não, registre 0, indicando que a atividade não envolve pensamento algorítmico.

Figura 87 – Rubrica do PC - Critério pensamento algorítmico

Avaliação

A avaliação é identificada por Wing (2006) como a habilidade que os pensadores computacionais usam quando revisam algoritmos e fazem trocas, no uso do tempo e espaço, poder de processamento e armazenamento. Isso é sutilmente diferente da maneira como Frank encontrou a avaliação antes. De acordo com sua experiência, a avaliação ocorre no final de uma tarefa e é simplesmente um conjunto de perguntas como "funciona?" E "é adequado?" No entanto, no pensamento computacional, a avaliação é mais profunda para fazer perguntas como "satisfaz os objetivos originais?", "existem outras maneiras de resolver esse problema?" e "existem maneiras melhores (mais eficientes) de resolver esse problema?"



<https://it.ufpel.edu.br/ava>

Fonte: Computational thinking blooms

<p>0</p> <p>Atividade não envolve o conceito de avaliação</p>	<p>1</p> <p>Resumo: avaliação com critérios e processos pré-definidos. Descrição: a atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (critérios e processo são determinados na atividade).</p>
<p>3</p> <p>Resumo: identificação do processo e realização da avaliação. Descrição: a atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos (critérios são determinados na atividade).</p>	<p>5</p> <p>Resumo: identificação dos critérios e do processo e realização a avaliação. Descrição: a atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação.</p>

Questões para enquadramento na rubrica

a A atividade envolve a identificação dos critérios, do processo (de avaliação) para os critérios identificados e a realização da avaliação?
Neste caso o aluno é responsável por organizar um processo de avaliação do artefato, definindo o próprio processo, os critérios que vai utilizar para avaliar e, por fim, realizando a avaliação.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 5 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

b A atividade envolve a identificação do processo (de avaliação) e a realização da avaliação a partir de critérios pré-estabelecidos?
Neste caso, os alunos não são responsáveis por definir os critérios, ou seja, o que avaliar. Isso é pré-determinado na própria atividade. Porém deve, o aluno, organizar o processo de avaliação e a própria avaliação.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 3 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.

c A atividade envolve a realização da avaliação de uma solução a partir de um processo (de avaliação) e critérios estabelecidos previamente (critérios e processo são determinados na atividade)?
Neste caso o aluno se envolve apenas com a própria avaliação da solução. Os critérios e o processo de avaliação é pré-determinado na atividade.
Caso a resposta seja sim, registre o nível 1 no critério avaliação. Caso tenha respondido não, expressa que não foi possível identificar estruturas, atividades ou desafios que levem os estudantes a tomar contato com avaliação em qualquer nível. Neste caso registre nível 0 para avaliação.

Figura 88 – Rubrica do PC - Critério avaliação

The image shows two identical blank result cards for PC. Each card is titled "Resultados" and features a section for "Atividade" (Activity) with a text input field. Below this is a 5x5 grid for marking results, with a vertical axis labeled 0 to 5 and a horizontal axis labeled with the letters A, D, G, P, A and B, E, E, A, V and S, C, N, A, A. To the right of the grid is a blue box labeled "ABS". Below the grid are five colored boxes for other categories: a green box labeled "DEC", a purple box labeled "GEN", a blue box labeled "PA", and a red box labeled "AVA".

Figura 89 – Rubrica do PC - Cartão para anotar resultados

APÊNDICE C – PAPERT PC Framework - Conjunto de 6 cartões da rubrica construcionista

Pragmático

Visa mensurar se a atividade envolve a manipulação e/ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil ao aluno para a solução, no presente, de algum problema e o quanto o aluno é protagonista na construção deste artefato. O crescimento no nível da rubrica, que vai de 0 a 5, está diretamente associado ao menor ou maior envolvimento do aluno na construção desses artefatos.



0

A atividade **não** envolve manipulação ou criação de artefatos que se constitui(em) como algo útil para a solução, no presente, de algum problema.

1

Resumo: manipulação de artefatos. **Descrição:** a(s) atividade(s) envolve(m) a **manipulação** (apenas uso) de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente.

2

Resumo: criação de artefatos com amplo suporte. **Descrição:** a(s) atividade(s) envolve(m) a **criação** de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é **totalmente** suportado (*scaffold*) por roteiros ou guias passo a passo.

3

Resumo: criação de artefatos com suporte parcial. **Descrição:** a(s) atividade(s) envolve(m) a **criação** de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O processo de criação é **parcialmente** suportado (*scaffold*) por roteiros ou guias passo a passo.

4

Resumo: criação de artefatos sem suporte. **Descrição:** a(s) atividade(s) envolve(m) a **criação** de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. O aprendiz se utiliza de seus conhecimentos prévios, a atividade não impõe roteiros ou guias passo a passo.

5

Resumo: criação de artefatos por meio de um processo de algum ciclo ou espiral de aprendizagem. **Descrição:** A(s) atividade(s) envolve(m) a **criação** de um (ou mais) artefato(s) que se constitui(em) como algo útil para a solução de algum problema no presente. Além disso, a atividade, que conduz o aluno na criação do artefato, orienta explicitamente para a utilização de um ciclo ou espiral de aprendizagem.

Pragmático - Questões para classificação na rubrica

a A atividade envolve um processo de criação/concepção de um artefato que seja útil para resolver algum problema e, de forma explícita, instigue o aprendiz a utilizar algum ciclo ou espiral de aprendizagem?

Neste caso a atividade instiga o aluno a criar/conceber um artefato, para resolver algum problema, a partir de experiências prévias, sem seguir um determinado roteiro (passo a passo), porém incentiva a utilizar algum tipo de ciclo ou espiral de aprendizagem. Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

b A atividade envolve a criação de um artefato, que seja útil para resolver algum problema, baseado totalmente no conhecimento adquirido previamente pelo aprendiz?

Neste caso a atividade instiga o aluno a criar/conceber um artefato a partir de experiências prévias, sem impor ou propor algum suporte (*scaffold*) de roteiros ou guias passo a passo, porém também sem se utilizar de algum ciclo ou espiral de aprendizagem. Caso tenha respondido sim, registre o nível 4 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

c A atividade envolve a concepção de artefatos suportados (*scaffold*) parcialmente por roteiros ou guias passo a passo?

Neste caso o aprendiz elabora um artefato, mas o processo de criação é **parcialmente** suportado por roteiros ou guias passo a passo. O suporte auxilia o aprendiz na concepção, porém em parte do processo ele necessita utilizar seus conhecimentos prévios. Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

d A atividade envolve a concepção de artefatos a partir de amplo suporte (*scaffold*) como roteiros ou guias passo a passo?

Neste caso o aprendiz elabora um artefato, mas o processo de criação é totalmente suportado por roteiros ou guias passo a passo. Caso tenha respondido sim, registre o nível 2 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, passe para a próxima pergunta.

e A atividade envolve apenas utilização de artefatos prontos, que podem ser úteis para a resolução de algum problema?

Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério pragmático. Caso tenha respondido não, significa que a atividade não envolve a manipulação ou criação de artefatos.

Figura 90 – Rubrica construcionista - Critério pragmático

Semântico

Avalia se a atividade faz sentido para o aluno, promove múltiplas aprendizagens e se instiga o aluno a outras descobertas. Uma estratégia adequada seria incluir aspectos do cotidiano, que proporcionem múltiplas aprendizagens e que instiguem o aprendiz a ir além dos conhecimentos que são propostos na atividade.



<http://11.0901.edu.br/semantico>

<p>0</p> <p>A atividade não estabelece vínculo com situações do cotidiano dos alunos.</p>	<p>1</p> <p>Resumo: aprendizagem de um conceito a partir de situações do cotidiano. Descrição: a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de um determinado conceito a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.</p>
<p>3</p> <p>Resumo: aprendizagem de múltiplos conceitos a partir de situações do cotidiano. Descrição: a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano dos alunos para a faixa etária considerada.</p>	<p>5</p> <p>Resumo: aprendizagem de conceitos (ou relações) não previstos. Descrição: a construção do artefato ou projeto, vinculado às situações do cotidiano dos alunos, além de promover a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais), também prevê estratégias para proporcionar aprendizagens, ou para estabelecimento de relações, não previstas na atividade.</p>

Semântico - Questões para classificação na rubrica

a A construção do artefato ou projeto envolve situações do cotidiano para a faixa etária considerada, promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) e também instiga os aprendizes a desenvolverem aprendizagens ou estabelecerem relações que vão além daquelas previstas na atividade?
 Observe se estão envolvidas situações que, de forma geral, fazem parte do cotidiano dos estudantes para a faixa etária alvo da proposta. A partir destas situações do cotidiano, verifique se são promovidas múltiplas aprendizagens e se o aprendiz é instigado a ir além e aprender até mesmo conceitos que não estão previstos na própria atividade.
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério semântico. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.

b A construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada?
 Observe se a construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de múltiplos conceitos (dois ou mais) a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada. Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério semântico. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta:

c A construção do artefato ou projeto promove a aprendizagem de um determinado conceito a partir de contextos que incorporam situações do cotidiano para a faixa etária considerada?
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério semântico. Caso tenha respondido não, registre o nível 0 no critério semântico.

Figura 91 – Rubrica construcionista - Critério semântico

Sintático

Avalia o quanto a atividade inclui de suporte em relação a materiais didáticos que viabilizem a progressão do aprendizado. O nível evolui, entre 0, 1, 3 e 5, partindo da ausência de indicações de recursos e chegando a utilização de um ambiente onde se propicie o que recomenda Resnick et al. (2005) em relação ao piso baixo, que ofereça aos aprendizes fácil introdução ao assunto, teto alto, o qual está relacionado com a viabilidade de propiciar o desenvolvimento de projetos complexos e paredes largas, para que diferentes tipos projetos possam ser realizados. Em outras palavras, a atividade deve conseguir acolher alunos com pouco conhecimento, permitir uma evolução na aprendizagem que viabilize o desenvolvimento de projetos complexos e de diferentes tipos.



<http://11.0901.edu.br/sintatico>

<p>0</p> <p>Não é possível detectar se o artefato a ser manipulado/criado é simples/complexo e se existem (ou não) diferentes possibilidades de tipos de artefatos.</p>	<p>1</p> <p>Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefatos simples e de um determinado tipo. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo com a faixa etária) e de um determinado tipo.</p>
<p>3</p> <p>Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples, porém de vários tipos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo a faixa etária) porém de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar. OU Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção de artefato simples que permite avançar para artefatos mais complexos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixem entediados os alunos mais avançados.</p>	<p>5</p> <p>Resumo: atividade disponibiliza recursos para produção artefato(s) desde simples até complexos e de vários tipos. Descrição: os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixam entediados os alunos mais avançados e de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar.</p>

Sintático - Questões para classificação na rubrica

a Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade (ou de um conjunto de atividades) parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples até os mais complexos, que não "seguram" ou deixem entediados os alunos mais avançados e de variados estilos, ou seja, com vários caminhos possíveis de serem abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar?
 Este questionamento está diretamente relacionado aos ensinamentos de Papert e Resnick sobre a importância de oferecer, simultaneamente, oportunidades para aprendizes com pouco experiência (piso baixo) e também para aqueles que podem avançar mais rapidamente para projetos mais sofisticados (teto alto) e com diferentes estilos e interesses de aprendizagem (paredes largas). Leia o artigo indicado no QR-CODE ao lado para saber mais sobre esses conceitos.
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério sintático. Caso a resposta seja negativa, passe para a próxima questão.

b Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, considerando a faixa etária - piso baixo) porém de variados tipos, ou seja, com vários caminhos possíveis são abordados na criação do(s) artefato(s) onde diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar (paredes largas)? Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar desde a manipulação/criação de artefatos mais simples (piso baixo) até os mais complexos, que não "seguram" ou deixam entediados os alunos mais avançados (teto alto)?
 Caso tenha respondido sim a uma das perguntas deste item, registre o nível 3 no critério sintático. Caso tenha respondido não as duas perguntas, passe para a próxima questão.

c Os materiais indicados ou o próprio desenrolar da atividade parece viabilizar ou apoiar apenas a manipulação/criação de artefato(s) simples (para iniciantes, de acordo com a faixa etária) e de um determinado tipo?
 Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério sintático. Caso a respostas seja não, registre nível 0 no critério sintático.

Figura 92 – Rubrica construcionista - Critério sintático

Sintônico

Envolve a autonomia dos alunos na escolha dos temas a serem trabalhados na atividade. A evolução no nível, entre 0 e 5, acontece a partir de uma maior discussão sobre as alternativas de temas, ampliação do conjunto de opções e liberdade para o aluno escolher uma das possibilidades ou mesmo propor e desenvolver uma temática que não foi oferecida pelo professor.



<p>0</p> <p>O tema ou a atividade que demanda o artefato é apresentado pelo professor e não há discussão prévia ou posterior sobre inclusão de outros temas</p>	<p>1</p> <p>Resumo: opções de temas são oferecidas porém apenas uma é trabalhada. Descrição: o professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e uma das opções é escolhida, em conjunto professor e alunos, para que todos (em grupo ou individualmente) elaborem o artefato.</p>	<p>2</p> <p>Resumo: opções de temas são oferecidas e os alunos ficam livres para escolher. Descrição: professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) ficam livres para fazer a escolha de um dos temas.</p>
<p>3</p> <p>Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha de apenas um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e todos devem desenvolver o mesmo tema.</p>	<p>4</p> <p>Resumo: discussão prévia sobre temas e escolha livre de um. Descrição: professor desenvolve uma discussão prévia, a partir desse debate oferece alguns temas e os alunos ficam livres para desenvolver um dos temas.</p>	<p>5</p> <p>Resumo: aluno é livre para escolher o tema. Descrição: o aluno é o responsável por definir o tema que pretende desenvolver o artefato. Neste caso é possível deixar a opção totalmente livre ou oferecer um leque de opções deixando livre a possibilidade de que o aluno escolha uma alternativa que não conste das opções.</p>

Sintônico - Questões para classificação na rubrica

- a** O aluno é o responsável por definir o tema que pretende desenvolver o artefato?
Neste caso é possível deixar a opção totalmente livre ou oferecer um leque de opções deixando livre a possibilidade de que o aluno escolha uma alternativa que não conste das opções.
Caso tenha respondido sim, registre o nível 5 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- b** O professor desenvolve uma discussão prévia sobre possibilidades de temas, com base nesse debate oferece alguns temas (três ou mais) e os alunos ficam livres para desenvolver um desses temas?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 4 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- c** O professor desenvolve uma discussão prévia sobre possibilidades de temas, com base nesse debate oferece alguns temas (três ou mais) e todos os alunos devem desenvolver o mesmo tema?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 3 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- d** O professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) ficam livres para fazer a escolha de um dos temas?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 2 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, passe para a próxima questão.
- e** O professor oferece opções de temas (três ou mais) sem discussão prévia com os alunos e esses (em grupo ou individualmente) devem trabalhar um mesmo tema (toda turma no mesmo tema)?
Caso tenha respondido sim, registre o nível 1 no critério sintônico. Caso tenha respondido não, registre 0 para o critério sintônico

Figura 93 – Rubrica construcionista - Critério sintônico

Social

Examina o incentivo ao trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos e o envolvimento com a comunidade. Partindo da ausência no trabalho em equipes e sem compartilhar os artefatos, tendo níveis de 0 a 5, chega ao máximo pela proposta de trabalho em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos colegas e também da comunidade onde os alunos estão inseridos.



<p>0</p> <p>Não há incentivo ao trabalho em equipes e posterior compartilhamento dos artefatos.</p>	<p>1</p> <p>Resumo: atividade desenvolvida em equipes. Descrição: a atividade envolve a produção de um artefato onde os alunos são incentivados a trabalhar em duplas ou grupos. ou Resumo: atividade desenvolvida individualmente e depois é compartilhada com os colegas. Descrição: a atividade envolve a produção individual de um artefato que é posteriormente compartilhado com o grupo para discussão/feedback.</p>	<p>2</p> <p>Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas. Descrição: a atividade envolve, além do trabalho em equipes, o incentivo para que os artefatos produzidos sejam compartilhados com os demais grupos.</p>
<p>3</p> <p>Resumo: desenvolvimento em equipes e compartilhamento dos artefatos com os colegas com sistematização do feedback. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma e é previsto um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados.</p>	<p>4</p> <p>Resumo: desenvolvimento em equipes, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade (pais, outros professores, outros alunos da escola, etc) onde os alunos estão inseridos.</p>	<p>5</p> <p>Resumo: desenvolvimento em equipe, compartilhamento com os colegas, feedback e compartilhamento com a comunidade. Descrição: a atividade envolve o trabalho dos alunos em equipes, o compartilhamento dos artefatos com a turma, um processo organizado de feedback dos alunos em relação aos artefatos compartilhados e também são amplamente divulgados externamente, ou seja, para a comunidade onde os alunos estão inseridos. Além disso, também existe um processo sistematizado de feedback da comunidade em relação aos artefatos compartilhados externamente.</p>

Social - Questões para classificação na rubrica

- a** Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma
 - d) um processo organizado de compartilhamento com a comunidade
 - e) um processo sistematizado de *feedback* da comunidade
 Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 5 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- b** Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma
 - d) um processo organizado de compartilhamento com a comunidade
 Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 4 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- c** Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 - c) *feedback* da turma
 Caso todas essas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 3 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- d** Avalie se a atividade envolve, simultaneamente:
 - a) o trabalho dos alunos em equipes/grupos
 - b) o compartilhamento dos artefatos com a turma
 Caso as duas ações estejam previstas na atividade, registre o nível 2 no critério social. Caso tenha respondido não, responda à próxima pergunta.
- e** A atividade envolve o trabalho em equipe/grupos, porém os grupos não são incentivados a compartilhar? A atividade envolve trabalho individual onde os alunos são incentivados a compartilhar com os demais colegas?
Caso tenha respondido sim a uma das perguntas deste item, registre o nível 1 no critério social. Caso tenha respondido não para essas duas perguntas, registre o nível 0 no critério social.

Figura 94 – Rubrica construcionista - Critério social

Resultados

Atividade Score total

5	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•
1	•	•	•	•	•
0					

Pragmático

Sintônico

Sintático

Semântico

Social

Resultados

Atividade Score total

5	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•
1	•	•	•	•	•
0					

Pragmático

Sintônico

Sintático

Semântico

Social

Figura 95 – Rubrica construcionista - Cartão para registro dos resultados