

Posicionando a BNCC Computação: uma Comparação com Documentos Curriculares Internacionais

Adelmo Eloy

adelmo.elay@usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
Transformative Learning Technologies Lab,
Teachers College, Columbia University

Paulo Blikstein

paulob@tc.columbia.edu

Transformative Learning Technologies Lab,
Teachers College, Columbia University

Luiz Alves

luiz.alves.neto@alumni.usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

Roseli de Deus Lopes

roseli.lopes@usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

RESUMO

A aproximação entre a Ciência da Computação e a Educação Básica é uma tendência global acelerada por várias motivações. No contexto das políticas públicas, a inclusão de conceitos de computação nos currículos nacionais busca legitimar e orientar ações descentralizadas para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento computacional. Recentemente, por meio do anexo de Computação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Brasil definiu as habilidades específicas para serem desenvolvidas no âmbito da computação ao longo da Educação Básica, oferecendo a oportunidade de comparar essa política com a de outros países. Nesse contexto, a pergunta de pesquisa que norteia este estudo é: como as habilidades propostas na BNCC Computação se comparam com padrões curriculares de outros contextos? Para responder à pergunta, o estudo compara o documento curricular de computação brasileiro com o de dois países que adotam políticas semelhantes, utilizando técnicas de análise textual. Os resultados indicam um nível de detalhamento mais elevado na BNCC Computação do Brasil, com uma abordagem mais conceitual e menos aplicada, ainda que priorizando aspectos sociais dessa ciência. Apesar de tais resultados estarem limitados à análise dos documentos em si, eles fornecem insumos sobre possíveis forças e limitações do documento curricular que será implementado ao longo dos próximos anos, assim como de políticas derivadas a partir dele.

PALAVRAS-CHAVE

Currículos em computação, Educação em Computação, Pensamento Computacional, Base Nacional Comum Curricular.

1 INTRODUÇÃO

Uma das formas de legitimação do ensino e aprendizagem de computação na Educação Básica envolve a integração dessa área às normas curriculares de um dado contexto. Apesar de haver exemplos, como o de Israel, onde essa integração remete a

décadas de experiência [1], a explicitação de conceitos e práticas da computação a nível nacional por meio de documentos curriculares específicos é recente, impulsionado pela valorização do pensamento computacional como uma habilidade relevante para diversos campos, assim como pelo desejo de estimular o interesse pela computação previamente ao ingresso no Ensino Superior [2,3].

A elaboração de um currículo ou base curricular para computação na Educação Básica é ao mesmo tempo bastante informativa e complexa. Por um lado, a amplitude do campo da ciência da computação, assim como seus diferentes impactos na sociedade, considera diversas motivações para embasar sua integração à Educação Básica, da necessidade em se suprir demandas de formação para o mundo do trabalho ao entendimento que a computação é hoje uma forma de letramento essencial para compreensão e atuação plena [4,5]. Nesse sentido, tais motivações podem informar e influenciar o processo de elaboração de um currículo em computação e exercícios de priorização. Da mesma forma, traduzir tais motivações em objetivos de aprendizagem e desenvolvimento específicos para as etapas da educação básica não é simples, exigindo o diálogo entre diferentes atores envolvidos no tema. A construção da estrutura curricular denominada K-12 Computer Science Framework [6] ilustra esse processo: o documento, que tem embasado a construção de documentos curriculares estaduais nos Estados Unidos [7], foi criado a partir de uma série de reuniões, oficinas e momentos de escrita com associações estadunidenses representando perspectivas da comunidade acadêmica, de educadores e de setores de tecnologia [6].

No Brasil, as recém-publicadas normas de Computação para a Educação Básica [8] representam um grande avanço no tema. Vale ressaltar que o Brasil possui sólido histórico de experiências com o aprendizado de programação de computadores para estudantes de ensino fundamental e médio [9], e de políticas consolidadas de informática na educação, como o ProInfo [10], mas sem uma comunicação específica de expectativas de aprendizagem na área de informática. Nesse sentido, a definição

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp '24, Abril 22-27, 2024, São Paulo, São Paulo, Brasil (On-line)

© 2024 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

de habilidades específicas de computação apresenta um potencial de impacto também significativo, seguindo o mesmo formato que áreas do conhecimento já consolidadas no cotidiano escolar e prevendo ações de formação docente e avaliação relacionadas a ela [8]. O caráter de ineditismo das normas de computação, assim como a necessidade inerente a elas de constante revisão e aprimoramento, representam uma oportunidade de investigação de como elas se situam em relação a documentos similares de outros contextos. Nesse sentido, a partir das normas, é possível obter uma visão mais clara do tipo de Educação em Computação que se pode vislumbrar para os próximos anos. Com o objetivo de contribuir com essa visão, este estudo explora a seguinte pergunta de pesquisa: como as habilidades propostas nas normas de computação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) se comparam com padrões curriculares de outros contextos?

Para responder essa pergunta, documentos curriculares de outros dois países foram selecionados e comparados com o documento brasileiro, obtendo-se resultados que indicam potencialidades e pontos de atenção das normas de computação para a educação básica. A Seção 2 detalha trabalhos relacionados que serviram de referência conceitual e metodológica. A Seção 3 detalha os métodos de seleção e análise de normas curriculares. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos a partir da comparação entre os documentos. A Seção 5 realiza a discussão dos resultados, visando responder à pergunta de pesquisa, assim como as limitações dos resultados. A Seção 6 retoma os principais elementos do estudo, com destaque para considerações finais e apontamento de trabalhos futuros com base nos aprendizados deste estudo.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Duas dimensões foram selecionadas para organizar trabalhos relevantes para a pergunta de pesquisa: estudos comparativos de políticas de computação na educação básica, e a BNCC Computação como documento curricular que amplia as possibilidades de comparação entre a realidade brasileira e a de outros países.

2.1 Comparação de políticas de computação

Diferentes pesquisas já foram utilizadas com o objetivo de gerar aprendizados a partir da comparação de programas e políticas de educação em computação para a Educação Básica, utilizando experiências dos Estados Unidos como referência, não necessariamente focadas em documentos curriculares. Por exemplo, Gal-Ezer e Stephenson [1] descreveram paralelos entre políticas de ciência da computação na Educação Básica em Israel e nos Estados Unidos, ressaltando a existência de desafios em comum, como a necessidade constante de revisão dos padrões curriculares, mesmo com histórico e níveis de centralização distintos. De forma similar, Yang e Zhang [11] compararam o contexto da educação em computação entre China e Estados Unidos, a partir da análise qualitativa do currículo nacional chinês em tecnologia da informação e o K-12 Computer Science Framework [6], utilizado como referência para elaboração de documentos curriculares estaduais e regionais nos EUA.

Outros trabalhos ampliaram o espectro de localidades utilizadas como base para comparação entre países. Por exemplo, Hubwieser et al. [12] utilizaram pesquisas e estudos de caso de oito países para validar um modelo de investigação de políticas de ciência da computação na Educação Básica. Diversificando os métodos de coleta e análise de dados, Falkner et al. [13] combinaram documentos curriculares e dados de questionários preenchidos por professores em sete países para identificar as principais diferenças entre os documentos curriculares proposto e a percepção de educadores sobre os principais tópicos trabalhados. Os autores analisaram, ainda, diferenças entre tópicos trabalhados nos diferentes países, assim como linguagens de programação e abordagens utilizadas.

Vale ressaltar, por fim, a existência de estudos comparativos de políticas de computação, com enfoque na diferente forma de definir e abordar ideias centrais do campo. Por exemplo, Kusaka [14] identificou as principais diferenças nas formas de se definir e descrever o termo pensamento computacional em documentos curriculares dos Estados Unidos, Austrália e Reino Unido. Similarmente, Andersen et al [15] combinaram análise qualitativa e de redes sociais (SNA) para comparar o entendimento de pensamento computacional trazido em documentos oficiais de políticas de computação na Dinamarca, Finlândia e Noruega. A partir disso, identificaram uma associação em comum entre pensamento computacional e resolução de problemas, assim como a valorização de uma abordagem interdisciplinar. O presente estudo visa contribuir com os trabalhos relacionados ao incluir as recém-publicadas normas de computação do Brasil como país a ser considerado em estudos comparativos do tema, utilizando algumas das estratégias de comparação descritas acima como referência para análise.

2.2 BNCC Computação

As normas sobre Computação na Educação Básica, referida neste documento como BNCC Computação, são um complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), prevista no momento de sua publicação em 2017 [16]. Apesar de referências a conceitos e habilidades relacionadas a Computação já estarem presentes na BNCC, especialmente em torno do pensamento computacional, a complementação proposta poderia elevar o status do campo, de algo transversal a um componente específico no mesmo nível de detalhamento que áreas consolidadas. A responsabilidade pela elaboração do complemento em computação foi atribuída ao Conselho Nacional de Educação, que coordenou a realização de chamadas públicas para contribuições para elaboração do documento, entre os anos de 2021 e 2022 [17]. A versão final do documento foi homologada pelo Ministério da Educação em setembro de 2022, seguida de resolução do CNE detalhando prazos para adequação de documentos curriculares dos municípios e estados, assim como políticas de formação docente e avaliação [8,17].

A estrutura do documento final segue formato similar às demais áreas do conhecimento definidas na BNCC [18]. O documento é dividido em seções destinadas à Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, com habilidades específicas

para cada etapa, cada uma com premissas ou competências específicas. Para o Ensino Fundamental, cada habilidade é organizada a partir de três eixos (Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital), associada a um objeto de conhecimento e complementada por uma explicação e exemplos. No Ensino Médio, os eixos e competências são substituídos por um campo de competências específicas. Para a Educação Infantil, as habilidades e objetos de conhecimentos são substituídos por objetivos de aprendizagem.

Por ser um documento recém-publicado, há poucos estudos e análises derivados do documento. Previamente a sua publicação, Ribeiro et al. [19] propõem a implementação da computação na Educação Básica, com base nas Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), realizando também uma retomada dos aspectos legais que justificam a necessidade de uma base curricular em computação. De forma similar, Ribeiro et al. [20] detalham o processo de elaboração deste documento, situando-o em relação a outros documentos e listando desafios para sua implementação. Por fim, Santos et al. [21] propuseram um painel III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação, realizado em 2023, para discussão sobre as possibilidades e desafios. O estudo apresentado neste artigo visa complementar os trabalhos desenvolvidos pela comunidade de Educação em Computação, aprofundando a comparação entre a BNCC Computação e os documentos curriculares de outras localidades, com o fim de gerar insumos que apoiem a identificação de potencialidades e pontos de atenção a partir do documento.

3 MÉTODOS

A metodologia utilizada no estudo se baseou na abordagem de pesquisa documental [22] e de análise de conteúdo [23], estratégia comumente utilizadas em estudos de educação em computação [7,24]. Tendo a BNCC Computação [18] como referência para comparação, em especial as habilidades propostas ao longo da Educação Básica, a primeira etapa do estudo envolveu a seleção de documentos similares de outras localidades. Para isso, os critérios de seleção foram a) documentos curriculares de nível nacional, com habilidades específicas para cada ano escolar ou grupo de anos escolares, a fim de possibilitar qualquer comparação; b) documentos disponíveis em português, inglês ou espanhol, visando reduzir a influência de possíveis mal-entendidos de tradução, uma vez que nenhum dos autores era fluente em línguas adicionais. Isso assegurou que as comparações fossem baseadas em informações confiáveis e compreensíveis, minimizando o risco de distorções devido à barreira linguística.

3.1 Seleção de documentos curriculares

No processo de busca de documentos curriculares, não foi identificado um currículo nacional disponível para outras localidades na América Latina ou em língua portuguesa, o que poderia ser benéfico em termos de similaridades com o contexto brasileiro. Além disso, vale mencionar que o conjunto de habilidades propostas pela Associação de professores de Ciência da Computação (CSTA) [25] não foi considerado para a análise por ser um documento mais próximo, no contexto brasileiro, à

proposição de competências e habilidades feita pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) [26], que à BNCC Computação. De toda forma, conforme detalhado a seguir, os conceitos e práticas que norteiam o documento foram considerados em uma das etapas da análise. Com isso, foram selecionados o *Australian Curriculum: Digital Technologies* [27], da Austrália, e o *National curriculum in England: computing programmes of study* [28], do Reino Unido.

A Tabela 1 apresenta as localidades selecionadas para análise. Os campos "anos escolares" e "grupos escolares" referem-se ao número de anos escolares que o documento curricular abrange e o número de agrupamentos feitos para distribuição das habilidades, respectivamente. Por exemplo, enquanto o currículo nacional Australiano abrange 10 anos escolares (nomeados no documento como "F-10"), cada habilidade é situada em um grupo que contempla dois anos escolares ("F-2", "3-4", e assim por diante). Além disso, apesar de o currículo nacional de computação do Reino Unido estar organizado em quatro grupos escolares, o último deles foi desconsiderado, dado que as habilidades contidas neles estão redigidas com foco no público docente, o que poderia prejudicar a análise. Por fim, foi definido o termo "habilidades" para se referir aos descritores do que se espera que estudantes aprendam ou sejam capazes de fazer nas diferentes localidades, dado que é o termo utilizado pela BNCC Computação para se referir a esse elemento textual.

Tabela 1: Descrição dos documentos curriculares selecionados

Localidade	Ano de publicação	Anos escolares	Grupos escolares
Austrália (AUS)	2013	10	5
Brasil (BR)	2022	13	11
Reino Unido (UK)	2013	10	3

3.2 Análise de nível de detalhamento do documento curricular

Três tipos de análise foram realizados para comparação das habilidades do documento curricular de cada localidade selecionada. A primeira análise foi direcionada no formato geral das habilidades, comparando sua quantidade e tamanho médio, em palavras, como estratégia para inferir o nível de detalhamento de cada documento curricular. No caso do Brasil, 22 habilidades presentes no documento foram desconsideradas por se referirem a grupos escolares e serem muito similares a habilidades já definidas para um ano escolar específico. Por exemplo, a habilidade (EF69CO01) *Classificar informações, agrupando-as em coleções (conjuntos) e associando cada coleção a um 'tipo de dado'*, definida para o intervalo do 6º ao 9º ano, foi desconsiderada por já haver a habilidade (EF06CO01) *Classificar informações, agrupando-as em coleções (conjuntos) e associando cada coleção a um "tipo de dados"*, para o 6º ano.

3.3 Análise de ordem de complexidade

A segunda análise envolveu o mapeamento e comparação dos principais verbos utilizados para descrever as habilidades em cada

documento curricular, como forma de inferir a complexidade de experiências de aprendizagem em computação orientadas a partir das habilidades [29]. Dentre os verbos mapeados, variações do verbo "usar" foram desconsideradas por, em geral, se referirem à exemplificação de ferramentas que poderiam ser utilizadas para desenvolver uma habilidade, especialmente no caso do Reino Unido (exemplo do currículo nacional do Reino Unido: "*use 2 or more programming languages, at least one of which is textual, to solve a variety of computational problems*"). Em seguida, uma segunda parte da análise, ainda focada nos verbos, foi feita tendo como base de comparação os conceitos levantados na Taxonomia de Bloom aplicada à computação [29]. Todos os verbos, referentes às habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes, presentes em cada descritor nos documentos curriculares analisados foram classificados entre os 6 critérios propostos pela taxonomia e a sua distribuição foi analisada e comparada.

3.4 Análise de conceitos e práticas da computação

A terceira análise considerou a presença de elementos relacionados a conceitos e práticas da ciência da computação em cada habilidade, como estratégia de comparação dos principais conhecimentos em computação priorizados nos documentos curriculares analisados. As habilidades dos três documentos foram classificadas em relação às sete práticas e cinco conceitos de ciência da computação definidos no K-12 Computer Science Framework [6]. Tal documento foi escolhido por trazer definições detalhadas dos conceitos e práticas propostas, no contexto da Educação Básica. Além disso, o documento situa o termo "pensamento computacional" como uma combinação de quatro das sete práticas, ampliando as possibilidades de análise. Todas as habilidades foram codificadas pelos dois primeiros autores de forma síncrona, resolvendo discordância conforme foram surgindo. Buscou-se evitar mais de um conceito e duas práticas por habilidade, tendo como referência o exercício de construção de habilidades feito pela CSTA [25], priorizando elementos mais explícitos e centrais conforme interpretação dos autores. Os resultados obtidos foram então validados pelos demais autores.

Um resumo dos resultados obtidos a partir das três análises é apresentado na próxima Seção; informações mais detalhadas de cada análise podem ser obtidas mediante requisição aos autores.

4 RESULTADOS

Conforme descrito na Seção 3, os resultados do estudo foram organizados a partir de três camadas de análise: comparação da quantidade e extensão das habilidades, comparação dos principais verbos utilizados e comparação dos conceitos e práticas da Ciência da Computação explicitados em cada habilidade.

4.1 Nível de detalhamento do documento curricular

A Tabela 2 apresenta o número de habilidades para cada documento curricular, assim como seu tamanho médio, indicando um número significativamente superior de habilidades no documento curricular brasileiro em relação aos demais. O número

médio de palavras por habilidade, apesar de inferior ao do Reino Unido, ainda indica um nível superior de detalhamento da BNCC Computação em relação aos demais documentos curriculares analisados com base no número de habilidades que compõem o documento. Por fim, ainda que com o mesmo número médio de palavras em relação ao currículo nacional australiano, o maior valor de desvio padrão indica maior variação entre o formato de escrita das habilidades do currículo nacional brasileiro. Por fim, vale ressaltar que a diferença de idiomas pode influenciar o número médio de palavras, em especial apontar para a BNCC como mais sucinta em relação aos demais documentos curriculares.

Tabela 2: Número e tamanho médio das habilidades dos documentos curriculares comparados

Localidade	Número de habilidades	Média de palavras por habilidade (desvio-padrão)
AUS	42	18,1 (3,6)
BR	120	18,1 (7,8)
UK	25	23,3 (10,8)

4.2 Complexidade a partir dos verbos utilizados nas habilidades

A Tabela 3 contém os cinco verbos mais utilizados pelo documento curricular de cada localidade, assim como seu percentual em relação ao total de verbos identificados na análise, considerando os casos de empate em ocorrência e frequência. Comparando-se os principais verbos do currículo nacional brasileiro, nota-se que o segundo mais frequente ("criar") também se mostra frequente na Austrália. O primeiro e terceiro mais frequentes, "reconhecer" e "identificar", respectivamente, não possuem uma tradução equivalente nos demais documentos curriculares; o verbo mais próximo identificado é "understand", presente em 40% das habilidades no currículo nacional do Reino Unido. Para os três casos, as habilidades com esses verbos indicam níveis mais baixos de complexidade, conforme a taxonomia de Bloom [29], direcionados à compreensão de conceitos sem uma ação mais prática. Por exemplo, temos "*understand how numbers can be represented in binary, and be able to carry out simple operations on binary numbers*" no currículo nacional do Reino Unido e "*reconhecer dispositivos eletrônicos (e não-eletrônicos), identificando quando estão ligados ou desligados (abertos ou fechados)*", no currículo nacional brasileiro. Destaca-se, por fim, a alta frequência do verbo "design" nos documentos curriculares da Austrália e Reino Unido, mas não no documento curricular brasileiro. Tal ausência pode ser justificada pela dificuldade de tradução literal do verbo, podendo incorporar ações como planejar, projetar e construir.

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos verbos utilizados em cada documento curricular, a partir dos diferentes níveis de complexidade da Taxonomia de Bloom para computação [29]. As categorias em verde e vermelho indicam aquelas em que a BNCC Computação teve percentuais superiores e inferiores aos demais, respectivamente. De forma similar aos resultados anteriores, observa-se uma concentração relativamente maior do currículo

nacional brasileiro em verbos de ordem de complexidade mais baixa (especialmente *lembrar*), e menor concentração em verbos de ordem de complexidade maior (especialmente *avaliar*).

Tabela 3: Verbos mais frequentes em cada documento curricular

Localidade	Verbo	Ocorrências	% em relação às habilidades
AUS	Create	8	19%
AUS	Explore	6	14%
AUS	Design	6	14%
AUS	Represent	4	10%
AUS	Meet	4	10%
AUS	Define	4	10%
AUS	Implement	4	10%
BR	Reconhecer	18	15%
BR	Criar	16	13%
BR	Identificar	13	11%
BR	Resolver	9	8%
BR	Analisar	9	8%
UK	Understand	10	40%
UK	Design	6	24%
UK	Create	4	16%
UK	Recognise	3	12%
UK	Report	3	12%
UK	Develop	3	12%

Tabela 4: Frequência dos tipos de verbos conforme taxonomia de Bloom

País	AUS	BR	UK
Lembrar	17%	23%	11%
Compreender	22%	22%	21%
Aplicar	27%	24%	28%
Analisar	9%	15%	7%
Avaliar	9%	5%	11%
Criar	16%	11%	22%

Por fim, vale destacar que, apesar de o verbo "Understand" aparecer em 40% das habilidades no Reino Unido na Tabela 3, a sua respectiva dimensão na Tabela 4 ("Compreender") representa apenas 20,7% do total de verbos. Tal diferença é justificada pelo fato de o currículo nacional do Reino Unido normalmente conter mais de um verbo por habilidade.

4.3 Presença de conceitos e práticas da computação

As Tabelas 5 e 6 apresentam o percentual de habilidades dos documentos curriculares analisados que se relacionam com cada uma das práticas e conceitos de ciência da computação, respectivamente, conforme definição do K-12 Computer Science Framework [6]. Dentre as práticas, destaca-se a prática de colaboração em torno da computação, mais frequente no currículo nacional brasileiro em relação aos documentos de Austrália e Reino Unido, e normalmente apresentada de forma integrada a

outras práticas. Na direção oposta, identificou-se uma menor ocorrência de práticas relacionadas ao reconhecimento e definição de problemas computacionais, desenvolvimento e uso de abstrações, e teste e refinamento de artefatos computacionais. Essas práticas são três das quatro diretamente associadas ao pensamento computacional, de acordo com a referência utilizada (a quarta seria "criar artefatos computacionais"), além de serem elementos centrais em diversas definições de pensamento computacional [30].

Quanto aos conceitos computacionais, o conceito relacionado a impactos da computação apresenta frequência ligeiramente superior na BNCC Computação, indicando maior referência a aspectos sociais da computação; o conceito de algoritmos e programação apresentou resultados similares. Na direção oposta, notou-se uma diferença significativa quanto ao percentual dos três documentos curriculares em relação ao conceito "Dados e análise", com o currículo nacional brasileiro com frequência (10,8%) entre os currículos nacionais de Austrália (26,2%) e Reino Unido (4%).

Tabela 5: Práticas de ciência da computação em cada documento curricular

Prática	AUS	BR	UK
Promover uma cultura de computação inclusiva	7%	8%	20%
Colaborar em torno da computação	2%	11%	0%
Reconhecer e definir problemas computacionais	24%	19%	32%
Desenvolver e usar abstrações	21%	16%	20%
Criar artefatos computacionais	19%	13%	12%
Testar e refinar artefatos computacionais	14%	3%	8%
Comunicar sobre computação	19%	15%	4%

Tabela 5: Conceitos de ciência da computação em cada documento curricular

Conceito	AUS	BR	UK
Sistemas computacionais	10%	13%	16%
Redes & internet	10%	10%	8%
Dados e análise	26%	11%	%
Algoritmos e programação	24%	35%	32%
Impactos da computação	29%	33%	28%

Por fim, vale destacar que nenhuma prática foi 39 das 120 habilidades da BNCC Computação não foram associadas a nenhuma prática de ciência da computação; nos documentos curriculares de Austrália e Reino Unido, não houve casos de habilidades sem associação a um conceito específico. Das 39 habilidades mapeadas, pouco menos que a metade (18) foi

associada ao conceito "Impactos da computação". Um exemplo de habilidade que ilustra a ausência de práticas de computação associadas a ela é "Adotar hábitos saudáveis de uso de artefatos computacionais, seguindo recomendações de órgãos de saúde competentes".

5 DISCUSSÃO

Os resultados compartilhados na Seção 4 ilustram diferenças estruturais e conceituais entre a BNCC Computação e os documentos curriculares de Austrália e Reino Unido, permitindo também reflexões que podem informar potencialidades e riscos para ações derivadas do documento. Por exemplo, os resultados da Tabela 2 apontam para um grande nível de detalhamento da BNCC Computação, o que pode ser útil dado o caráter de ineditismo da disciplina no Brasil e as dificuldades enfrentadas para formação docente especializada na área [31]. Por outro lado, especialmente ao se resgatar a premissa de que a BNCC é um documento a ser complementado pelos sistemas de ensino, sua aplicabilidade pode se tornar inviável.

Somado a isso, a organização das habilidades por cada ano escolar diferencia a BNCC Computação dos demais documentos curriculares, podendo levar a uma implementação engessada, com alto nível de prescrição e maior dificuldade de diálogo com outras disciplinas. A título de exemplo, a versão atual do documento possui, em média, uma habilidade por mês letivo, o que pode se tornar inviável para escolas em tempo parcial, por exemplo. Nesse sentido, torna-se essencial a proposição de estratégias efetivas para o desenvolvimento dessas habilidades, possivelmente em diálogo com outras disciplinas e áreas do conhecimento, assim como uma possível revisão em versões futuras, visando uma versão mais "enxuta", com focos em ideias centrais [32], que sirva de base para complementações regionais e locais.

De forma similar, a análise de verbos utilizados nas habilidades aponta aspectos positivos e pontos de atenção para a BNCC Computação. A presença de verbos com maiores níveis de complexidade de acordo com a Taxonomia de Bloom, como resolver, analisar e, principalmente, criar, são importantes para que produtos derivados do documento curricular promovam experiências concretas e genuínas de construção de tecnologias computacionais, aplicadas a situações reais [33]. Por outro lado, a presença significativa de verbos com menores níveis de complexidade, especialmente "reconhecer", trazem o risco de que, experiências de aprendizagem desenhadas a partir da BNCC Computação se limitem a apropriação de conceitos com abordagens expositivas.

Por fim, a comparação em torno dos conceitos e práticas da ciência da computação contribuem para uma comparação entre documentos curriculares, assim como uma visão mais concreta de possíveis enfoques da BNCC Computação. Chama atenção a presença mais significativa de práticas e conceitos relacionados à colaboração e impactos da computação, respectivamente. Tais elementos indicam oportunidades para construção de uma visão social e crítica da computação, em alinhamento com visões alternativas do que deveria ser o enfoque da computação na

Educação Básica, como a da computação como um letramento [34] ou como ferramenta de participação social [35].

Contudo, a representação aquém dos demais documentos curriculares quanto a práticas como criação, teste e refinamento de artefatos computacionais, também merece reflexão. Uma visão social e crítica da computação requer, também, que estudantes tenham oportunidades de construção contínua de tecnologias computacionais, o que pode ser favorecido a partir de práticas como as listadas acima. No contexto brasileiro, tal característica representa o risco de que em alguns contextos a computação se limite a reflexões e discussões teóricas sobre computação, dado que aspectos mais concretos da computação requerem infraestrutura e formação docente ainda distantes. Nesse sentido, o esforço da BNCC em garantir uma visão mais contextualizada da computação se faz visível na organização conceitual do documento, assim como nos resultados descritos nas Tabelas 4 e 5. Esse esforço não deve, contudo, servir como justificativa para que experiências mais complexas de interação com artefatos computacionais não sejam o objetivo central do documento.

Por fim, quanto ao entendimento de pensamento computacional a partir do documento, nota-se que, apesar de diferentes dimensões do pensamento computacional estarem presentes na BNCC Computação, há um desequilíbrio de enfoque em relação às quatro práticas que a compõem de acordo com o K-12 Computer Science Framework. Tal descompasso leva, também, a diferença significativa em relação aos demais documentos curriculares analisados. A importância da valorização da prática de se criar artefatos computacionais é inquestionável; por outro lado, as demais práticas relacionadas ao pensamento computacional são importantes para que ações como programar computadores estejam orientadas à resolução de problemas dito computacionais, em processos iterativos de refinamento.

5.1 Limitações

Dentre as limitações do estudo, vale destacar, sobretudo, que a análise de documentos curriculares não reflete a realidade em sala de aula, limitando qualquer inferência sobre o ensino e aprendizagem de computação nos contextos analisados. De toda forma, é inegável a relevância de tais documentos na elaboração de materiais mais específicos, como livros didáticos e avaliações, na educação em computação. Vale ressaltar, também, que cada documento tem sua especificidade, dados aspectos sociais e culturais em que foram construídos, resultando em diferenças na estrutura, forma de escrita e idioma em que foram elaborados, o que certamente é um ponto de atenção quanto às conclusões do estudo. Além disso, vale destacar o aspecto interpretativo dos autores com relação às referências utilizadas para identificação dos conceitos e práticas de ciência da computação. Tal limitação foi reduzida pelo exercício de codificação e discussão por dois dos autores, com base em referencial conceitual detalhado, o que ainda assim não anula vieses de interpretação. Por fim, o número de documentos curriculares comparados não é elevado, servindo como um primeiro exercício de análise da BNCC Computação, que pode ser complementado com comparações posteriores com

contextos mais similares ao brasileiro e integrado abordagens complementares de investigação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como objetivo realizar a comparação das normas de computação como complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com documentos curriculares similares de outros países. Utilizado técnicas de pesquisa documental e análise de conteúdo, foi possível identificar diferenças significativas entre o documento brasileiro e os demais, indicando um maior nível de detalhamento e prescrição de habilidades para cada ano escolar, presença significativa de verbos com ordem de complexidade inferior, valorização de uma perspectiva social da computação, assim como de conceitos de programação, com menor enfoque em práticas que orientam a uma visão mais completa do que é pensar computacionalmente. Tais resultados, além de indicar potencialidades e oportunidades de aprimoramento do currículo nacional brasileiro, ilustram de forma concreta a educação em computação que o documento fomenta a nível nacional, podendo informar estudos posteriores do documento e de programas e políticas impulsionadas a partir de sua criação.

6.1 Trabalhos Futuros

Dado até pelo fato de a BNCC Computação ser um documento recente, as possibilidades de trabalhos futuros são inúmeras. A comparação do currículo nacional brasileiro com documentos similares a outras localidades, incluindo também documentos curriculares estaduais e municipais do Brasil, poderá reforçar ou refutar algumas das hipóteses levantadas neste estudo. De forma similar, novas abordagens de análise, envolvendo especialmente técnicas mais sofisticadas de processamento de linguagem natural, podem levar à identificação de padrões e discrepâncias de difícil percepção pelo olhar puramente humano, dada a extensão e complexidade dos documentos. Tais análises podem ser também complementadas pelo uso de outras fontes de dados, como entrevistas e questionários com atores relevantes para o tema, especialmente professores de computação. Por fim, o aprofundamento da comparação a partir de conceitos ou práticas específicas, pode contribuir para uma visão mais concreta de como os documentos curriculares se diferenciam entre si. Por exemplo, a comparação sistemática de um conceito ou prática computacional, como abstração ou construir algoritmos, pode apontar discrepâncias conceituais e relacionadas ao que é esperado para cada faixa etária. Quaisquer dos caminhos certamente contribuirá para que a comunidade de Educação em Computação mantenha um olhar crítico e propositivo sobre o papel e caminhos para melhorias da BNCC Computação.

REFERÊNCIAS

- [1] Judith Gal-Ezer, and Chris Stephenson. 2014. A tale of two countries: Successes and challenges in K-12 computer science education in Israel and the United States. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 14, no. 2: 1-18. <https://doi.org/10.1145/2602483>
- [2] Stefania Bocconi, Augusto Chiocciarollo, Giuliana Dettori, Anusca Ferrari, and Katja Engelhardt. 2016. Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice. No. JRC104188. Joint Research Centre (Seville site). <https://doi.org/10.2791/792158>.
- [3] Global Education Monitoring Report Team and Sadosky Foundation. 2023. Computer science as a curriculum subject in Latin America. Background paper prepared for the Global Education Monitoring Report, UNESCO. <https://doi.org/10.54676/SFZT9465>.
- [4] Paulo Blikstein, and Sepi Hejazi Moghadam. 2019. Computing education. *The Cambridge handbook of computing education research*: 56-78. <https://doi.org/10.1017/9781108654555>.
- [5] Sara Vogel, Rafi Santo, and Dixie Ching. 2017. Visions of computer science education: Unpacking arguments for and projected impacts of CS4All initiatives. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE technical symposium on computer science education*, 609-614. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017755>
- [6] CSTA. 2016. K-12 Computer Science Framework. <http://www.k12cs.org>
- [7] Meize Guo, and Anne Ottenbreit-Leftwich. 2020. Exploring the K-12 computer science curriculum standards in the US. In *Proceedings of the 15th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 1-6. <https://doi.org/10.1145/3421590.3421594>.
- [8] Brasil. 2022. CNE/CEB. Res. Nº 1/2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Retrieved February 05, 2024, from <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-1-de-4-de-outubro-de-2022-434325065>
- [9] José Armando Valente and Fernando José De Almeida. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. *Revista Brasileira de Informática na educação* 1, no. 1: 45-60. <https://doi.org/10.5753/rbie.1997.1.1.45-60>.
- [10] Ronei Ximenes Martins, and Vânia de Fátima Flores. A implantação do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo): revelações de pesquisas realizadas no Brasil entre 2007 e 2011. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* 96: 112-128. <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/330812273>.
- [11] Xiaochun Yang, and Jin Zhang 2020. Preliminary Comparison of K-12 Computing Education in China and the United States. In 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), 965-967. IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368402>.
- [12] Peter Hubwieser, Michal Armoni, Michail N. Giannakos, and Roland T. Mittermeir. 2014. Perspectives and visions of computer science education in primary and secondary (K-12) schools. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 14, no. 2: 1-9. <https://doi.org/10.1145/2602482>.
- [13] Katrina Falkner, Sue Sentance, Rebecca Vivian, Sarah Barksdale, Leonard Busuttill, Elizabeth Cole, Christine Liebe, Francesco Maiorana, Monica M. McGill, and Keith Quille. 2019. An international comparison of k-12 computer science education intended and enacted curricula. In *Proceedings of the 19th Koli calling international conference on computing education research*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/3364510.3364517>.
- [14] Satoshi Kusaka. 2021. Systematizing ICT Education Curriculum for Developing Computational Thinking: Case Studies of Curricula in the United States, Australia, and the United Kingdom. *Journal of Education and Learning* 10, no. 5: 76-83. <https://doi.org/10.5539/jel.v10n5p76>.
- [15] Andersen, Renate, Thomas Frågåt, Yurdagül Boğar, Jesper Juellund Jensen, and Louise Mifsud. 2023. Representations of Computational Thinking in Policy Documents in an Educational Context: The Cases of Denmark, Finland, and Norway. In *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences-ICLS 2023*, pp. 35-42. International Society of the Learning Sciences. <https://doi.org/10.22318/icls2023.719530>.
- [16] Brasil. 2017. Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192.
- [17] Brasil. 2022. CNE/CEB. Parecer Nº 2/2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Retrieved February 05, 2024 from http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192
- [18] Brasil. 2022. Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC. Retrieved February 05, 2024 from <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>.
- [19] Leila Ribeiro, Simone André da Costa Cavalheiro, Luciana Foss, Marcia Elena Jochims Kniphoff da Cruz, and Rozelma Soares de França. 2022. Proposta para Implantação do Ensino de Computação na Educação Básica no Brasil. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 278-288. SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225231>.
- [20] Leila Ribeiro, Luciana Foss, Simone André Da Costa Cavalheiro, Marcia Elena Jochims Kniphoff da Cruz, and Rozelma Soares de França. 2023. The Brazilian School Computing Standard. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 53-58. <https://doi.org/10.1145/3545945.3569863>.
- [21] Ana Cláudia Guimarães Santos, Isabelle Melo do Nascimento, and Wilk Oliveira. 2023. Da BNCC à BNCC Computação: Histórico, Afinidades e Desafios na Implementação de um Currículo Único. In *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, 52-53. SBC. https://doi.org/10.5753/educomp_estendido.2023.229134.

- [22] Jackson Ronie Sá-Silva, Cristóvão Domingos de Almeida, and Joel Felipe Guindani. 2009. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista brasileira de história & ciências sociais* 1, no. 1: 1-15. <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>.
- [23] Nancy L. Kondracki, Nancy S. Wellman, and Daniel R. Amundson. 2002. Content analysis: Review of methods and their applications in nutrition education. *Journal of nutrition education and behavior* 34, no. 4: 224-230. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60097-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60097-3).
- [24] Iago Sinésio Ferris da Silva, and Taciara Pontual Falcão. 2021. "Uma Pesquisa Documental Sobre O Pensamento Computacional No Ensino Superior: Análise Dos Projetos Pedagógicos Dos Cursos De Licenciatura Em Computação No Brasil: A Documental Research About Computational Thinking In Higher Education: Analysis Of Pedagogical Projects Of Computer Science Teacher Education Programs In Brazil. *Revista Contexto & Educação* 36, no. 114: 54-71. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2021.114.54-71>.
- [25] Computer Science Teachers Association. 2017. CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017. <https://csteachers.org/k12standards/>
- [26] SBC. 2017. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. Retrieved February 05, 2024, from <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>
- [27] Australia. 2013. The Australian curriculum: technologies information sheet. Retrieved February 05, 2024, from <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/digital-technologies/>
- [28] United Kingdom. 2013. National curriculum in England: computing programmes of study. Retrieved February 05, 2024, from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- [29] Tang, Cara, Markus Geissler, Christian Servin, and Cindy Tucker. 2022. Computing Verbs to Enhance Bloom's Revised Taxonomy. In *Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, 1026-1026. <https://cecc.acm.org/files/publications/Blooms-for-Computing-20230119.pdf>.
- [30] Valerie J. Shute, Chen Sun, and Jodi Asbell-Clarke. 2017. Demystifying computational thinking. *Educational research review*, v. 22, p 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>.
- [31] Wilk Oliveira, Rozelma França, André Lemos, Marcia Kniphoff Da Cruz, Pasqueline Scaico, Haroldo Amaral, and Lilian Pereira Teixeira. 2020. Os desafios enfrentados pela licenciatura em computação que a comunidade de educação em computação precisa conhecer. In: *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação*. SBC, 191-195. <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11156>.
- [32] Tim Bell, Paul Tymann, and Amiram Yehudai. 2011. The Big Ideas of K-12 Computer Science Education. *Bulletin of EATCS* 124.
- [33] Mike Tissenbaum, Josh Sheldon, and Hal Abelson. 2019. From computational thinking to computational action. *Communications of the ACM*, v. 62, n. 3, 34-36. <https://doi.org/10.1145/3265747>.
- [34] Yasmin Kafai, Chris Proctor, and Debora Lui. 2020. From theory bias to theory dialogue: embracing cognitive, situated, and critical framings of computational thinking in K-12 CS education. *ACM Inroads*, v. 11, n. 1, 44-53. <https://doi.org/10.1145/3381887>.
- [35] Yasmin B. Kafai. 2016. From computational thinking to computational participation in K-12 education. *Communications of the ACM*, v. 59, n. 8, 26-27. <https://doi.org/10.1145/2955114>.