Rubrica construcionista para avaliação de atividades didáticas

Christiano Martino Otero Avila[1], **Simone André da Costa Cavalheiro**[1]

[1] Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas, RS – Brasil

{cm.avila,simone.costa}@inf.ufpel.edu.br

Abstract. *This article presents the process of elaborating a rubric that aims to identify the level of alignment of a certain didactic activity with the constructionist theory. The purpose of this instrument is to support the development/evaluation of activity plans considering constructionist dimensions, stimulating dispositions related to Computational Thinking. The rubric was evaluated, in two cycles, with the support of the Kappa coefficient of agreement, which allowed the analysis of the dispersion of the evaluators' responses, for each criterion considered (pragmatic, syntonic, syntactic, semantic and social). From changes made, between cycles, the results showed an evolution in the agreement index for all criteria.*

Resumo. *Este artigo apresenta o processo de elaboração de uma rubrica que visa identificar o nível de alinhamento de uma determinada atividade didática com a teoria construcionista. O objetivo deste instrumento é o de dar suporte ao desenvolvimento/avaliação de planos de atividades considerando dimensões construcionistas, estimulando disposições que apoiam o Pensamento Computacional. A rubrica foi avaliada, em dois ciclos, com apoio do coeficiente de concordância de Kappa, o qual permitiu analisar a dispersão das respostas dos avaliadores, para cada critério considerado (pragmático, sintônico, sintático, semântico e social). A partir de alterações realizadas, entre o ciclos, os resultados mostraram uma evolução no índice de concordância para todos os critérios.*

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, várias escolas de ensino básico no Brasil ainda utilizam em sala de aula a lógica de memorização e de transmissão dos conhecimentos, em geral compartimentando o ensino em componentes curriculares [Marques et al. 2021, Paula and Valente 2016]. Autores como Papert, Valente e Resnick [Papert 1994, Papert 1996, Valente 2019] denunciam a pouca efetividade deste formato há décadas, ou mesmo há mais de um século, se forem consideradas as obras de Dewey, que já abordavam a necessidade de um modelo de ensino-aprendizagem focado no aluno e que partisse da problematização de seus conhecimentos prévios.

Neste contexto, são retomadas as discussões relativas ao desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) [Guarda and Pinto 2020], colocado em evidência a partir

de 2006 por Jeannette Wing [Wing 2006]. Alicerçado nos fundamentos da computação, ela aborda o PC como uma metodologia para resolução de problemas que pode ser aplicada em diversos escopos e níveis de ensino. Pode-se dizer que o PC inclui uma série de habilidades, como abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação [Selby and Woollard 2013] que são apoiados por uma série de disposições e atitudes [ISTE 2011], como confiança em lidar com a complexidade, persistência em trabalhar com problemas difíceis, tolerância para ambiguidades, habilidade para lidar com problemas em aberto e habilidade de se comunicar e trabalhar em equipe. Muitas destas disposições podem ser desenvolvidas com o suporte da teoria construcionista [Papert 1986] ao incluir em suas práticas a construção de artefatos significativos, a vinculação com situações do cotidiano e o trabalho em equipe.

Diversos trabalhos recentes exploram o desenvolvimento do PC na Educação Básica [del Olmo-Muñoz et al. 2020, Bobsin et al. 2020, Farias et al. 2020], assim como buscam alternativas e metodologias que permitam a sua avaliação [Tsai et al. 2021, França and Silva 2020]. Entretanto, o desenvolvimento de habilidades ou disposições relacionadas ao PC, assim como o envolvimento dos alunos em uma aprendizagem significativa, que promovam habilidades úteis a formulação de solução de problemas, ainda é um desafio [Angeli and Giannakos 2020, Montiel and Gomez-Zermeño 2021]. Isso evidencia a necessidade de metodologias e instrumentos acessíveis, com etapas ou critérios claros, que deem suporte a esse desenvolvimento.

Alguns trabalhos sugerem a integração da teoria Construcionista e do PC como alternativa para lidar com tais desafios. Em particular, em [CSIZMADIA et al. 2019] é proposta uma ferramenta de mapeamento que pode ser usada para revisar atividades de sala de aula em termos de pensamento computacional e aprendizagem construcionista. Tal proposta categoriza as habilidades do PC contempladas nas atividades e com relação ao construcionismo, classifica o grau de independência em modificar as tarefas, objetos ou códigos envolvidos, explicitando se a ênfase é em usar, modificar ou criar. Já em [Kotsopoulos et al. 2017] é proposta uma ferramenta pedagógica, desenvolvida a partir de teorias construcionistas e construtivistas, a qual inclui quatro experiências (desplugado, experimentando, fazendo, e remixando) para o desenvolvimento do PC.

Este trabalho aborda o PC e o Construcionismo como abordagens complementares e propõe um instrumento para incorporação de dimensões construcionistas [Maltempi 2004] em planos de atividades. O objetivo deste instrumento é o de desenvolver/avaliar planos de atividades à luz da teoria construcionista, estimulando as disposições relacionadas ao Pensamento Computacional. Diferenciando-se das abordagens já propostas, a rubrica fundamenta-se no desenvolvimento em níveis de cinco dimensões construcionistas (pragmática, sintônica, social, sintática e semântica), as quais ao serem integradas, tem o potencial de incorporar disposições que dão apoio ao PC.

O trabalho está organizado como segue. Na Seção 2, são apontados aspectos que mostram que o PC e a teoria construcionista podem ser considerados abordagens complementares em projetos relacionados a computação na educação. Na Seção 3 detalha-se o método utilizado para o desenvolvimento da rubrica construcionista, bem como o referencial teórico que embasou o trabalho. Em seguida, na seção 4, apresenta-se as principais características do instrumento proposto e os resultados obtidos a partir de sua utilização por professores especialistas. Por fim, na Seção 5, são descritas as considerações finais.

2. Pensamento Computacional e Construcionismo enquanto Abordagens Complementares

Esta seção discute algumas relações entre o PC e o construcionismo, evidenciando de que forma podem ser consideradas abordagens complementares. O PC é uma abordagem que tem como foco a formulação e resolução de problemas fundamentada na Ciência da Computação. Neste sentido, Wing destaca o poder das ferramentas mentais do PC [Wing 2008], 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). Diversas estratégias podem e já vem sendo consideradas, como a robótica educacional [Angeli and Valanides 2020], a criação de jogos [Turchi et al. 2019], o desenvolvimento de animações [Tasso et al. 2019], atividades relacionadas a computação desplugada [Relkin et al. 2020], dentre outras.

Por sua vez, 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 do ensino básico. Na Tabela 1 são resumidas algumas teorias e abordagens, bem como suas respectivas funções ou objetivos visando explicitar relações entre elas. Para reforçar, a Figura 1 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 [Acevedo-Borrega et al. 2022] podem ser planejadas e executadas tendo como referência os pressupostos teóricos da aprendizagem construcionista, tais como a ludicidade, a construção de artefatos significativos, a vinculação com situações do cotidiano e o trabalho em equipe. Outra relação evidente envolve a relação entre projetos e problemas, destacado no lado esquerdo da figura. Enquanto o PC tem como foco a formulação e resolução de problemas [Barr and Stephenson 2011], o construcionismo incentiva o desenvolvimento de atividades que envolvam projetos [Resnick and Rusk 2020]. Desta forma, os projetos incentivados no construcionismo podem ser organizados para ajudar os aprendizes a formular e resolver problemas.

Tabela 1. 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 conceitos da computação como abstração, decomposição, generalização, pensamento algorítmico e avaliação [Selby and Woollard 2013] .
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 dimensões dos ambientes construcionistas (pragmática, sintática, sintônica, semântica e social [Maltempi 2004]) .

Entendendo as abordagens como complementares, parte-se para a proposta de um instrumento que permita a integração das dimensões construcionistas em planos de ati-

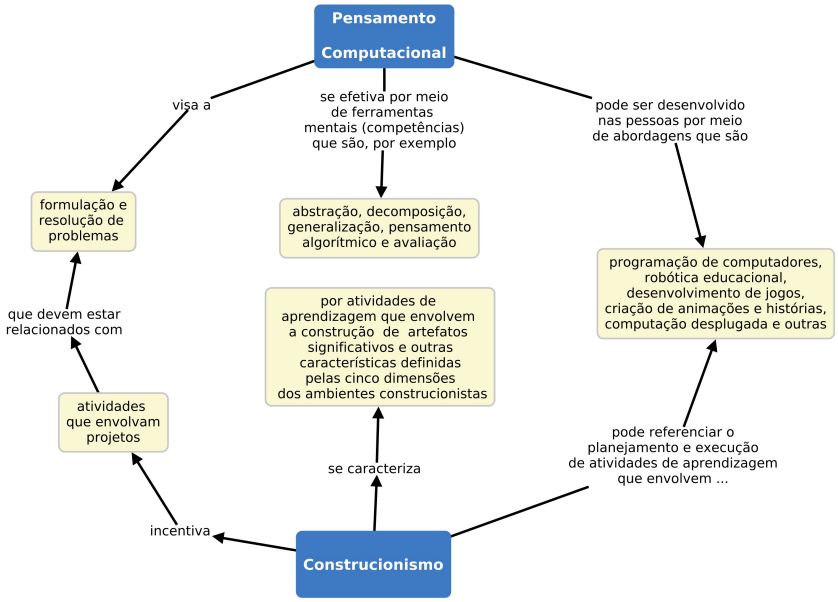

Figura 1. Pensamento Computacional e construcionismo. Fonte: autor

vidades que visam também a promoção das atitudes que dão suporte ao PC: confiança em lidar com a complexidade (APC1), persistência em trabalhar com problemas difíceis (APC2), tolerância para ambiguidades (APC3), habilidade para lidar com problemas em aberto (APC4) e habilidade de se comunicar e trabalhar em equipe (APC5).

3. Método de Desenvolvimento da Rubrica Construcionista

O desenvolvimento da rubrica partiu da análise de referencial teórico, buscando-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 se deu em função de que elas permitiram organizar as características principais do construcionismo, promovendo disposições e atitudes que apoiam o PC [ISTE 2011]. Papert [Papert 1986] baseou a teoria 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" [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. Para organizar ou melhor formalizar as concepções do construcionismo, Papert organiza em dimensões (pragmático, sintônico, sintático, semântico e social) que podem orientar na concepção de ambientes educacionais [Papert 1986, Maltempi 2004]. Em particular, no processo de construção desta rubrica, procurou-se relacionar as dimensões consideradas com as disposições do PC.

A dimensão pragmática está relacionada a manipulação/criação de artefatos significativos, conduzindo os alunos a serem protagonistas no processo de construção. Muitas vezes, a atitude de alunos que desistem de uma atividade está relacionada a falta de empenho e não necessariamente a falta de aptidão [Vieira et al. 2018]. O desenvolvimento de artefatos que façam sentido aos estudantes, bem como a ênfase ao protagonismo dos mes-

mos podem, não só exercitar a persistência em trabalhar com problemas difíceis (APC2), como estimular a confiança em lidar com a complexidade (APC1). A dimensão sintônica abrange a participação dos estudantes na escolha das temáticas a serem trabalhadas, o que estimula a possibilidade de lidar com problemas em aberto (APC4), assim como a tolerância em lidar com a ambiguidade (APC3). Já a dimensão social incentiva o compartilhamento, o trabalho em equipe e o envolvimento com a comunidade, fazendo com que os estudantes tenham que se comunicar e trabalhar juntos para atingir uma solução ou objetivo comum. A dimensão sintática preocupa-se com a disponibilização de suporte para a progressão do aprendizado, despertando a autonomia e persistência dos estudantes (APC2). Por fim, a dimensão semântica está relacionada ao incentivo à aprendizagem multidisciplinar e vinculação com as situações do cotidiano, mais uma vez possibilitando o estímulo à habilidade de lidar com problemas em aberto (APC4) e à confiança em lidar com a complexidade (APC1).

A rubrica, estruturada em critérios e níveis, permite detectar não apenas a presença de cada dimensão mas, principalmente, identificar um valor qualitativo para sua incorporação. Os critérios sintático e semântico foram graduados, além do 0 que indica ausência da dimensão, em 1, 3 e 5. Para os critérios pragmático, sintônico e social foram utilizados os níveis 0, 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 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, de forma que, 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".

Após estudos preliminares, uma primeira versão da rubrica foi elaborada. Definiu-se então um conjunto planos de atividades a serem avaliados por professores especialistas. Um grupo de cinco professores, dos quais dois doutores em Ciência da Computação e três doutores em Educação, todos professores do ensino superior que já atuaram na área do Pensamento Computacional, concordaram em participar do processo de avaliação da rubrica. Cada professor fez a avaliação de todos os planos, individualmente, sem consultar os colegas, e remeteu de volta ao pesquisador. A validação dos resultados se deu a partir da análise da concordância das respostas. Para isto, utilizou-se o coeficiente estatístico Kappa free-marginal, para múltiplos avaliadores [Fonseca et al. 2007, Fleiss 1971]. A Tabela 2 foi utilizada como referência para entender a qualidade alcançada pelos índices.

Tabela 2. Coeficiente de concordância [Landis and Koch 1977]

Intervalo	Interpretação
< 0	insignificante
$[0, 0.2]$	fraca
$[0.21, 0.4]$	razoável
$[0.41, 0.6]$	moderada
$[0.61, 0.8]$	forte
$[0.81, 1]$	quase perfeita

4. Rubrica Construcionista: proposta e resultados

O instrumento aqui proposto objetiva ajudar a identificar o alinhamento de atividades didáticas com a teoria construcionista. Utilizou-se como fundamento as dimensões do construcionismo [Maltempi 2004] e a sua capacidade de operacionalizar a teoria, ou seja, colocá-la em prática a partir de seus pressupostos teóricos. Assim, a rubrica construcionista aqui proposta visa: operacionalizar a avaliação de planos de atividades; e servir de "guia" para inspirar a concepção de novas atividades. Intenciona-se que sua leitura, durante a elaboração de uma proposta, inspire o profissional em relação a práticas e estratégias que alinhem a condução da atividade com a teoria construcionista.

As tabelas 3 e 4 apresentam o detalhamento em níveis dos cinco critérios da rubrica construcionista: pragmático, sintônico, social, sintático e semântico. A rubrica também está disponível na forma de cartões[1], visando tornar o instrumento de avaliação mais didático, com a inclusão de elementos formativos (disponibilizados por links ou QR-Codes). Cada cartão, conforme ilustrado na Figura 2, está relacionado a um critério. Na parte frontal (lado esquerdo) apresenta um breve texto introdutório e a descrição em níveis. No verso (lado direito) são disponibilizadas algumas questões que visam conduzir a classificação do plano que está sendo construído ou avaliado no nível/critério.

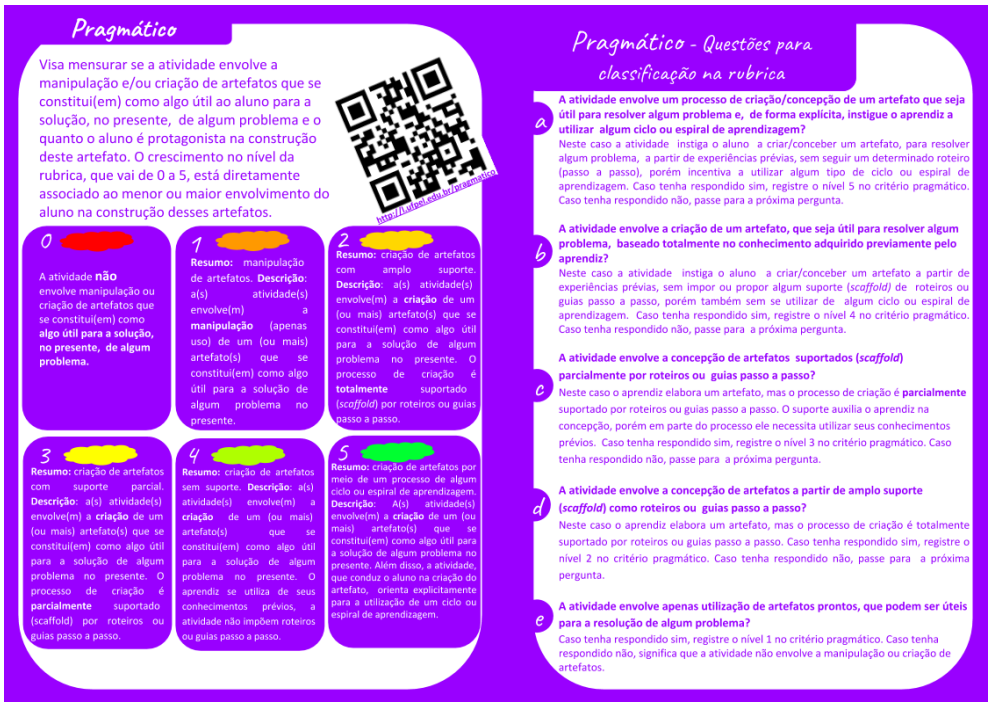

Figura 2. Cartão pragmático. Fonte: Autor

O critério pragmático desta rubrica, apresentado também na Figura 2, visa mensurar se a atividade envolve a manipulação ou criação de artefato(s) que se constitui(em) como algo útil ao aluno para a solução imediata[2] de algum problema. Também avalia o

[1] O conjunto dos cinco cartões, mais o cartão para registro dos resultados, estão disponíveis para download no formato PDF em https://bit.ly/3xOKxrh.

[2] O termo imediato 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 3. 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 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 nas 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. 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.	**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 onde os alunos estão inseridos. Além disso, também existe um processo sistematizado de feedback da comunidade em relação aos artefatos compartilhados externamente.

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 nesse processo de construção. Para isso, neste critério, adaptou-se o proposto por [Lee et al. 2011], o qual sugere um empoderamento progressivo do estudante a partir das fases de usar-modificar-criar, onde o aprendiz parte de consumidor da criação de outra pessoa, passando por modificador de artefatos e, por fim, criador de seu próprio produto. Na etapa de criação, o autor sugere um ciclo que envolve o ato de criar, testar, analisar e refinar. Para atingir o nível 5, o estudante deve ser guiado por ciclos ou espirais de agrendizagem, como as que são propostas pelo próprio Lee ou, preferencialmente, como sugerido por [Valente et al. 2005] ou [Rosa 2004], os quais são ainda mais adaptados a contextos de criação em ambientes educacionais.

O critério sintônico visa estimar a participação dos alunos na escolha dos temas a serem trabalhados. A evolução no nível, de 0 a 5, acontece a partir de uma maior discus-

Tabela 4. 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.

são 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."

O critério social examina o incentivo ao trabalho em equipes (APC5), o compartilhamento dos artefatos e o envolvimento com a comunidade. Partindo da ausência do trabalho em equipes 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.

O critério 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, passando pela quantidade de materiais (apenas um ou vários) e chegando a utilização de um ambiente onde se propicie o que é recomendado em [Resnick et al. 2005], em particular, o 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 [Resnick et al. 2005], inspirado por Papert, utiliza constantemente a analogia do piso baixo, teto alto e paredes largas (p. 3).

O critério semântico 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 et al. 2015], o qual reforça a importância de lidar com elementos que carreguem significados. Essas ideias são originárias de [Papert 1986], o qual observa

Tabela 5. Resultados alcançados - 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

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. Um sexto cartão foi elaborado para registrar qual atividade está sendo avaliada, informar os escores e observações para cada critério, além de fornecer a estrutura de um gráfico de acompanhamento, o qual ao ser preenchido, facilita a visualização dos resultados.

O processo de avaliação se deu pela utilização da rubrica para análise de um conjunto de cinco planos de atividades[3] por cinco professores especialistas. Foram enviados aos professores, por e-mail, as instruções gerais, os planos de atividades a serem avaliados, a rubrica e os formulários[4] que deveriam ser preenchidos. Os planos foram avaliados em separado por cada um dos professores, os quais atribuíram um nível para cada um dos critérios considerados, por plano analisado. A validação dos resultados se deu a partir da análise da concordância das respostas obtidas. A Tabela 5 mostra, nas colunas "Resultados 1º ciclo" e "Interpretação 1º ciclo", os resultados de uma primeira avaliação da rubrica em relação a concordância dos avaliadores [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.

A partir desses resultados, realizou-se uma reunião para análise. Uma das questões levantadas foi a de que as descrições dos níveis em alguns casos não eram precisas e geravam dúvidas em relação a classificação. Foi sugerido evitar determinados termos como, por exemplo, criatividade, suporte passo a passo, entre outros. A rubrica foi alterada para contemplar as sugestões, principalmente no sentido de descrever os níveis com mais clareza para diminuir as dúvidas em relação a classificação[5]. Depois de alterada, a rubrica foi submetida a uma nova avaliação. Neste ciclo, visando minimizar o esforço dos avaliadores, utilizou-se 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 5. 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, ainda são necessários novos ciclos de avaliação. É possível se inferir que, no segundo ci-

[3]A listagem dos planos avaliados pode ser consultada em `https://bit.ly/36I7ZKN`.

[4]O modelo de formulário utilizado e as instruções de preenchimento podem ser consultados em `https://bit.ly/3eqpN1z`.

[5]A rubrica apresentada nesta seção já contempla as alterações.

clo, a maioria dos avaliadores por já terem conhecimento da rubrica, reportaram aspectos relacionados às descrições dos níveis e, desta forma, naturalmente tenderam a convergir nas pontuações. Assim, para que seja possível confirmar a validade da rubrica a partir dos resultados estatísticos, serão necessários mais ciclos de avaliação, 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.

5. Considerações finais

Este artigo relata o processo de construção de um instrumento para avaliar o alinhamento de atividades didáticas com a teoria construcionista, estruturado a partir das dimensões construcionistas, promovendo também atitudes que dão suporte ao PC, como: confiança em lidar com a complexidade, persistência em trabalhar com problemas difíceis, tolerância para ambiguidades, habilidade para lidar com problemas em aberto e habilidade de se comunicar e trabalhar em equipe. A rubrica foi utilizada por cinco professores, em dois ciclos, visando avaliar a validade do instrumento. Foi possível observar que, a partir de modificações realizadas, entre um ciclo e outro, o coeficiente de concordância melhorou significativamente para todos os critérios. Enquanto trabalho futuro, pretende-se realizar novos ciclos avaliativos, alternando as atividades didáticas a serem avaliadas e os professores que realizarão as avaliações entre cada ciclo. O instrumento proposto, além de permitir avaliar o alinhamento, pode também inspirar a concepção ou planejamento de novas atividades para que incorporem mais efetivamente as dimensões construcionistas.

Referências

Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J., and Garrido-Arroyo, M. d. C. (2022). Computational thinking and educational technology: A scoping review of the literature. *Education Sciences*, 12(1).

Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3):438.

Anderson, L. W. et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. NY: Addison Wesley.

Angeli, C. and Giannakos, M. (2020). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior*, 105.

Angeli, C. and Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, 105.

Azevedo, G. T. d. et al. (2017). Construção do conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: desafios e possibilidades. Master's thesis, Universidade Federal de Goiás.

Barr, V. and Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to k-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1):48–54.

Bobsin, R., Nunes, N., Kologeski, A., and Bona, A. (2020). O pensamento computacional presente na resolução de problemas investigativos de matemática na escola básica. In *Anais do XXXI SBIE*, pages 1473–1482, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

CSIZMADIA, A. et al. (2019). Integrating the constructionist learning theory with computational thinking classroom activities. *Informatics in Education*, 18(1):41–67.

del Olmo-Muñoz, J. et al. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers & Education*, 150:103832.

Farias, E. et al. (2020). Pensamento computacional e a ação computacional por ensino remoto: Um relato de experiência de uso do appinventor em meio a pandemia de covid-19. In *Anais do XXXI SBIE*, pages 1523–1532, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological bulletin*, 76(5):378.

Fonseca, R. J. R. M. d., Silva, P. J. d. S. P. d., and Silva, R. R. d. (2007). Acordo interjuízes: O caso do coeficiente kappa. *Laboratório de Psicologia*, pages 81–90.

França, C. and Silva, C. (2020). Identificação de critérios para avaliação do pensamento computacional aplicado. In *Anais do XXXI SBIE*, pages 1493–1502. SBC.

Guarda, G. and Pinto, S. (2020). Dimensões do pensamento computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. In *Anais do XXXI SBIE*, pages 1463–1472. SBC.

ISTE, C. (2011). Computational thinking in k–12 education leadership toolkit. Technical report, Computer Science Teacher Association.

Kotsopoulos, D. et al. (2017). A pedagogical framework for computational thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2):154–171.

Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, pages 159–174.

Lee, I. et al. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1):32–37.

Maltempi, M. V. (2004). Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. *Educação matemática: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez*, pages 264–282.

Marques, N. L. R. et al. (2021). Novas diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial de professores para a educação básica: avanços ou retrocessos? 5:637–649.

Matos, D. A. S. (2014). Confiabilidade e concordância entre juízes: aplicações na área educacional. *Estudos em Avaliação Educacional, São Paulo*, 25:298–324.

Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(25):1–10.

Montiel, H. and Gomez-Zermeño, M. G. (2021). Educational challenges for computational thinking in k–12 education: A systematic literature review of "scratch" as an innovative programming tool. *Computers*, 10(6).

Papert, S. (1986). *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*. MIT, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group.

Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1):95–123.

Paula, B. H. d. and Valente, J. A. (2016). Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. *RIAEE*, 70(1):9–28.

Relkin, E. et al. (2020). Techcheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *JSET*, 29:482–498.

Resnick, M. et al. (2005). Design principles for tools to support creative thinking. In *NSF Workshop Report on Creativity Support Tools*, pages 25–36. Citeseer.

Resnick, M. and Rusk, N. (2020). Coding at a crossroads. *Commun. ACM*, 63(11):120–127.

Rosa, M. (2004). Role playing game eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Dissertação de mestrado - educação matemática, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Sápiras, F. S., Dalla Vecchia, R., and Maltempi, M. V. (2015). Utilização do scratch em sala de aula using scratch in the classroom. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do PEPGEM*, 17(5):973–988.

Selby, C. and Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. In *ITiCSE Conference 2013*.

Tasso, S. et al. (2019). Hahai: Computational thinking in primary schools. In *CSIA – ICCSA 2019*, pages 287–298, Cham. Springer International Publishing.

Thompson, E., Luxton-Reilly, A., Whalley, J. L., Hu, M., and Robbins, P. (2008). Bloom's taxonomy for cs assessment. In *Proceedings of the tenth conference on Australasian computing education*, volume 78, pages 155–161. Australian Computer Society, Inc.

Tsai, M.-J. et al. (2021). The computational thinking scale for computer literacy education. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4):579–602.

Turchi, T., Fogli, D., and Malizia, A. (2019). Fostering computational thinking through collaborative game-based learning. *MTA*, 78(10):13649–13673.

Valente, J. A. (2019). Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? novos desafios da educação. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 16(43):147–168.

Valente, J. A. et al. (2005). *A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação*. Tese (livre docência), Universidade Estadual de Campinas.

Vieira, H. et al. (2018). O mal-estar da experiência no século xxi: desafios para uma nova pedagogia universitária. *Revista Espaço Pedagógico*, 25(3):588–601.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881):3717–3725.