



**Lemann
Center**



**Stanford
University**

Avaliação da Base Nacional Comum Curricular para Educação em Ciências Fundamental I e II (1-9) e Ensino Médio (1-3)

Autores:

Paulo Blikstein, PhD

Mestre pelo MIT Media Lab, Doutor em Educação pela Northwestern University, Professor na Escola de Educação da Universidade Stanford, Diretor do Lemann Center em Stanford

Tatiana Hochgreb-Haegele, DDS, PhD

Doutora em Biologia Celular e do Desenvolvimento pela USP, Pós-Doutorado pela UCSF e pela Caltech, consultora em ensino de Ciências do Lemann Center em Stanford

Consultores:

Helen Quinn, PhD

Professora Emérita da Universidade Stanford, ex-professora na Universidade Harvard, ex-Presidente da Sociedade Americana de Física, coordenadora do comitê para elaboração do NGSS

Jonathan Osborne, PhD

Professor de Educação de Ciências na Universidade Stanford, coordenador do grupo de especialistas em Ciências do OECD PISA, ex-Professor de Educação de Ciências do King's College, Universidade de Londres

Thomas Adams, PhD

Departamento de Educação da Califórnia, Superintendente do setor de apoio ao Ensino e Aprendizagem, Diretor Executivo da Comissão de Qualidade Instrucional

Base Nacional Curricular Comum: Sumário

“Um currículo nacional trata-se das aspirações que irão definir àquilo que é legítimo dizer que todos têm direito na sociedade.”

– Prof. Jonathan Osborne durante entrevista sobre a BNCC

A elaboração da BNCC pode representar um passo importante na organização de estruturas curriculares interdisciplinares que reconheçam o estágio de desenvolvimento do conhecimento dos alunos e o contexto social como base para construir novos conhecimentos. No entanto, cumprir essa tarefa é um esforço acadêmico, organizacional e político complexo que a maioria dos países leva anos para concluir, e que depende da constituição de equipes de especialistas, trabalhando, por vários anos, em fases de trabalho cuidadosamente planejadas.

Este documento é uma contribuição do Centro Lemann da Escola de Educação de Stanford (lemanncenter.stanford.edu) para a discussão da proposta da BNCC, baseada na pesquisa e consulta a especialistas com décadas de experiência no ensino e aprendizagem de Ciências e na criação de estruturas curriculares nacionais nos EUA, Inglaterra e vários países da OECD. Consultamos dois especialistas internacionais no assunto: Helen Quinn, que coordenou a elaboração dos padrões nacionais de Ciências dos EUA (*Next Generation Science Standards, NGSS*), iniciativa liderada pelo *National Research Council* dos Estados Unidos, e Jonathan Osborne, que, além de participar da elaboração do NGSS, também coordenou a elaboração dos padrões do PISA e do currículo nacional do Reino Unido.

Para a elaboração deste documento, analisamos as versões V1 e V2 da BNCC. Na primeira revisão feita pelo Centro Lemann em Stanford, em consulta com especialistas em desenvolvimento de currículos de Ciências, identificamos uma série de questões estruturais e conceituais importantes que, na nossa avaliação, não poderiam ser facilmente endereçados sem que o documento fosse reescrito e reestruturado significativamente. Nesta segunda versão, houve uma série de mudanças em relação ao documento inicial. Dentre estas mudanças, destacaríamos os seguintes itens, que discutiremos em seguida:

- Melhores textos introdutórios, desenvolvendo a estrutura e componentes de cada área com uma abordagem mais moderna das práticas e processos no ensino de Ciências.
- Eliminação da Unidade de Conhecimento “Bem estar e saúde” no Ensino Fundamental.

- Esforço para revisar e reorganizar conteúdos usando exemplos mais gerais e com ênfase na progressão e coerência dos conteúdos.
- Esforço para elaborar critérios integrando objetivos gerais de formação e eixos de formação.

A seguir, apresentamos nossa avaliação do documento, baseado tanto na nossa análise interna, como nos pareceres dos três especialistas internacionais. Dividimos nosso relatório em cinco partes: (1) Versões da BNCC, (2) Seleção e Coerência do conteúdo, (3) Definição de Práticas de Ciências e Engenharia/Tecnologia, (4) Divisão e relação transversal do assunto e (5) Organização e Revisões.

Além da revisão do conteúdo atual, no item (5) Organização e Revisões, sugerimos um sistema totalmente novo de organização do conteúdo em três níveis (tópicos Básicos, Avançados e Futuros), que garante o conteúdo central da disciplina para que todas as crianças aprendam com profundidade e alta qualidade, mesmo no nível básico, mas que também prevê a possibilidade e oferece apoio para escolas e professores incluírem tópicos mais avançados, tais como programação e práticas de ciência, engenharia e tecnologia. Esse sistema também **contempla uma agenda de implementação**, baseada na complexidade de cada item, de maneira a facilitar o treinamento e a preparação de escolas e professores, sem perder a qualidade em longo prazo.

1. Versões da BNCC

Em seus textos introdutórios, já desde a primeira versão, a BNCC expressava claramente o compromisso com aspectos importantes da educação de Ciências no mundo contemporâneo, tais como encorajar *“uma observação sistemática do mundo material (...) estabelecendo relações causais, compreendendo interações, fazendo e formulando hipóteses, propondo modelos e teorias, e tendo o questionamento como base de pesquisa e experimentação como critério de validação”*.

Na sua versão revisada, a BNCC adiciona que o *“currículo deve envolver práticas investigativas e aplicação de modelos explicativos, levando os/as estudantes a formular questões, identificar e investigar problemas, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar e comunicar conclusões, a partir de dados e informações e buscar a resolução de problemas práticos que envolvam conhecimentos das Ciências da Natureza”*.

A definição e desenvolvimento destes princípios ao longo das descrições da estrutura e componentes da BNCC em sua segunda versão é um passo importante no estabelecimento da visão e objetivos do documento, com recomendações mais objetivas de aprendizagem do processo científico. No entanto, estes princípios não são explicitados nos objetivos de aprendizagem e no conteúdo da BNCC, e sem uma mudança profunda de conteúdo, estes conceitos correm o risco de ficar limitados ao âmbito teórico e conceitual, restrito aos textos introdutórios, sem oferecer mecanismos que auxiliem o professor e a escola a colocá-los em prática na sala de aula. A "tradução" desses princípios gerais para tópicos curriculares, exemplos de aplicação, e planos para a sala de aula é um trabalho complexo, e é crucial que seja feito e incorporado à Base brasileira.

A experiência da elaboração de currículos em outros países mostrou que um processo produtivo para esta tarefa começa com a elaboração de uma estrutura geral, especificando as ideias-chave e objetivos de ensino e de aprendizagem, e a partir daí, a construção de um currículo que represente estes princípios, com a seleção dos conteúdos essenciais e desenvolvimento de progressão e coerência de sua organização para atingir os objetivos estabelecidos. No componente de Ciências da BNCC, a estrutura geral e as ideias-chave mudaram da V1 para a V2, mas os conteúdos dos currículos não acompanhou esta mudança. Portanto, a partir dos avanços obtidos nos textos introdutórios da V2, é importante fazer uma reformulação cuidadosa e abrangente do conteúdo e objetivos de aprendizagem do documento.

Limitações

- Em ambas as versões da BNCC, os objetivos de aprendizagem são enunciados como atividades (*EF01CI01 Identificar de que são feitas e como são utilizadas as coisas que fazem parte da vida cotidiana*) ao invés de explicitar o conceito geral e objetivo do conteúdo de aprendizagem.
- Na segunda versão da BNCC, foram introduzidas matrizes de comparação dos objetivos gerais de formação em relação aos eixos de formação. Entendemos que este esforço objetiva desenvolver uma conexão com outras áreas e componentes da BNCC, no entanto, na versão atual os objetivos de formação são muito amplos e gerais. Fica pouco claro como estes componentes contribuem para os objetivos do documento.

Recomendações

- Revisar os enunciados dos objetivos de aprendizagem, de modo a explicitar o conceito geral do que se espera que o aluno aprenda ao final de cada período.

- Estudar as metodologias e estratégias baseadas em pesquisa moderna sobre ensino e aprendizagem, assim como na experiência acumulada para:
 - A. Reavaliar e selecionar os conteúdos que contribuem para a melhor progressão e sequência para cada objetivo de aprendizagem,
 - B. Enunciar os objetivos de aprendizagem com conceitos gerais que representem objetivamente o conteúdo e aprendizagem esperados,
 - C. Apresentar práticas de ciência e exemplos de aplicação para contextualizar e desenvolver estes conteúdos, estabelecendo os objetivos gerais e específicos de aprendizagem.

Benchmarks

No quadro a seguir (Tabela 1), apresentamos uma **possibilidade de reformulação dos objetivos de aprendizagem** propostos na unidade de Materiais, Propriedades e Transformações, do 1º ao 3º ano do Ensino Fundamental, para refletir estas mudanças. Note, em particular, como na nossa proposta, o próprio texto sugere uma progressão, e retoma de forma coerente conteúdos ensinados em anos anteriores.

Tabela 1. Objetivos de aprendizagem de Materiais, Propriedades e Transformações. 1º ano ao 3º ano do Ensino Fundamental.

	1º ANO	2º ANO	3º ANO
BNCC v2	U1F1-01- Identificar de que são feitas e como são utilizadas as coisas que fazem parte da vida cotidiana.	U1F2-01 – Buscar informações para identificar o surgimento, manutenção, modificações e substituições de materiais em dispositivos e utensílios, como lâmpadas e fogões.	U1F3-01 - Comparar características de diferentes materiais e suas adequações para diferentes usos, como em edificações, painéis e roupas.
Sugestão de reformulação do enunciado para refletir o conceito geral do objetivo de aprendizagem	Tudo que nos rodeia é feito de matéria. Há diversos tipos de matéria (madeira, metal, água), em diferentes estados (sólido, líquido, gás).	Os materiais / matéria têm diferentes propriedades (textura, aparência, som). Estas propriedades permitem que os materiais possam ser utilizados para diferentes propósitos.	Os materiais têm diferentes propriedades que os caracteriza. Muitos objetos são feitos de partes menores (tijolos -> casa). Objetos ou amostras de substâncias podem ser pesados e medidos. Matéria pode ser classificada: propriedades, usos, origem, se são naturais ou manufaturados etc.

Em relação à proposição de **práticas de ciência e exemplos de aplicação para contextualizar e desenvolver os conteúdos**, estabelecendo os objetivos gerais e específicos de aprendizagem, o *Next Generation Science Standards* (NGSS) dos EUA inclui em sua estrutura **Práticas de Ciências e Engenharia**, que propõem atividades de aplicação da ciência, explicitando seu objetivo na obtenção das competências científicas. Essas atividades complementam os conteúdos com exemplos práticos que podem ajudar o professor a elaborá-las e implementá-las de acordo com seu contexto e recursos.

Na Tabela 2 apresentamos as práticas apresentadas pelo NGSS para a área de Estrutura e Propriedades da Matéria, para o período da pré-escola ao 2º ano do Ensino Fundamental (correspondente ao conteúdo apresentado na Tabela 1).

Tabela 2. Práticas de Ciências e Engenharia do NGSS para área de Estrutura e Propriedades da Matéria, K-2 (pré-escola ao 2º ano do Ensino Fundamental)

Práticas de Ciências e Engenharia NGSS	<p>Atividade 1: Planejar e conduzir uma investigação para descrever e classificar diferentes tipos de materiais por suas propriedades observáveis. [Cor, textura, dureza, flexibilidade. Propriedades poderiam incluir propriedades semelhantes comuns aos materiais.] U1F1-01</p> <p>Atividade 2: Analisar dados obtidos dos testes de diferentes materiais para determinar quais materiais tem as propriedades mais adequadas para um propósito [Exemplos de propriedades poderiam incluir força, flexibilidade, dureza, textura e absorção]. Limitações: Medidas quantitativas limitadas ao comprimento. U1F2-01</p> <p>Atividade 3: Fazer observações para construir uma avaliação baseada em evidência de como um objeto feito de um conjunto de peças pode ser desmontado e transformado em um novo objeto [Exemplos de peças poderiam incluir blocos, tijolinhos ou outro objetos pequenos variados]</p> <p>Atividade 4: Construir um argumento baseado em evidência de que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento podem ser revertidas e outras não podem. [Exemplos de mudanças reversíveis poderiam incluir materiais como água e manteiga em temperaturas diferentes. Exemplos de mudanças irreversíveis poderiam incluir cozinhar um ovo, congelar a folha de uma planta, e aquecer papel.]</p>
---	--

2. Seleção e coerência do conteúdo

Numa tentativa de tornar o aprendizado em Ciências mais motivador, o conteúdo da BNCC está muito baseado em aplicações no mundo real e fatos científicos. Como consequência, a coerência do documento fica altamente comprometida. A sequência de aplicações parece estar desconectada da ciência subjacente, dificultando a compreensão dos interessados (professores, escolas, etc.) sobre como os diferentes blocos se conectam e como se complementam. A compreensão de exemplos de aplicações da Ciência no mundo real não deve estar embasada, primordialmente, em quão "interessantes" ou relevantes essas aplicações possam parecer, mas em uma cuidadosa seleção, articulação e ordenação de conteúdos que, ao longo do tempo, vão construindo uma figura coerente do mundo que cerca o estudante. A construção dessa figura coerente requer o entendimento dos princípios científicos subjacentes aos exemplos e aplicações.

Em particular, do 1º ao 9º ano na BNCC, as Ciências Naturais são apresentadas como uma variedade de aplicações da ciência que, na ausência de elementos de base para conhecimentos mais fundamentais (tais como a introdução aos átomos, moléculas, matéria, células e assim por diante), pode ser interpretada apenas como uma série de fatos incidentais desconectados das ideias fundamentais da ciência. Esses fatos e aplicações devem estar conectados com conceitos científicos fundamentais, e devemos deixar claro para alunos e professores por que cada conteúdo está sendo apresentado e como os tópicos se conectam e complementam com os conhecimentos anteriores.

Desde a primeira versão, a BNCC já estabelecia uma boa meta: uma educação que *“prepara as pessoas para interagir e operar em diferentes ambientes considerando a dimensão global, uma educação que promove a compreensão de conhecimentos científicos relevantes em diferentes períodos, espaços e direções, letramento geral e letramento científico, conscientização sobre como a ciência foi constituída historicamente e para quem se destina, compreensão de questões culturais, sociais, étnicas e ambientais associadas ao uso de recursos naturais e o uso de conhecimentos e tecnologias científicas”*.

No entanto, o formato atual deixa a cargo dos professores a responsabilidade de providenciar o espaço e os recursos necessários para atingir essas metas altamente ambiciosas. Em contraste, com a formulação de um documento mais específico, bem estruturado e ordenado de maneira mais objetiva, a BNCC poderia fornecer diretrizes mais claras para os professores ajudarem os alunos a engajar em práticas produtivas de aprendizagem em Ciências.

Limitações

- Risco de que o currículo se torne uma lista de fatos interessantes, porém, desconexos dos conteúdos específicos que os alunos devem aprender. Em um país vasto com uma sociedade tão diversa quanto a do Brasil, esses fatos podem não estar necessariamente relacionados à realidade de cada aluno. Isso pode ser evitado dando ênfase em competências específicas / expectativas de desempenho e metas ao invés de conteúdo.
- Falta de uma introdução de conceitos básicos (tais como átomos, moléculas, células, etc.) que são necessários para uma compreensão conceitual aprofundada do conteúdo e suas aplicações. Quando mencionados de maneira aleatória em diferentes contextos, acaba restando ao aluno/professor a responsabilidade de desenvolver estratégias para assimilar esses conceitos, aumentando assim o risco de insucessos.
- Seleção de gama muito extensa de tópicos e fatos científicos tentando cobrir o maior conteúdo possível, mas não há mecanismos ou estratégias no programa que incentivem os professores e alunos a se aprofundarem mais nesses tópicos.
- Mudança abrupta na abordagem do Ensino Fundamental I e II (1º ao 9º ano) para o Ensino Médio (1º ao 3º ano). Com a decisão de não aprofundar os conteúdos e não apresentar formalmente conceitos fundamentais de ciências no Ensino Fundamental, perde-se aqui a oportunidade de acumular o conhecimento durante os primeiros nove anos, que poderia servir como base para uma abordagem mais avançada nos anos seguintes. Por exemplo, **átomos e moléculas só são introduzidos no Ensino Médio, deixando apenas alguns anos para aprender tudo sobre a ciência moderna. Consideramos que essa é uma das grandes lacunas da BNCC, indo contra quase todos os currículos internacionais que conhecemos.**

Recomendações

Gerais:

1. Estabelecer uma estrutura abrangente geral para o documento que interligue conteúdos e práticas, e com exemplos de conteúdos e aplicações mais específicos. O NGSS pode ser usado como um modelo.
2. Definir cuidadosamente as ideias-chave e objetivos centrais de aprendizagem, e possivelmente deixar de lado conteúdos que não sejam geradores ou bem conectados com a ciência moderna. Quando nos deparamos com um conjunto de conhecimentos científicos em constante expansão, precisamos de critérios norteadores tanto para a inclusão como para a exclusão de tópicos do currículo. É necessário estabelecer quais tópicos toda criança deve aprender em profundidade, quais são as ideias principais daquela disciplina e transmitir o conhecimento fundamental que irá ajudá-la a compreender o mundo e o discurso público. *É fundamental diminuir a "cobertura" de conteúdo para que se possa ir mais fundo nos tópicos mais importantes e geradores. Essa é a tendência internacional nos currículos de Ciências.*

3. Construir os conceitos e conhecimentos necessários para atingir essas metas em uma sequência coerente, que faça sentido através dos anos e níveis de ensino, e usando uma linguagem que deixe claro o aspecto "espiral" do currículo. Em outras palavras, a linguagem da BNCC deve deixar claro que os currículos dos diferentes anos estão articulados em uma sequência coerente, e que são retomados e ampliados a cada ano.
4. Introduzir tópicos-chave como elementos de base de conhecimento. A partir deles, definir ideias gerais / conceitos-chave: qual é a ideia central e em quais aplicações específicas essas ideias podem se desdobrar? Usar somente uma seleção de aplicações e exemplos para um princípio geral, e fazê-lo de forma clara e objetiva.
5. Reavaliar cada tópico da BNCC com o seguinte princípio em mente: quando os alunos precisarem entender um fenômeno mais complexo, eles terão o conhecimento básico necessário para tanto? Por exemplo: não se pode explicar e entender com alguma profundidade a saúde sem compreender a biologia básica, e não se pode entender DNA ou propriedades químicas e físicas sem se entender a natureza particulada da matéria.
6. Usar os anos do Ensino Fundamental, desde seu início, para começar a introduzir conceitos fundamentais da ciência básica e práticas, que contribuirão para a construção do conhecimento nos anos seguintes, assim como para ajudar professores e alunos a entenderem por que isso é importante.
7. Ajudar alunos a se engajarem em **práticas que desenvolvam um conjunto de habilidades e um raciocínio**, e não apenas a encontrar fatos e aprender sobre um assunto (que está facilmente acessível na internet). É fundamental que os alunos entendam como usar o método científico para avaliar informações, e não apenas encontrá-las.
8. Consultar outros documentos curriculares: a estrutura do *Next Generation Science Standards* dos EUA e do PISA como benchmarks e referências para considerar o que deve ou não ser incluído. Esses documentos refletem a tendência moderna de profundidade, em vez de cobertura, e deixaram de lado vários tópicos anteriormente tidos como "imexíveis" no currículo de Ciências, como a óptica em Física.

3. Definindo práticas de ciência e engenharia / tecnologia

A BNCC deu um passo importante ao incluir **(E3) Processos e Práticas de pesquisa e (E4) Linguagens** ao longo do currículo como estratégia para os alunos expressarem o conhecimento científico. No entanto, os objetivos do currículo, particularmente para Ciências Naturais no Ensino Fundamental, são expressos em verbos como **compreender, identificar, desenvolver interesse, saber, buscar e fazer uso da informação** etc. Essas ações **não especificam como atingir essas metas**, e os alunos e professores podem não estar aptos para saber o que fazer com o conhecimento. **Com isso há o risco de as práticas de aprendizagem ficarem mais baseadas na leitura ou na busca pela informação, ao invés de engajar na prática de “aprender fazendo”.**

Na versão 2 da BNCC, os objetivos de aprendizagem ainda são enunciados dessa forma, não definindo os conceitos fundamentais que se espera que o aluno tenha aprendido, bem como quais as competências a serem atingidas.

Limitações

- O currículo propõe práticas que são potencialmente mais baseadas em se ler, reconhecer ou encontrar fatos do que construir conhecimento em ciências e adquirir práticas científicas.
- Se não deixarmos claro como fazer pesquisas, as atividades práticas do currículo podem ser interpretadas simplesmente como a leitura de livros ou buscas na internet. **Pesquisar em Ciências não se trata apenas de encontrar os fatos, trata-se de realizar experimentos, construir e testar hipóteses.**
- **Experimentos são mencionados como uma série de instruções a serem seguidas exatamente como descritas, mas não é mais assim que a ciência moderna (ou o ensino da ciência moderna) vê a ciência empírica.**

Recomendações

- **Introduzir práticas de tecnologia e ciência como uma forma de usar o conhecimento e tornar a ciência relevante para os alunos.** Ao invés de memorizar fatos e fórmulas para serem repetidas em provas, integrar o conhecimento em práticas de resolução de problemas, e fazer com que os alunos usem o conhecimento adquirido em cenários da vida real.
- Dentro do contexto de engenharia e tecnologia, **incluir atividades práticas no currículo de Ciências.**
- **Não se pode trabalhar com a ciência sem tecnologias da informação. A BNCC deve incluir como componente central o uso de tecnologia para coletar e analisar dados** (por exemplo: planilhas para gráficos e análise de dados), além de maneiras simples de criar e executar modelos/simulações usando ferramentas de informática.
- Dar apoio aos professores para que possam utilizar metodologias em que os alunos “aprendam fazendo.” **Ensinar ciência deve ser um processo de aprender fazendo o que os cientistas fazem, e não aprender sobre o que eles fazem.**
- **Incluir habilidades de investigação e experimentação como uma categoria própria** de tópicos a serem aprendidos.
- **Estabelecer e incentivar práticas para desenvolver o raciocínio científico**, bem como habilidades para avaliar a credibilidade das informações, e não simplesmente buscar por informações e fatos.
- Para corrigir conceitos equivocados dos alunos, não basta dar a eles a “resposta certa”. Em vez disso, conceitos equivocados devem ser explicitados, confrontados

com evidências, e os alunos devem aprender a entender por que aquelas explicações são incorretas para o fenômeno em questão.

- Consultar e buscar inspiração nas práticas de ciência e engenharia utilizadas na abordagem do NGSS, por exemplo: (a) Entender a natureza da ciência através de experiências concretas e (b) Desenvolver as principais práticas científicas que os cientistas utilizam no seu trabalho, (c) Desenvolver explicações baseadas em evidências, construir modelos, questioná-los, confrontá-los com evidências diversas vezes e criar novas ideias para ajudar a aprimorá-los. Os alunos devem ter contato ao longo do currículo com as práticas e as habilidades que eles devem atingir como resultado da sua aprendizagem em Ciências.

4. Divisão e relação transversal dos assuntos

Na segunda versão da BNCC, na área de Ciências Naturais (1º ao 9º ano), o conteúdo é dividido em cinco áreas: Materiais, Propriedade e Transformações; Ambiente, Recursos e Responsabilidades; Terra: Constituição e Movimento; Vida: Constituição e Evolução; e Sentidos: Percepção e Interação; e quatro componentes: E1-Conhecimento conceitual, E2-Contextualização histórica, social e cultural, E3-Processos e práticas de pesquisa, E4-Linguagens. Ao se definirem essas áreas interdisciplinares da ciência, também são criadas divisões arbitrárias do conteúdo que prejudicam sua coerência e organização lógica. Vida, Ambiente e Sentidos incluem aspectos da Biologia, mas, ao serem apresentados separadamente, ficam dispersos de forma que os conceitos e conexões não podem ser alinhados, resultando em perda de correspondência lógica e de coerência do conteúdo e do processo de aprendizagem.

A inclusão de (E2) *Contextualização histórica, social e cultural* cria um espaço para se compreender o avanço cultural e o contexto social dos desenvolvimentos científicos, o que pode ser útil e ilustrativo no progresso da ciência. No entanto, para atingir as metas de aprendizagem esperadas, seria mais adequado que este não fosse um componente principal, e sim que se selecionassem alguns estudos de caso que **devem ser aprofundados e garantir que tenha um apoio histórico suficiente**, ao invés de tentar conectar todos os tópicos do conteúdo ao seu contexto social. O contexto social e histórico de algumas descobertas científicas será mais importante do que de outras, e seria melhor aprofundar esses casos ao invés de cobrir tudo de maneira superficial e conectar cada tópico ao seu contexto.

Limitações

- Houve progresso com a exclusão da área de *Bem Estar e Saúde* na segunda versão. No entanto, a organização do conteúdo em cinco áreas da ciência pode resultar na dispersão acidental dos conteúdos e conexões, que prejudica a coerência e sequência do conteúdo.
- Apesar dos progressos da V2, a avaliação do que deve ou não estar no currículo e como é apresentado e desenvolvido ainda precisa de uma revisão profunda. O conteúdo que for selecionado deve estar bem integrado e desenvolvido de maneira aprofundada, seguindo a tendência internacional de mais profundidade e menos cobertura superficial.

Recomendações:

- O eixo (E4) Linguagens consiste em representações e modelos, e, como tal, deve ser incorporado no processo e nas práticas como estratégia para compor, testar e visualizar o que está sendo estudado.
- Estabelecer a conceitualização do processo e das práticas: decidir a terminologia e incluir a lista de práticas científicas que devem permear todo o documento, e como elas se relacionam com o conhecimento do conteúdo. Definir quais são os **conhecimentos e práticas “procedurais” e metodológicas** (por exemplo: o que é variável e variável independente) e o que é **conhecimento epistêmico** (por exemplo: por que variáveis de controle representam uma estratégia para buscar o conhecimento de maneira compreensível).
- Definir resultados específicos: por exemplo, ao se desenhar um experimento, não se trata apenas de conhecer o conteúdo, trata-se de um conhecimento procedural e metodológico. Por exemplo, os alunos devem ter discussões sobre qual desenho de experimento é o melhor, e escolher entre diferentes alternativas.
- Não definir a interdisciplinaridade a partir de uma série de fatos que parecem estar conectados superficialmente. A interdisciplinaridade resulta de se aprofundar o entendimento sobre os fenômenos e perceber como eles estão conectados conceitualmente.

5. Organização e revisões

A ciência é uma disciplina em constante transformação. Muitos dos grandes avanços na ciência do século XXI ocorreram em áreas que nem existiam há 20 anos. Portanto, em nossa reflexão sobre as diretrizes curriculares é preciso levar isso em consideração. **O currículo de Ciências, até mais do que em outras disciplinas, deve estar em constante evolução**, mas isso deve ser feito de maneira a dar às escolas e editoras um aviso prévio para que possam se preparar adequadamente.

Gostaríamos de sugerir a organização do documento em três níveis, com um mecanismo que permita a inclusão e exclusão de tópicos, além do aprimoramento incremental e a modificação de materiais/livros para que possam acompanhar o progresso científico. Ao mesmo tempo é fundamental respeitar as limitações e o tempo de cada escola em um país tão diverso e vasto como o Brasil.

Nosso sistema proposto teria três categorias de conteúdo com três escalas de tempo para implementação: padrão (0-3 anos), avançado (4-7 anos) e tópicos futuros (mais de 7 anos).

- Os **tópicos-padrão** seriam aqueles que já estão na BNCC e na maioria dos livros didáticos tradicionais de Ciências. Eles seguiriam o roteiro de implementação normal para a BNCC.
- Um grupo mais restrito de **tópicos e práticas avançadas** seria redigido para a BNCC para implementação opcional, e estes deveriam se tornar parte dos tópicos-padrão em aproximadamente sete anos. Exemplos de tópicos avançados seriam: atividades “maker” avançadas, programação avançada, robótica, “data science” e ciência climática.
- Para os **tópicos “futuros”**, um comitê permanente de educadores e cientistas deverá monitorar constantemente as mudanças da sociedade para identificar tópicos que serão importantes nos próximos dez a vinte anos. Esses tópicos seriam disponibilizados ao público para que sejam acessíveis e possam ser utilizados de acordo com as condições e interesse individuais ou de cada escola, mas não esperamos que integrem a BNCC num período inferior a dez anos. Posteriormente, eles se tornariam parte da lista de tópicos avançados (categoria 2). Exemplos de tópicos “futuros”: introdução a áreas como genômica, biologia molecular, mineração de dados, internet das coisas, física de partículas.

Tabela 3. Proposta de sistema de organização do conteúdo de Ciências em categorias de conteúdo e escala de tempo para implementação e revisão.

Categoria	Tempo para implementação	Conteúdo	Objetivos
1. Tópicos padrão	0-3 anos	Conteúdo central de disciplinas de ciências, baseado em seleção criteriosa dos conteúdos. Grandes ideias: o que cada criança deve aprender em profundidade. Conhecimentos fundamentais que ajudarão a entender o que está no discurso público.	Conteúdo essencial de ciências que os alunos devem aprender. Primeiro a ser implementado.

2. Tópicos avançados	4-7 anos	<p>Conteúdo complementar incluindo práticas de ciência, engenharia e tecnologia.</p> <p>Exemplos: atividades “maker” avançadas, programação avançada, robótica, “data science”, ciência climática etc.</p>	<p>Apoiar e incluir professores e escolas inovadoras.</p> <p>Servir de suporte à inovação, aprendizagem ativa e currículo avançado.</p>
3. Tópicos “futuros”	8-10 anos, comitê permanente	<p>Comitê permanente de cientistas que irá orientar e apoiar o desenvolvimento de um currículo do “futuro”.</p> <p>Exemplos: genômica, biologia molecular, mineração de dados, internet das coisas, física de partículas, nanotecnologia etc.</p>	<p>Manter o currículo atualizado e encorajar professores e escolas com materiais de apoio para formar as próximas gerações de cidadãos.</p>