

PROPOSTA DE UMA RUBRICA ANALÍTICA PARA AVALIAÇÃO EM AULAS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Deivison Shindi Takatu ; <https://orcid.org/0000-0002-8210-1002>
Universidade Federal de São Carlos

Daniel Lucrédio ; <https://orcid.org/0000-0002-1360-4036>
Universidade Federal de São Carlos

Alexandre Alvaro ; <https://orcid.org/0000-0002-1453-3583>
Universidade Federal de São Carlos



PROPOSTA DE UMA RUBRICA ANALÍTICA PARA AVALIAÇÃO EM AULAS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Resumo

A Robótica pode estar inserida no contexto educacional como uma disciplina, tendo em vista que escolas do Brasil já adotaram a matéria em seus currículos. Assim, é necessário que o conteúdo abordado durante as atividades estejam de acordo com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é um documento normativo que visa guiar os educadores sobre o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes durante o ensino básico. Nesse sentido, utilizar instrumentos de avaliação para acompanhar o desenvolvimento dos estudantes se mostra relevante, tendo em vista a importância da avaliação no contexto educacional para a formação dos estudantes. Por isso, esse estudo visa apresentar um instrumento que possibilite a avaliação do desenvolvimento de competências em atividades que envolvam Robótica Educacional. Para isso, foram utilizados métodos relacionados com o desenvolvimento de rubricas indicadas na literatura, sendo posteriormente definido dimensões e ações chaves relacionadas com a Robótica Educacional e a 2.^a competência geral da BNCC. Após a conclusão das etapas propostas, este trabalho apresenta uma rubrica que pode contribuir com o processo de avaliação em aulas de Robótica.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Base Nacional Comum Curricular, Competência, Avaliação, Educação Básica.

PROPOSAL OF AN ANALYTIC RUBRIC FOR ASSESSMENT IN EDUCATIONAL ROBOTICS CLASSES

Abstract

Robotics can be inserted in the educational context as a subject, considering that schools in Brazil have already adopted it in their curricula. Thus, it is necessary that the content covered during the activities is in accordance with the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC), which is a normative document that aims to guide educators on the development of skills and competences of students during basic education. In this sense, using assessment instruments to observe the development of students is relevant, given the importance of assessment in the educational context for the training of students. Therefore, this study aims to present an instrument that enables the assessment of competence development in activities involving Educational Robotics. For this, methods related to the development of rubrics indicated in the literature were used, being later defined dimensions and key actions related to Educational Robotics and the 2nd general competence of the National Common Curricular Base. After the completion of the proposed steps, this work presents a rubric that can contribute to the evaluation process in Robotics classes.

Keywords: Educational Robotics, Common National Curriculum Base, Competence, Assessment, Basic Education.

1 Introdução

Este trabalho é a continuação de uma dissertação desenvolvida na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Sorocaba, no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC-So) com o título “Avaliação em Robótica Educacional Sobre a Competência Pensamento Científico, Crítico e Criativo da BNCC”.

Segundo Zilli (2004), a robótica pode ser entendida como um campo interdisciplinar que integra conhecimentos de diferentes áreas, como, por exemplo, Matemática, Mecânica, Física e Engenharia. Quando a Robótica é inserida nas escolas como um componente curricular, as aulas não precisam se limitar a conteúdos relacionados às tecnologias computacionais e digitais. É possível que os exercícios, atividades e experimentos sejam executadas envolvendo outras áreas de conhecimento de maneira interdisciplinar (NETO et al., 2015).

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) vem sendo utilizada como um documento de referência para que escolas integrem suas propostas pedagógicas para todos os alunos da Educação Básica (NAKAD; SKAF, 2017). Nas disciplinas abrangidas na base curricular de cada instituição, deve ser criadas condições para que as habilidades gerais e específicas previstas no documento, sejam desenvolvidas por todos os alunos no decorrer da vida escolar (BRASIL, 2018).

Embora a Robótica não seja citada na BNCC como uma disciplina, é possível programar ou adaptar as atividades desenvolvidas com os dados previstos no documento, permitindo que os estudantes desenvolvam competências, habilidades e conhecimentos esperados (MINAMI et al., 2019). Além disso, um ponto que pode ser levado em consideração como equivalente entre a Base Nacional Comum Curricular e as atividades desenvolvidas em Robótica é o objetivo em auxiliar o desenvolvimento de competências (KUBILINSKIENE et al., 2017; MACHADO; CÂMARA; WILLIAMS, 2018).

Dentre as dez competências gerais incluídas na Base Nacional Comum Curricular, nota-se que a segunda, que pode ser determinada como Pensamento Científico, Crítico e Criativo, contém componentes em sua descrição que já foram citadas em outras pesquisas, incluindo Robótica Educacional (RE). A curiosidade (GABRIELE et al., 2017), o pensamento e a abordagem científica (SULLIVAN, 2008), a investigação (KANDLHOFER; STEINBAUER, 2016), a formulação e teste de hipóteses (GAUDIELLO; ZIBETTI, 2016), a resolução de problemas (CABRAL, 2010) e a criação de soluções (SULLIVAN; HEFFERNAN, 2016) são alguns exemplos.

Deste modo, é possível entender-se que as atividades realizadas a partir da RE podem estar associadas com a segunda competência geral da BNCC. Segundo Anwar et al. (2019), é fundamental realizar mais estudos com a utilização de métodos de avaliação para analisar os benefícios da implantação da Robótica no currículo. Além disso, Benitti (2012, p. 987) e Torres (2018, p. 92) apontam a execução de pesquisas que visem avaliar a importância do uso da Robótica Educacional como instrumento para o desenvolvimento de competências.

2 Metodologia

O uso de ferramentas da avaliação educacional podem ser utilizadas para acompanhar o progresso da aprendizagem e analisar informações sobre o desenvolvimento de competências em estudantes (LUCKESI, 2018). Desta forma, avaliar o desenvolvimento de competências dos estudantes com base na realização de atividades com Robótica mostra-se viável. Por essa razão, este trabalho tem por objetivo oferecer uma rubrica analítica para

ser usada como modo de avaliação da competência Pensamento Científico, Crítico e Criativo em aulas de Robótica.

Para isso, foi utilizado como metodologia as etapas sugeridas por Allen e Knight (2009), para desenvolver a rubrica levando em consideração o contexto do estudo. Posteriormente, para dividir a competências em seis partes, foi utilizado as informações contidas no trabalho de Bellini et al. (2019), onde os autores dividiram em dimensões as competências matemáticas relacionadas. Por fim, fundamentando-se na proposta de Baughman, Brumm e Mickelson (2012, p. 73), foram estabelecidas ações chaves que poderiam ser consideradas durante as aulas.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Robótica Educacional

Segundo Miller e Nourbakhsh (2007), a robótica possui três aplicações principais em ambientes educacionais. A primeira refere-se à utilização de recursos juntamente com áreas de programação, para que os estudantes produzam algoritmos e solucionem situações problemas. Já a segunda, ressalta o incentivo e o foco no decorrer da aprendizagem, visto que a atenção dos estudantes durante as atividades é promovida envolvendo diferentes áreas de conhecimento. Por fim, a terceira função refere-se à alternativa de utilizar os robôs como colaboradores da aprendizagem, proporcionando uma maior interação dos estudantes em sala de aula.

Além disso, pode-se encontrar pesquisas que estudam o benefício do desenvolvimento de variados tipos de competências em estudantes. Competências do século 21 (MACHADO; CÂMARA; WILLIAMS, 2018), competências técnicas, sociais e atitudes relacionadas a ciências (KANDLHOFER; STEINBAUER, 2016) e competências de raciocínio lógico, autonomia na aprendizagem, criatividade e convivência em grupo (SILVA, 2017) são alguns exemplos.

As atividades desenvolvidas com robótica podem ser realizadas com alunos de diferentes níveis educacionais e faixas etárias (SOUZA et al., 2018). De acordo com Dorsey e Howard (2011), o desenvolvimento de aulas de Robótica com estudantes que estão no nível da Educação Básica proporciona um aumento no empenhamento com o ensino, o que pode beneficiar a continuação dos estudos em níveis superiores e expandir o interesse por aprender novos conteúdos.

Em aulas de Robótica também pode-se acompanhar e avaliar o desenvolvimento de competências dos estudantes. No estudo de Bademosi, Tayeh e Issa (2018), os autores efetuaram um mapeamento sobre quais elementos das competências estavam mais associados com o método de construção. No trabalho de Fernandes (2017), a autora sugere uma metodologia de avaliação sobre as atividades elaboradas. Por isso, observa-se que as atividades realizadas com Robótica podem beneficiar o desenvolvimento de competências, sendo capaz também de utilizar técnicas de avaliação para dimensionar o progresso dos estudantes.

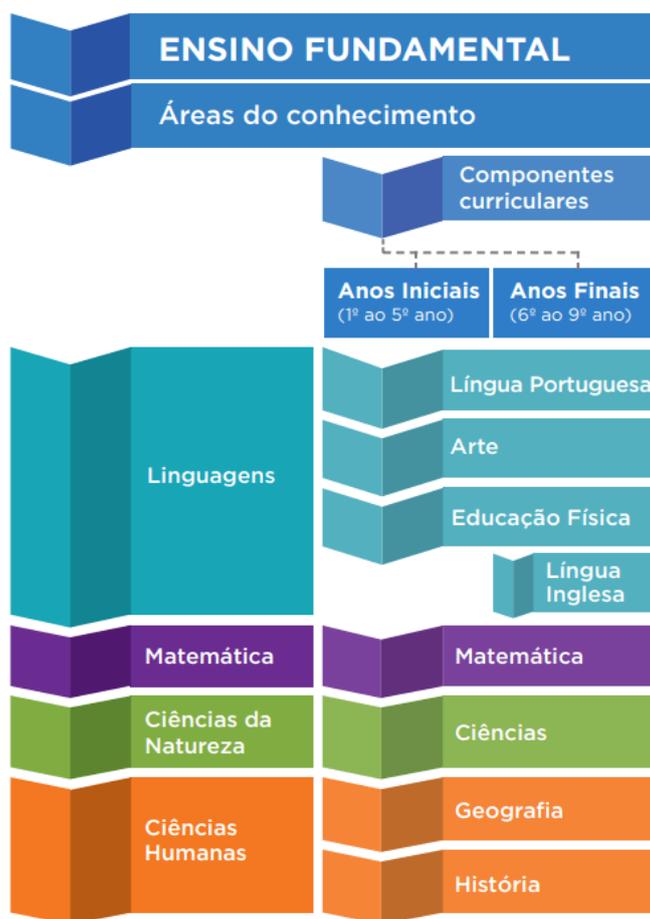
3.2 Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular é um documento normativo que estabelece as aprendizagens fundamentais que os alunos de todo o país devem desenvolver no decorrer da fase da Educação Básica. O documento serve como referência nacional para nortear a elaboração do currículo e das recomendações educacionais das instituições escolares, mantendo alinhado a formação docente, a elaboração de materiais, a adequação da infraestrutura ofertada e guia o processo de avaliação educacional (BRASIL, 2018).

A BNCC é separada em áreas de conhecimentos que são abordadas ao longo de toda a Educação Básica. Além disso, as fases da Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM) apresentam diferenças na sua constituição. Existem habilidades dentro de cada área, competências específicas e competências gerais que necessitam ser abordadas durante todas as atividades em sala de aula e em todos os componentes curriculares.

Além da composição por componentes curriculares, o documento define com os alunos o desenvolvimento de competências, indicando que as medidas pedagógicas devem ser fundamentadas para que os abrangidos tenham condições de mobilizar suas habilidades, conhecimentos e atitudes para resolver necessidades complexas da vida, da condição de cidadão e do campo profissional (BRASIL, 2018). A Figura 1 demonstra as Áreas do Conhecimento da BNCC em relação às disciplinas.

Figura 1 – Estrutura e áreas do conhecimento do Ensino Fundamental.



Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Na Base Nacional Comum Curricular, competência é definida como a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para solucionar situações complexas da vida cotidiana, do pleno desempenho da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 10). Segundo Boas (2020, p. 26), também pode ser entendida como uma associação de conhecimentos, habilidades e atitudes que necessitam ser desenvolvidas para preparar os alunos para o mundo moderno. São determinadas dez competências gerais que os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica.

Ainda que o documento oficial da BNCC não defina nenhuma abreviação sobre os textos que demonstram as competências gerais, segundo Boas (2020), há a possibilidade de referir-se às competências gerais como: 1 - Conhecimento; 2 - Pensamento científico, crítico e criativo; 3 - Repertório cultural; 4 - Comunicação; 5 - Cultura digital; 6 - Argumentação; 7 - Trabalho e projeto de vida; 8 - Autoconhecimento e autocuidado; 9 - Empatia e cooperação; e 10 - Responsabilidade e cidadania. As abreviações resumem os parágrafos contidos no documento, simplificando a identificação da competência.

Na BNCC, a segunda competência geral é definida como: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas”.

Segundo Marinho-Araujo e Rabelo (2015), cada vez que os estudantes procuram desenvolver competências na esfera escolar, a avaliação educacional mostra-se benéfica e relevante, levando em consideração que é possível auxiliar no reconhecimento dos elementos das competências que necessitam ser aperfeiçoados. Sendo assim, a avaliação por competência busca verificar a capacidade dos estudantes, determinando a proficiência dos elementos que constituem a competência (VLEUTEN; SLUIJSMANS; BRINKE, 2016).

3.3 Avaliação do Desenvolvimento de Competências

Segundo Luckesi (2018), a avaliação da aprendizagem começou a ser apresentada e propagada a partir da década de 1930, no momento em que foi usada para verificar se alguns estudantes alcançavam o que estava sendo apresentado em sala de aula. Há algumas décadas, o ensino era embasado na memorização de conteúdos e na mecanização de procedimentos, mas com a evolução das tecnologias digitais e o aumento na facilidade do alcance à informação, houveram mudanças sobre a aplicação da avaliação educacional (NETO, 2014). Desta forma, estudantes vão até às escolas para aprender e desenvolver competências, sendo que ambas ações estão diretamente associadas (PERRENOUD, 1999). A avaliação por competência procura verificar a capacidade dos estudantes, demonstrando a proficiência dos elementos que compõem a competência (BAGGIO et al., 2017).

As competências podem ser vistas como a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes para enfrentar um cenário desafiador, por meio de uma tomada de decisão (FLEURY; FLEURY, 2001; CHAVES, 2012). Nesse sentido, compreende-se que conhecimentos, habilidades e atitudes são elementos das competências, nos quais os estudantes podem estimular suas capacidades, visando resolver situações e demandas do dia a dia (BAGGIO et al., 2017).

No entanto, para analisar o desenvolvimento de competências é necessário que haja um pré-planejamento, sendo preciso selecionar procedimentos apropriados para cada tipo de contexto (KETELE, 2006). Desse modo, é possível adotar instrumentos avaliativos que permitam a realização do processo estabelecido para realizar a avaliação. Assim, partindo da

seleção de instrumentos e estratégias adequadas, há a possibilidade de criar indicadores para registrar as informações da avaliação e medir o desenvolvimento da competência (CAMERON et al., 2016; SRISAKDA; SUJIVA; PASIPHOL, 2016).

Nesse sentido, alguns mecanismos de avaliação podem ser usados para validar e verificar se os elementos que compõem a competência estão presentes na evolução dos estudantes. Isso proporciona que os professores verifiquem se os objetivos de aprendizagem estão sendo atingidos e se os estudantes estão desenvolvendo devidamente as competências esperadas (VLEUTEN; SLUIJSMANS; BRINKE, 2016). No trabalho de Vleuten, Sluijsmans e Brinke (2016, p. 618), os autores apontam algumas estratégias possíveis para serem utilizadas na avaliação do desenvolvimento de competências em estudantes, dentre elas a rubrica.

3.3.1 Rubrica como Instrumento de Avaliação

Uma rubrica é constituída por um aglomerado de critérios que podem ser aplicados para avaliar estudantes e contém descrições de níveis de qualidade ou de desempenho (BROOKHART, 2013, p. 4). As rubricas têm a potencialidade de serem utilizadas como ferramentas educacionais avaliativas, compartilhando objetivos de aprendizagem, contribuindo com a reflexão sobre os resultados através da autoavaliação e criando indicadores que podem ser usados para atribuir notas. Segundo o mesmo autor, as rubricas analíticas contém critérios que podem ser avaliados à parte, entregando dados diagnósticos, feedbacks e quantificação do desempenho.

Na Figura 2, é apresentado um modelo de rubrica analítica que poderia ser empregada para avaliar a criatividade dos estudantes. Na primeira coluna da rubrica, são determinados quatro critérios que podem ser referentes com a criatividade, sendo eles: Profundidade e qualidade das ideias, Variedade de fontes, Organização e combinação de ideias e Originalidade da contribuição. Na primeira linha são definidos três níveis para o instrumento, sendo eles: Muito criativo, Ordinário, e Imitativo. Na intersecção dos critérios com os níveis estão os descritores, que são utilizados para definir o que se espera observar durante a atividade.

Figura 2 – Exemplo de rubrica analítica sobre a avaliação de criatividade.

	Muito Criativo	Ordinário	Imitativo
Profundidade e qualidade das ideias	Ideias representam uma variedade abrangente de conceitos importantes de diferentes contextos ou disciplinas.	Ideias representam conceitos importantes a partir do mesmo contexto ou disciplinas semelhantes.	Ideias não representam conceitos importantes.
Variedade de fontes	O produto criado baseia-se em uma variedade ampla de fontes, incluindo diferentes textos, mídia, pessoas ou experiências pessoais.	O produto criado baseia-se em um conjunto limitado de fontes e mídia de comunicação.	O produto criado baseia-se em uma única fonte, e / ou as fontes não são variadas ou apropriadas.
Organização e Combinação de Ideias	Ideias são combinadas de maneiras original e surpreendentes para resolver um problema, identificar um problema, ou criar algo novo.	Ideias são combinadas de maneiras que não derivadas a partir do pensamento de outras pessoas.	Ideias não expostas ou atualizadas a partir de fontes conectada.
Originalidade de Contribuição	O produto criado é interessante, novo, e / ou útil, tornando-se uma contribuição original que inclui a identificação de um problema, questão ou propósito.	O produto criado serve a um finalidade (por exemplo, resolver um problema ou abordar um problema).	O produto criado não serve a um finalidade (por exemplo, resolver um problema ou abordar um problema).

Fonte: Adaptado de Brookhart (2013).

Na última década, o uso das rubricas ganhou mais evidência (PANADERO; JONSSON, 2013). Este acontecimento pode estar relacionado com o potencial que o instrumento tem de influenciar a aprendizagem, exemplificando as expectativas e aumentando a confiabilidade da avaliação (JONSSON; SVINGBY, 2007, p. 12). Desta forma, é possível observar esforços que visam contribuir a utilização de rubricas em sala de aula (SÁNCHEZ et al., 2008; AGUIAR, 2018). Levando em conta que pesquisas brasileiras, realizadas em diferentes contextos, retratam que as rubricas podem ser utilizadas para avaliar o desenvolvimento de competências em estudantes (CHAVES, 2012; RAMOS, 2018; SILVA, 2018; FERRAZ, 2019), optou-se pela escolha do instrumento para servir como formulário de coleta de dados.

Além disso, alguns autores de pesquisas voltadas à Robótica Educacional e avaliação do desenvolvimento de competências também utilizaram a ferramenta durante a realização dos estudos (SULLIVAN, 2008; BERS, 2010; LEONARD et al., 2016; CHEN et al., 2017; MUÑOZREPISO; CABALLERO-GONZÁLEZ, 2019; USART et al., 2019). Sendo assim, é possível notar que as rubricas têm o potencial de serem empregadas para auxiliar professores e pesquisadores a obterem níveis mais altos de consistência durante a avaliação (JÖNSSON; PANADERO, 2016).

4 Desenvolvimento da Rubrica

Segundo Brookhart (2013), é importante elaborar a rubrica tendo em conta o contexto observado. Nesse sentido, realizou-se a divisão da segunda competência geral da BNCC em

dimensões, visto que, como é descrita em um parágrafo, a avaliação a partir do instrumento precisava ser constituída de critérios específicos. Para isso, levou em consideração o trabalho de Bellini et al. (2019), onde os autores dividiram em dimensões as competências matemáticas relacionadas com o estudo e fizeram uma escala para avaliar o progresso dos estudantes. Além disso, na pesquisa de Baughman, Brumm e Mickelson (2012, p. 73), os autores escolheram competências específicas e apresentaram a observação de ações chaves para detectar o desenvolvimento dos estudantes.

Apoiando-se nesses estudos, a divisão da segunda competência geral da BNCC auxiliou na definição dos critérios expostos na rubrica, contribuindo com a elaboração e a organização do instrumento. Além disso, a adesão de ações chaves teve o propósito de tornar a observação mais objetiva, ao ponto que ficou claro o que deveria ser observado durante as aulas (BAUGHMAN; BRUMM; MICKELSON, 2012). A partir dos critérios determinados para a construção da rubrica, foi possível definir os descritores com menos subjetividade (BROOKHART, 2013).

Na Base Nacional Comum Curricular, a segunda competência geral é determinada como: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (BRASIL, 2018). Após avaliar o texto, tendo como apoio o trabalho de Bellini et al. (2019), foi realizado a seleção dos trechos que se encontravam no infinitivo, formando as seis dimensões propostas neste estudo e que foram utilizadas como parâmetros da rubrica, sendo elas: Exercitar a curiosidade intelectual, recorrer à abordagem própria das ciências, investigar causas, elaborar e testar hipóteses, elaborar e solucionar problemas e criar soluções. A Figura 3 destaca os trechos escolhidos como dimensões.

Figura 3 – Divisão da 2.^a competência geral da BNCC em dimensões.

Exercitar a curiosidade intelectual (D1) e recorrer à abordagem própria das ciências (D2), incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para **investigar causas (D3)**, **elaborar e testar hipóteses (D4)**, **formular e resolver problemas (D5)** e **criar soluções (D6)** (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Fonte: Takatu (2021).

Em seguida, apoiando-se no estudo de Baughman, Brumm e Mickelson (2012), para cada uma das seis dimensões foram determinadas três ações chaves que poderiam ser notadas durante as atividades e que apontaram que os estudantes estariam desenvolvendo a segunda competência geral da BNCC. A Figura 4 apresenta as seis dimensões e as dezoito ações chaves.

Figura 4 – Dimensões e ações chaves da 2.^a competência geral da BNCC

Dimensões da Competência	Ações Chaves
D1 - Exercitar a curiosidade intelectual	1. Prestar Atenção 2. Demonstrar Interesse 3. Realizar Perguntas
D2 - Recorrer à abordagem própria das ciências	1. Responder Perguntas 2. Discutir Sobre as Informações 3. Apresentar Conclusões
D3 - Investigar causas	1. Identificar Informações 2. Relacionar Informações 3. Associar Causa e Efeito
D4 - Elaborar e testar hipóteses	1. Apresentar Hipóteses 2. Idealizar Experimentos 3. Realizar Experimentos
D5 - Formular e resolver problemas	1. Identificar Problemas 2. Apontar Causas 3. Indicar Métodos
D6 - Criar soluções	1. Planejar Soluções 2. Criar Soluções 3. Melhorar Soluções

Fonte: Takatu (2021).

Com as dimensões e ações chaves definidas, deu início ao desenvolvimento de uma rubrica analítica para servir como formulário de coleta de dados durante as observações nas aulas de Robótica. Para isso, foi aplicado o método proposto por Allen e Knight (2009), no qual os autores indicam oito passos para criar e validar rubricas de forma colaborativa com acadêmicos e profissionais da área. A partir da utilização do método para a criação do instrumento, foi possível definir com especialistas em RE quais descritores seriam capazes estar relacionados com as ações chaves que seriam observáveis em estudantes do 1.º ano do Ensino Fundamental. Os oito passos definidos pelos autores são:

1. Determinar objetivos de aprendizagem: Descrição do que será observado durante a realização das atividades, com base na discussão com profissionais, professores e revisão de literatura.
2. Selecionar uma amostra: Determinação do público que será avaliado por meio da rubrica, atentando-se para as competências que conseguiriam ser observadas.
3. Desenvolver a rubrica de avaliação: Utilização dos objetivos de aprendizagem que foram determinadas para a amostra, proporcionando a definição dos critérios, níveis e descritores da rubrica.
4. Testar a aprendizagem do aluno longitudinalmente: Utilização da rubrica para definir uma linha de base e receber informações de entrada de profissionais.
5. Identificar problemas de desempenho: Alteração da estrutura da rubrica, caso necessário, e em seguida adicionar pesos às categorias.
6. Melhorar a validade da construção da rubrica: Definição de pesos para as dimensões, coletando e utilizando conhecimentos de profissionais e acadêmicos.
7. Determinar a capacidade de diferenciar os envios: Utilização da rubrica para identificar diferenciações entre indivíduos sobre o desempenho apresentado durante as atividades.
8. Analisar os dados para melhorar a confiabilidade: Determinação da confiabilidade entre os avaliadores a partir da utilização da rubrica, realizando testes de repetibilidade e reprodutibilidade.

Por meio da definição da segunda competência geral da BNCC como foco da pesquisa e da seleção de turmas de estudantes do 1.º ano do EF como amostra, foram finalizadas as duas primeiras etapas propostas por Allen e Knight (2009). A rubrica de avaliação sobre o desenvolvimento da segunda competência geral da BNCC foi elaborada a partir das ações chaves definidas para cada uma das seis dimensões. Além disso, foram criados três níveis para a rubrica, sendo eles: Não observado, Parcialmente observado e Totalmente observado. Na intersecção entre as ações chaves com os níveis foram definidos os descritores, os quais descrevem de forma específica o que deveria ser observado durante as atividades de Robótica. Com isso, finalizou-se a terceira etapa proposta pelos autores.

Através da aplicação da ferramenta em um contexto real de aprendizagem, foram identificados problemas, o que possibilitou o aperfeiçoamento da rubrica, finalizando assim a quarta, quinta e sexta etapas do método proposto por Allen e Knight. Em seguida, foi verificado a partir dos dados das primeiras observações que era factível determinar ações chaves individuais dos estudantes e que funcionava com múltiplos grupos, completando a sétima etapa. Por meio da análise de especialistas sobre Robótica Educacional, os mesmos afirmaram que seria possível utilizar o instrumento durante as aulas presenciais de Robótica com estudantes do 1.º ano do Ensino Fundamental, concluindo a oitava e última etapa.

Para melhorar a visualização das informações, optou-se pela divisão da rubrica em seis partes. Nesse sentido, a Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10 demonstram os critérios, os níveis e os descritores para cada uma das ações chave.

Figura 5 – Rubrica da 2.ª competência geral da BNCC - 1.ª parte.

Fonte: Takatu (2021).

Figura 6 – Rubrica da 2.ª competência geral da BNCC - 2.ª parte.

Dimensão	Ação-Chave	Não Observado	Parcialmente Observado	Totalmente Observado
Resolução de problemas propostos em situações	Responder Perguntas	Não Respondeu perguntas sobre os materiais ou contextos da atividade.	Respondeu poucas perguntas sobre os materiais ou contextos da atividade. Explicou de forma incorreta alguma informação sobre os materiais, conteúdo ou contexto de aula.	Respondeu perguntas sobre os materiais ou contextos da atividade. Explicou alguma informação sobre os materiais, conteúdo ou contexto de aula.
	Usar Matemática em situações	Não Usou Matemática em situações apresentadas durante a atividade.	Usou Matemática em algumas situações apresentadas durante a atividade, porém não explicou os resultados.	Usou Matemática em todas as situações apresentadas para explicar resultados, explicar os resultados.
	Argumentar Matemática	Não Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica.	Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica, porém não explicou os resultados.	Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica. Incluiu em suas explicações o conhecimento matemático.

Fonte: Takatu (2021).

Figura 7 – Rubrica da 2.ª competência geral da BNCC - 3.ª parte.

Dimensão	Ação-Chave	Não Observado	Parcialmente Observado	Totalmente Observado
Resolução de problemas	Identificar Matemática	Não Identificou Matemática em situações apresentadas durante a atividade.	Identificou Matemática em algumas situações apresentadas durante a atividade, porém não explicou os resultados.	Identificou Matemática em todas as situações apresentadas durante a atividade.
	Utilizar Matemática	Não Utilizou Matemática em situações apresentadas durante a atividade.	Utilizou Matemática em algumas situações apresentadas durante a atividade, porém não explicou os resultados.	Utilizou Matemática em todas as situações apresentadas durante a atividade.
	Argumentar Matemática	Não Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica.	Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica, porém não explicou os resultados.	Argumentou matemática com base em fatos, argumentos ou lógica. Incluiu em suas explicações o conhecimento matemático.

Fonte: Takatu (2021).

Figura 8 – Rubrica da 2.^a competência geral da BNCC - 4.^a parte.

Dimensão	Ação Chave	Não Observado	Parcialmente Observado	Totalmente Observado
Identificar e testar hipóteses	Apresentar Hipóteses	Não apresentou hipóteses sobre as informações da atividade.	Apresentou hipóteses incorretas sobre as informações da atividade. Utilizou pouco a imaginação para explicar o que pode acontecer durante a atividade.	Apresentou hipóteses sobre as informações da atividade. Utilizou a imaginação para explicar o que pode acontecer durante a atividade.
	Realizar Experimentos	Realizou experimentos seguindo apenas procedimentos apresentados.	Realizou experimentos seguindo procedimentos apresentados, porém não realizou registros.	Realizou experimentos seguindo procedimentos apresentados, realizou registros e realizou conclusões.
	Interpretar Resultados	Realizou experimentos seguindo procedimentos apresentados, porém não realizou conclusões.	Realizou experimentos seguindo procedimentos apresentados, porém não realizou conclusões corretas.	Realizou experimentos seguindo procedimentos apresentados, realizou conclusões corretas e realizou conclusões.

Fonte: Takatu (2021).

Figura 9 – Rubrica da 2.^a competência geral da BNCC - 5.^a parte.

Dimensão	Ação Chave	Não Observado	Parcialmente Observada	Totalmente Observada
Reconhecer e analisar problemas	Identificar Problemas	Não identificou problemas reais relacionados ao contexto da atividade.	Identificou problemas reais sem relação com o contexto da atividade. Citou exemplos de problemas que conhece, mas que não têm relação com a atividade.	Identificou problemas reais relacionados ao contexto da atividade. Citou exemplos de problemas que conhece que têm relação com a atividade.
	Apresentar Soluções	Não apresentou soluções para problemas relacionados com a atividade.	Apresentou soluções para problemas relacionados com a atividade, porém não apresentou o que resolveu o problema.	Apresentou soluções para problemas relacionados com a atividade. Apresentou o que resolveu o problema.
	Defender Soluções	Não defendeu soluções ou razões para soluções em problemas.	Defendeu soluções ou razões para soluções em problemas. Citou suas estratégias usadas para resolver o problema.	Defendeu soluções ou razões para soluções em problemas. Citou suas estratégias usadas para resolver o problema.

Fonte: Takatu (2021).

Figura 10 – Rubrica da 2.^a competência geral da BNCC - 6.^a parte.

Competência	Objeto de Conhecimento	Habilidade	Indicador	Assessoria			
2. Pensamento Científico, Crítico e Criativo	Ciência	Analisar e interpretar fenômenos, dados e fatos científicos, reconhecendo as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.	<p>1. Analisar e interpretar fenômenos, dados e fatos científicos, reconhecendo as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>2. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>3. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p>	<p>1. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>2. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>3. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p>			
					Tecnologia	<p>1. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>2. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>3. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p>	<p>1. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>2. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p> <p>3. Reconhecer as condições de coleta de amostras e a validade dos procedimentos de investigação, bem como os fatores envolvidos na seleção de técnicas de pesquisa e a interpretação dos resultados, sempre com ética científica.</p>

Fonte: Takatu (2021).

5 Considerações Finais

Através da definição da segunda competência geral da BNCC como foco do estudo, foi preciso extrair critérios para inserir na rubrica e para isso, utilizou-se o trabalho de Bellini et al. (2019) como referência, selecionando os trechos que se encontravam no infinitivo. Ao decorrer da revisão de literatura, não foram encontradas rubricas que utilizavam ações chaves na estrutura, mas baseando-se no trabalho de Baughman, Brumm e Mickelson (2012), notou-se que a adoção auxiliaria as observações.

Sendo assim, este estudo propôs uma investigação sobre a relação entre Robótica Educacional e o desenvolvimento da segunda competência geral da Base Nacional Comum Curricular. A disciplina está inserida na estrutura curricular de diversos colégios e a sua adesão possibilita que alunos desenvolvam conhecimentos, habilidades e atitudes importantes para a sua formação. No contexto brasileiro, a BNCC é relevante por se tratar de um documento normativo que visa guiar as propostas pedagógicas das escolas do país.

Considerando que uma das vantagens da adoção da RE como disciplina é o favorecimento do desenvolvimento de competências em estudantes e são definidas dez competências gerais que devem ser desenvolvidas em todas as etapas da Educação Básica, é possível relacionar a Robótica com o documento. Assim, dentre as dez competências gerais da BNCC, observou-se que a segunda, que pode ser definida como Pensamento Científico, Crítico e Criativo, possui trechos na sua composição que já foram relatados em outros estudos da área de Robótica Educacional.

A execução deste trabalho buscou agregar novos conhecimentos na literatura científica de Robótica Educacional. Para isso, foram iniciadas investigações sobre a relevância das atividades realizadas na disciplina para favorecer o desenvolvimento da competência Pensamento Científico, Crítico e Criativo da BNCC com os estudantes. Como sugestão para trabalhos futuros, espera-se desenvolver outras rubricas para competências diferentes, além da aplicação em aulas de Robótica.

Referência

AGUIAR, F. R. A. B. Rubrica Express - Um gerador de rubricas on-line com aplicação mobile para avaliação da aprendizagem. 101 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

ALLEN, S.; KNIGHT, J. A Method for Collaboratively Developing and Validating a Rubric. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, Georgia Southern University, v. 3, n. 2, 2009. ISSN 1931-4744.

BADEMOSI, F. M.; TAYEH, R.; ISSA, R. R. A. Skills assessment for robotics in construction education. *CEUR Workshop Proceedings*, p. 10, 2018.

BAGGIO, D. K. et al. Avaliação por competência na educação profissional: Um estudo comparativo. *Revista Espacios*, v. 38, n. 11, p. 17, 2017.

BAUGHMAN, J.; BRUMM, T. J.; MICKELSON, S. K. Student professional development: Competency-based learning and assessment in an undergraduate industrial technology course. 123 p. Dissertação (Mestrado) — Iowa State University, 2012.

BELLINI, D. et al. Mathematical Competence Scale (MCS) for primary school: The psychometric properties and the validation of an instrument to enhance the sustainability of talents development through the numeracy skills assessment. *Sustainability (Switzerland)*, MDPI AG, v. 11, n. 9, 2019. ISSN 20711050.

BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*, Elsevier Ltd, v. 58, n. 3, p. 978–988, 2012. ISSN 03601315.

BERS, M. U. The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research & Practice*, v. 12, n. 2, p. 20, 2010.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. 2018. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Ministério da Educação (MEC). Acesso em 03 de nov. de 2022.

BOAS, H. R. R. V. Competências na aprendizagem e corresponsabilidade docente: Percepções de docentes egressos de um Curso de Licenciatura em Ciências Naturais no Amazonas. 112 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

BROOKHART, S. M. *How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading*. Alexandria, Virginia USA: ASCD, 2013. 194 p. ISBN 978-1-4166-1507-1.

CABRAL, C. P. Robótica educacional e resolução de problemas : uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. 149 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CAMERON, D. H. et al. *Measuring What Matters: Competencies in the classroom*. Toronto: People for Education, 2016. 24 p.

CHAVES, P. E. M. d. C. Avaliação de competências no ensino fundamental: A experiência da Escola Lumiar. 189 p. Dissertação (Mestrado) — Pontificia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

CHEN, G. et al. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers and Education*, Elsevier Ltd, v. 109, p. 34, 2017. ISSN 03601315.

DORSEY, R. J.; HOWARD, A. M. Measuring the effectiveness of robotics activities in underserved K-12 communities outside the classroom. *American Society for Engineering Education*, 2011. ISSN 21535965.

FERNANDES, C. d. C. Uma metodologia de avaliação automática para aulas de robótica educacional. 106 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

FERRAZ, R. P. F. Avaliação como processo de aprendizagem: Uma experiência com o uso de rubrica. 113 p. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. *Revista de administração contemporânea*, Scielo Brasil, p. 183–196, 2001.

FRANGOU, S. et al. Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, v. 3, n. 4, p. 54–65, 2008.

GABRIELE, L. et al. An educational robotics lab to investigate cognitive strategies and to foster learning in an arts and humanities course degree. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, v. 13, n. 4, p. 7–19, 2017.

GAUDIELLO, I.; ZIBETTI, E. *Learning Robotics, with Robotics, by Robotics*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2016. 250 p. ISBN 9781119335740.

JÖNSSON, A.; PANADERO, E. The Use and Design of Rubrics to Support Assessment for Learning. In: *Scaling up Assessment for Learning in Higher Education*. Singapore: Springer, 2016. p. 99–111.

KANDLHOFER, M.; STEINBAUER, G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, Elsevier B.V., v. 75, p. 14, 2016. ISSN 09218890.

KETELE, J. M. d. Caminhos para a Avaliação de Competências. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, p. 135–147, 2006.

KUBILINSKIENE, S. et al. Applying Robotics in School Education: A Systematic Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, v. 5, n. 1, p. 50–69, 2017. ISSN 22558942.

LEONARD, J. et al. Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, Springer Netherlands, v. 25, n. 6, p. 17, 2016. ISSN 15731839.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem escolar. 22. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018. 272 p. ISBN 852491744X.

MACHADO, A.; CÂMARA, J.; WILLIANS, V. Robótica Educacional: Desenvolvendo Competências para o Século XXI. III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E), p. 215–226, 2018.

MARINHO-ARAÚJO, C. M.; RABELO, M. L. Avaliação educacional: A abordagem por competências. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 20, n. 2, p. 443–466, 2015. ISSN 1414-4077.

MARTINS, A. R. d. Q. Uma experiência de utilização da robótica educacional como provocadora do estado de flow visando potencializar a capacidade de resolução de problemas e a criatividade. 256 p. Tese (Doutorado) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

MILLER, D. P.; NOURBAKHSI, I. Robots for Education. In: *Springer Handbook of Robotics*. Berlin: Springer, 2007. cap. 79, p. 2115–2134. ISBN 978-3-540-30301-5.

MINAMI, M. et al. A scaffolding empathic methodology in the robotics teacher formation using log book and the BNCC references. *Latin American Robotics Symposium*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., p. 435–440, 2019.

MUÑOZ-REPISO, A. G. V.; CABALLERO-GONZÁLEZ, Y. A. Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Comunicar, Media Education Research Journal*, v. 27, n. 59, p. 63–72, 2019. ISSN 19883293.

NAKAD, F. A.; SKAF, G. J. P. Desafios para a implementação da Base Nacional Comum Curricular. 84 p. Dissertação (Mestrado) — Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017.

NETO, R. P. B. et al. Robótica na Educação: Uma Revisão Sistemática dos Últimos 10 Anos. *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, v. 1, n. SBIE, p. 8, 2015.

NETO, C. A. d. A. O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas. 106 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014.

RAMOS, R. C. Análise de projetos de robótica para criança em idade pré-escolar desenvolvidos em escolas da região sul da cidade de São Paulo e em escolas no norte de Portugal. 212 p. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

SÁNCHEZ, A. V. et al. Competence-based learning: A proposal for the assessment of generic competences. Bizkaia: University of Deusto, 2008. 335 p. ISBN 978-84-9830-967-6.

SILVA, J. F. S. d. Robótica aplicada à educação: Uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa - PB. 161 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SOUZA, I. M. L. et al. A Systematic Review on the use of LEGO® Robotics in Education. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, p. 1–9, 2018. ISSN 15394565.

SRISAKDA, B.; SUJIVA, S.; PASIPHOL, S. Development of Indicators of Learner's Key Competencies Based on the Basic Education Core Curriculum. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier BV, v. 217, p. 239–248, 2016. ISSN 18770428.

SULLIVAN, F. R.; HEFFERNAN, J. Robotic construction kits as computational manipulatives for learning in the STEM disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, Routledge, p. 24, 2016. ISSN 19450818.

SULLIVAN, F. R. Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 45, n. 3, p. 373–394, 2008. ISSN 00224308.

PANADERO, E.; JONSSON, A. The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational Research Review*, Elsevier Ltd, v. 9, p. 129–144, 2013. ISSN 1747938X.

PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. 1. ed. São Paulo: Artmed Editora, 1999. 96 p. ISBN 85-7307-574-0.

USART, M. et al. Are 21st century skills evaluated in robotics competitions? The case of first lego league competition. v. 1, p. 445–452, 2019.

VLEUTEN, C. v. d.; SLUIJSMANS, D.; BRINKE, D. J.-t. Competence assessment as learner support in education. In: *Technical and Vocational Education and Training*. Cham: Springer, 2016. v. 23, cap. 28, p. 607–630.

TAKATU, D. S. *Avaliação em Robótica Educacional Sobre a Competência Pensamento Científico, Crítico e Criativo da BNCC*. 158 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

TORRES, I. M. d. S. L. *Desenvolvimento das Habilidades de Alunos por Meio da Robótica em Atividades Extracurriculares: Um Estudo de Caso em uma Escola Particular no Rio de Janeiro (RJ)*. 153 p. Dissertação (Mestrado) — Centro Universitário Carioca Unicarioca, Rio de Janeiro, 2018.

ZILLI, S. d. R. *A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e prática*. 89 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.