

Um estudo das habilidades relacionadas ao conhecimento químico presentes na Base Nacional Comum Curricular

Andréia Francisco AFONSOⁱ

Ana Carolina Araújo da SILVAⁱⁱ

Rita de Cássia REISⁱⁱⁱ

Juliana Vicini FLORENTINO^{iv}

Resumo

A Base Nacional Comum Curricular é um documento que abarca um conjunto sistemático e gradativo de objetivos de aprendizagens necessárias para o desenvolvimento de crianças e jovens. Para tanto, ela está organizada em unidades temáticas, objetos de aprendizagens e habilidades. Assim, apresentamos um estudo das habilidades relativas ao conhecimento químico da área de Ciências da Natureza do 9º ao 12º ano. Consideramos para a análise as categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada e os níveis de pensamento químico. Os dados revelaram que as habilidades transitam entre os níveis cognitivos da Taxonomia, mas no 9º ano há uma predominância do nível de ordem cognitiva mais baixa, enquanto no Ensino Médio, da ordem mais alta. Com relação ao pensamento químico, identificamos no 9º ano e no Ensino Médio que as habilidades contemplam o nível submicroscópico.

Palavras-chave: BNCC; habilidades; Taxonomia de Bloom; níveis do pensamento químico.

A study of abilities associated to the chemical knowledge presentes in the Common National Base Curriculum

Abstract

The Common National Base Curriculum is a document that has a systematic and gradual group of required learning objectives to the complete development of the child and kids. For this, it is organized in thematic units, learning objects and abilities. In this sense, we present a study of the abilities associated to chemical knowledge in the area of Natural Science from 9th to 12th grade. For this analysis, we consider the categories of the Revised Bloom Taxonomy's cognitive domain and the levels of chemical thinking. The data revealed that the abilities analyzed pass between the cognitive

ⁱ Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Professora no Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: andreia.afonso@ufjf.br – ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0107-2490>.

ⁱⁱ Doutora em Educação: Educação e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: anacarolina.silva@ufjf.edu.br – ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4909-4322>.

ⁱⁱⁱ Doutora em Educação: Educação e Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: rita.reis@ufjf.edu.br – ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4839-9826>.

^{iv} Mestrado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: juvicini@hotmail.com – ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4784-9496>.

=====

levels of Taxonomy, but for the 9th grade, there is a predominance of the lower level of cognitive order, while for the high school, there is a predominance of the higher order. Regarding chemical thinking, we identified that 9th grade and high school, abilities include the submicroscopic level.

Keywords: BNCC; abilities; Bloom taxonomy; levels of chemical thinking.

Un estudio de las habilidades relacionadas con el conocimiento químico presentes en la Base de Currículo Nacional Común

Resumen

La Base de Currículo Nacional Común es un documento que abarca un conjunto sistemático y gradual de objetivos de aprendizaje necesarios para el pleno desarrollo de los niños y jóvenes. Para esto, se organiza en unidades temáticas, objetos de aprendizaje y habilidades. En este sentido, presentamos un estudio de las habilidades relacionadas con el conocimiento químico en el área de Ciencias Naturales del noveno al doceavo grado. Para este análisis, consideramos las categorías del dominio cognitivo Revisado de la Taxonomía de Bloom y los niveles de pensamiento químico. Los datos revelaron que las habilidades analizadas se mueven entre los niveles cognitivos de la Taxonomía, pero que para el noveno grado hay un predominio del nivel inferior del orden cognitivo, mientras que para la escuela secundaria del orden superior. Con respecto al pensamiento químico, identificamos que en el noveno grado y la escuela secundaria, las habilidades incluyen el nivel submicroscópico.

Palabras clave: BNCC; habilidades; Taxonomía de Bloom; niveles de pensamiento químico.

1 INTRODUÇÃO

O ensino na área de Ciências da Natureza tem como um de seus objetivos possibilitar aos estudantes meios para pensar e agir na sociedade contemporânea de forma mais responsável, a partir de conhecimentos científicos e tecnológicos. Espera-se que esses conhecimentos promovam aos discentes a compreensão das relações estabelecidas entre o homem e o mundo que o cerca para que as ações a serem desenvolvidas sejam benéficas para todos os envolvidos.

Nesse sentido, ensinar Ciências da Natureza requer introduzir o estudante no discurso e práticas da comunidade científica, de forma que eles se apropriem e internalizem o modo de falar e agir da Ciência (DRIVER *et al.*, 1999), com sua própria maneira de se comunicar e de ver o mundo, ou seja, de se expressar por meio do conhecimento científico.

Logo, a fim de proporcionar essa introdução do estudante nesse contexto e de organizar o processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza, foi instituída a Base

Nacional Comum Curricular (BNCC) pela Resolução CNE/CP n.º 2, de 22 de dezembro de 2018, como um documento que “define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais como direito das crianças, jovens e adultos no âmbito da Educação Básica escolar” (BRASIL, 2018, p. 7). Portanto, a BNCC busca nortear a Educação Básica e,

[...] com ela, redes de ensino e instituições escolares públicas e particulares passam a ter uma referência nacional obrigatória para a elaboração ou adequação de seus currículos e propostas pedagógicas. Essa referência é o ponto ao qual se quer chegar em cada etapa da Educação Básica, enquanto os currículos traçam o caminho até lá (BRASIL, 2018, p. 5).

Nesse documento, as aprendizagens em Ciências da Natureza, consideradas essenciais, estão organizadas em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, cada qual com seus respectivos objetos de aprendizagem. Além disso,

[...] as unidades temáticas estão estruturadas em um conjunto de habilidades cuja complexidade cresce progressivamente ao longo dos anos. Essas habilidades mobilizam conhecimentos conceituais, linguagens e alguns dos principais processos, práticas e procedimentos de investigação envolvidos na dinâmica da construção de conhecimentos na ciência (BRASIL, 2018, p. 328).

O ensino de Ciências da Natureza, especificamente o de Química, é composto por uma grande quantidade de informações, o que acaba gerando dificuldade e confusão nos estudantes, que, muitas vezes, questionam-se por que estão estudando determinado conteúdo. No entanto, vale ressaltar que aprender Ciências está para além do aprendizado escolar, pois esses conhecimentos auxiliam também no âmbito social e no entendimento dos fenômenos do cotidiano e, dessa forma, compreende desde aspectos científicos mais abstratos até aqueles mais práticos e aplicáveis (LIMA; BARBOZA, 2005).

Com a possibilidade de aprofundamento nas/das habilidades da área de Ciências da Natureza, os estudantes têm a oportunidade de conseguir articular os três diferentes níveis de pensamento químico, organizados por Johnstone (2000) em: Nível Descritivo e funcional (macroscópico), no qual podem-se observar e descrever as transformações da matéria por meio dos sentidos e das propriedades das substâncias; Nível Simbólico (representacional), cuja abordagem se dá com o uso de fórmulas, equações e esquemas; e Nível Explicativo (submicroscópico), que leva em consideração a interação entre átomos, íons, moléculas, estruturas, na construção de modelos explicativos.

Assim, Johnstone (2000), ao indicar que o conhecimento químico pode, então, ser organizado em três níveis – macroscópico, submicroscópico e representacional –, forma, segundo Talanquer (2011), a chamada ‘tríplice da Química’, que serve não só de base, orientando pesquisas, como também se constituiu como um eixo central em diversos estudos e projetos curriculares, por exemplo, o Conteúdo Básico Comum de Minas Gerais (CBC) (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Johnstone (2010) acredita que os três níveis supracitados podem ser pensados como vértices do triângulo (Figura 1), em que nenhum deles é superior ao outro, mas complementam-se.

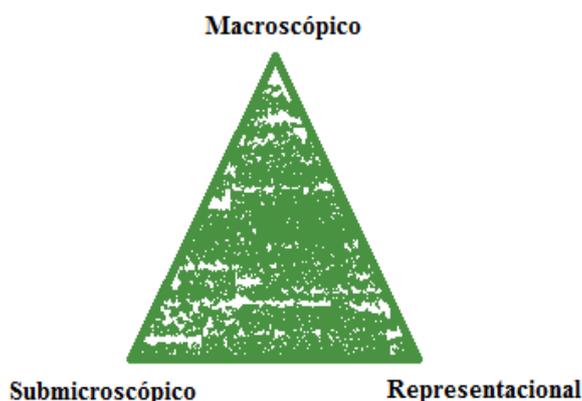


Figura 1 – Representação dos níveis do conhecimento químico, segundo Johnstone (2010)
Fonte: Adaptado de Johnstone (2010).

Conforme mencionado anteriormente, apesar de não existir predominância de um nível sobre o outro, experiências em sala de aula mostram que o nível submicroscópico é considerado o mais difícil de ser compreendido entre os três, pois exige dos estudantes a construção de modelos mentais que demandam um desenvolvimento cognitivo mais avançado. Por isso, apesar de os professores transitarem entre os três níveis, ao apresentarem os conteúdos químicos, muitos estudantes acreditam que a Química é uma disciplina de difícil compreensão, pois seus conceitos são explicados em nível submicroscópico (TALANQUER, 2011).

Nesse sentido, Johnstone (2006) acredita que a transição pelos três níveis do pensamento químico poderia ocorrer nos estágios iniciais da aprendizagem. Nesse sentido, o autor sugere uma reestruturação dos currículos, apontando que uma das formas seria trabalhar um vértice do triângulo de cada vez, iniciando pelo que é familiar ou interessante para o aluno, utilizando seus conhecimentos prévios e, a partir destes, introduzir e construir novos conhecimentos.

Portanto, contemplar esses níveis do pensamento nas temáticas relativas ao conhecimento científico, indicadas pela BNCC, pode favorecer o desenvolvimento dos estudantes nas práticas de investigação científica. Acreditamos que isso possibilita a introdução e o aprofundamento na forma de pensar da Química, à medida que se avança no processo de escolarização, indo do Ensino Fundamental ao Ensino Médio.

No Ensino Médio, tradicionalmente, a área de Ciências da Natureza subdivide-se em três disciplinas a comporem a matriz curricular: Biologia, Física e Química. Muitas vezes, seus conceitos são expostos de forma fragmentada, de modo que os estudantes não conseguem relacionar os conhecimentos para uma compreensão mais ampla. Contudo, na proposição da BNCC são apresentadas competências e habilidades comuns à área de Ciências da Natureza, e não mais por disciplinas.

Sabendo que na organização da BNCC a complexidade das habilidades apresentadas cresce progressivamente ao longo dos anos, a Taxonomia de Bloom possibilita-nos reconhecer o processo de apropriação do conhecimento, das competências, das habilidades, das capacidades e das atitudes. Esse movimento de análise pode auxiliar o professor na compreensão dessas habilidades para seu planejamento didático e na seleção de instrumentos avaliativos. Além disso, destacamos a possibilidade de utilizarmos também a Taxonomia de Bloom Revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010), ao discutirmos os níveis de pensamento químico, a partir das habilidades, para uma análise de como o processo cognitivo é delineado.

A Taxonomia foi concebida por Benjamin S. Bloom e seus colaboradores como um meio para facilitar a troca de itens entre professores mediante um banco com diferentes domínios cognitivos (BLOOM *et al.*, 1956). Quarenta anos depois, em razão dos novos conceitos, recursos e teorias incorporados no âmbito educacional, Anderson publicou um

trabalho que possibilitou uma reformulação da Taxonomia existente (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Nas últimas décadas, a Taxonomia também vem sendo usada como base para elaboração e estudos de instrumentos de avaliação, bem como no desenvolvimento dos currículos (CINTRA; MARQUES JUNIOR; SOUSA, 2016). Um exemplo é o que mostra o artigo de Cintra, Marques Junior e Sousa (2016), em que eles utilizam a Taxonomia de Bloom Revisada para analisar a demanda cognitiva, a dimensão, o objeto de conhecimento e também o contexto presente nos itens do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Assim, Bloom e seus colaboradores (1956) previram seis categorias para o domínio cognitivo: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Estas estão organizadas da categoria mais simples (conhecimento) para a mais complexa (avaliação), ou seja, em uma hierarquia cumulativa, na qual a primeira é pré-requisito para a próxima e os verbos associados auxiliam na classificação dos níveis da Taxonomia.

Embora a Taxonomia de Bloom tenha sido muito utilizada em variados contextos de pesquisas, ela passou por diferentes revisões de sua estrutura (FULLER *et al.*, 2007). A Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON *et al.*, 2001) passou a ter duas dimensões: a primeira é o ‘Conhecimento’, que engloba as subcategorias factual, conceitual, procedimental e metacognitiva, ordenadas em sequência crescente de complexidade. Na segunda dimensão, temos os ‘Processos Cognitivos’ com as seis categorias da Taxonomia original, porém renomeadas, em alguns casos, em suas formas verbais (lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar), também ordenadas em crescente complexidade (KRATHWOHL, 2002).

Como já referido, a Taxonomia Revisada vem sendo empregada como base para elaboração e estudos de instrumentos de avaliação, assim como para o desenvolvimento de currículos (ANDERSON *et al.*, 2001) e, nessa perspectiva, ela pode auxiliar na escolha dos verbos definidores de cada objetivo, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Categorias do processo cognitivo segundo a Taxonomia de Bloom Revisada

<p>1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no</p>

gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.

2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.

3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica, e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.

4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.

5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.

6. Criar: Significa colocar elementos com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo, utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Ferraz e Belhot, 2010.

Seguindo a proposta da Taxonomia de Bloom Revisada, acreditamos ser importante que o planejamento das aulas de Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, e de Química no Ensino Médio, contemple tarefas que abranjam os domínios cognitivos em associação aos níveis de pensamento químico e demande do estudante habilidades como: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (níveis da Taxonomia de Bloom Revisada). Dessa forma, a escolha do tipo da tarefa a ser desenvolvida deve explorar as diferentes habilidades.

Diante do exposto neste trabalho, apresentamos uma análise das habilidades da área de Ciências da Natureza, referentes ao conhecimento químico, do 9º ao 12º ano, presentes na BNCC, a fim de compreendermos o que se espera do desenvolvimento cognitivo dos estudantes, a luz da Taxonomia de Bloom Revisada e dos níveis de pensamento químico.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas com abordagem qualitativa são desenvolvidas por meio de estudos exploratórios e analisadas de forma diferente daquelas com abordagem quantitativa, de modo que a Análise de Conteúdo se apresenta como uma técnica para esse tipo de pesquisa

=====

(BARDIN, 2017). A Análise de Conteúdo é composta por três fases: a pré-análise, a exploração do material e, por fim, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, a fim de que torne possível conferir significação aos dados coletados.

Para a coleta do material, utilizou-se a pesquisa documental, a qual, assim como a pesquisa bibliográfica, tem o documento como objeto de investigação, porém este ainda não recebeu nenhum tratamento científico e, por essa razão, é considerado fonte primária, podendo ser relatórios, revistas, filmes, entre outros. Além disso, pela falta de tratamento, essas fontes necessitam de uma análise mais cuidadosa (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009).

A fase de pré-análise teve como objetivo sistematizar as ideias iniciais e estabelecer indicadores para a interpretação das informações coletadas. Essa fase, então, compreendeu a leitura flutuante da BNCC, especialmente dos objetos de aprendizagem e habilidades do eixo temático Matéria e Energia do 9º ano do Ensino Fundamental e das três competências do Ensino Médio e suas respectivas habilidades. Essa leitura nos permitiu a formulação das hipóteses e a elaboração de indicadores, a fim de interpretar o material selecionado.

Terminada essa primeira fase, iniciamos a segunda, na qual foi realizada a exploração do material coletado. Nessa etapa, a leitura foi feita minuciosamente e o texto foi recortado em unidades de registro e, então, categorizados e agrupados tematicamente, de modo a possibilitar as inferências, apoiando-nos na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2017).

Por fim, na última fase, a de interpretação, foram captados os conteúdos manifestos e latentes contidos em todo o material (SILVA; FOSSÁ, 2015). A interpretação recebeu auxílio de referenciais teóricos da área de ensino de Ciências, da Taxonomia de Bloom Revisada e dos níveis de pensamento químico descritos anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BNCC para a área de Ciências da Natureza do 9º ano do Ensino Fundamental apresenta três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, com seus respectivos objetos de conhecimento e habilidades. O Quadro 2 mostra os objetos do conhecimento e as habilidades relacionadas à Química, presentes na unidade temática Matéria e Energia.

Quadro 2 - Objetos do conhecimento e habilidades relacionados à Química, do 9º ano do Ensino Fundamental

Objetos de conhecimento	Habilidades
Aspectos quantitativos das transformações químicas	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estados físicos da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
Estrutura da matéria	(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas. (EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Fonte: Brasil, 2018 (grifos nossos).

Para a análise das habilidades, utilizamos as categorias de processos cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada. Como pode ser visto nas habilidades apresentadas (Quadro 2), elas possuem os verbos investigar, comparar e identificar e encontram-se respectivamente nos níveis avaliar, entender e lembrar.

Os níveis mais baixos da Taxonomia – lembrar e entender –, ou seja, aqueles que exigem um menor desenvolvimento cognitivo do aluno, ainda são os mais presentes nessas habilidades. Portanto, podemos afirmar que a BNCC supõe que no 9º ano, último ano do Ensino Fundamental, o estudante ainda não tenha uma total autonomia e apropriação dos conceitos estudados, de modo que ele ainda não possui habilidades para que seja capaz de analisar as informações, realizando julgamentos críticos, a fim de fundamentar seu ponto de vista ou criar novas visões e aplicá-las em seu cotidiano. Esses conceitos são, então, mostrados de forma a ter um conhecimento mais superficial de modo que seu aprofundamento se concretize durante o Ensino Médio.

O ensino de Ciências ainda está pouco voltado à aplicação do conhecimento em situações do cotidiano, o que pode dificultar a aprendizagem e proporcionar baixos índices nas avaliações de larga escala, como no Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes, o qual determina que

[...] o letramento científico requer não apenas o conhecimento de conceitos e teorias da ciência, mas também o dos procedimentos e práticas comuns associados à investigação científica e de como eles possibilitam o avanço da ciência. Assim, indivíduos cientificamente letrados têm o conhecimento das principais concepções e ideias que formam a base do pensamento científico e tecnológico, de como tal conhecimento é obtido e justificado por evidências ou explicações teóricas. Portanto, define-se o letramento científico em termos da capacidade de uso do conhecimento e da informação de maneira interativa (BRASIL, 2016, p. 36).

Com relação ao nível de pensamento químico, ao fazermos a leitura das habilidades para o 9º ano do Ensino Fundamental (Quadro 2), percebemos que elas são direcionadas ao estudo das transformações químicas e da estrutura da matéria. Na descrição delas fica evidenciada a necessidade de avançar para o nível submicroscópico, o qual demanda um grau de abstração maior para os estudantes, visto que a primeira habilidade se encontra na transição do nível macroscópico para o submicroscópico, uma vez que exige que o aluno observe mudanças de estados físicos, estando ligada também ao fenomenológico.

A segunda habilidade encontra-se no nível representacional, uma vez que é exigido que o aluno trabalhe com medidas e proporções e a terceira está no nível submicroscópico, pois demanda dos alunos um entendimento da estrutura atômica e de sua evolução. Esse dado é interessante, pois revela que entre as habilidades mínimas que os estudantes devem desenvolver no Ensino Fundamental está o entendimento de como a Química utiliza modelos explicativos para conceber suas teorias sobre os fenômenos naturais.

Esses dados nos revelam que, para o 9º ano do Ensino Fundamental, a orientação prevista na BNCC é uma abordagem introdutória dos estudantes no nível de pensamento químico submicroscópico, no que diz respeito, por exemplo, ao estudo de modelos que descrevem a estrutura da matéria. Isso se dá pela identificação desses modelos e sua relação com a História da Ciência. Nesse sentido, evidenciamos que nesse contexto de estudo não cabem antecipações do conteúdo visto no Ensino Médio, ou reducionismos sobre a teoria atômica, e sim introduzir os estudantes nos modos de pensar e agir pelos quais a Química – como uma área científica –, interpreta, compreende e comunica sobre os fenômenos que estuda.

Ao analisarmos as mesmas três habilidades (Quadro 2), segundo a Taxonomia de Bloom Revisada, constatamos que da primeira para a terceira há um fluxo contrário no

aprofundamento dos processos cognitivos, conforme mostra a Figura 2, pois saímos de um domínio cognitivo que requer um maior aprofundamento, como o analisar (Habilidade EF09CI001), para um domínio com menor aprofundamento – lembrar (EF09CI003).

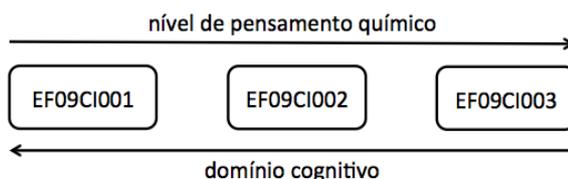


Figura 2 – Comparação entre o aprofundamento dos níveis de pensamento químico e o domínio cognitivo para as três primeiras habilidades de Ciências da Natureza da BNCC/9º ano
Fonte: As autoras.

Por sua vez, para o Ensino Médio (10º ao 12º ano), a BNCC para a área de Ciências da Natureza é estruturada em três competências específicas, em que cada qual apresenta suas respectivas habilidades. Dentre todas as habilidades dessa área destacamos 15 que estão apresentadas no Quadro 3, referentes à Química:

Quadro 3 - Competências e habilidades relacionadas à Química para os três anos do Ensino Médio

Competências	Habilidades
Competência Específica 1	(EM13CNT101) Analisar e representar , com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
	(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos

	<p>de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p> <p>(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.</p>
Competência Específica 2	<p>(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p>
	<p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>
	<p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das Ciências.</p>
	<p>(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>
Competência Específica 3	<p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>
	<p>(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p>
	<p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>
	<p>(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas,</p>

	aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
	(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
	(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Fonte: As autoras (grifos nossos).

Das 15 habilidades analisadas observamos que as ações mais demandadas foram: analisar, que aparece seis vezes; avaliar, cinco vezes; realizar, quatro vezes; e interpretar, quatro vezes. O Quadro 4 mostra uma associação dos verbos presentes nas 15 habilidades da BNCC do Ensino Médio para Ciências da Natureza – Química, com as categorias do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada:

Quadro 4 - Associação entre categorias da Taxonomia de Bloom Revisada e as habilidades da BNCC do Ensino Médio

Categorias dos processos cognitivos	Habilidades da BNCC
Lembrar	--
Entender	Construir, Prever, Discutir, Interpretar, Representar, Comparar
Aplicar	--
Analisar	Analisar
Avaliar	Avaliar, Comunicar, Justificar
Criar	Elaborar, Realizar

Fonte: As autoras.

Ao analisar o Quadro 4, foi possível identificar que a categoria entender, que se encontra em um dos níveis mais baixos na Taxonomia, apresenta a maior quantidade de verbos presente nas habilidades, seguida da categoria avaliar, que está em um nível mais avançado da Taxonomia, pois exige que o estudante realize julgamentos baseados em critérios

e padrões e com isso crie uma nova visão, ou solução, a partir dos conhecimentos adquiridos previamente.

De modo geral, apesar da predominância da categoria entender, ao observarmos as categorias que exigem um maior desenvolvimento cognitivo do aluno, como analisar, avaliar e criar, percebemos que esse conjunto apresenta a mesma quantidade de habilidades que as categorizadas no domínio entender, o que nos leva a inferir que, de acordo com a proposição da BNCC, espera-se que ao final do Ensino Médio o estudante tenha atingido as categorias mais altas de seu desenvolvimento cognitivo.

Com relação a nível do pensamento químico, destacamos que, ao avançarmos pelas habilidades EM13CNT102, EM13CNT104 e EM13CNT105 (Quadro 3), observamos que é exigido que o estudante saia de um nível de menor abstração do conhecimento químico (nível macroscópico), passe pelo nível representacional e, então, chegue ao nível que exige dele uma maior abstração, que é o nível submicroscópico. Dessarte, ao caminhar por essas habilidades, os estudantes não apenas podem aprender os conceitos relativos à Química, como também adquirem um maior nível de abstração para entendê-los completamente, de modo a se apropriarem também da linguagem química.

Além disso, de forma geral, é possível notar a predominância do pensamento químico submicroscópico nas 15 habilidades mencionadas no Quadro 3. Isso nos mostra que as orientações previstas na BNCC do Ensino Médio almejam gerar nos estudantes uma maior compreensão e entendimento de um nível mais abstrato do conhecimento químico, possibilitados a partir do desenvolvimento dessas habilidades, estando de acordo com o nível do desenvolvimento cognitivo esperado dos estudantes.

Assim, no tocante aos níveis do conhecimento químico, pode-se observar que as habilidades referentes ao 9º ano do Ensino Fundamental exigem um conhecimento mais amplo, em que o estudante começa a ser introduzido em proposições mais teóricas, que serão exploradas nas habilidades do Ensino Médio. Neste, parte-se do pressuposto de que os conceitos serão gradualmente fundamentados e aprofundados, exigindo assim dos estudantes um maior nível de abstração.

Quanto às categorias da Taxonomia de Bloom é possível notar que, enquanto para o Ensino Fundamental espera-se que o estudante caminhe pelo menor nível do desenvolvimento

cognitivo, no Ensino Médio, as categorias que exigem um maior nível do desenvolvimento cognitivo são aquelas que aparecem com seis das quinze habilidades analisadas. Isso vai ao encontro do que é mostrado pela análise do nível do pensamento químico em que se observa uma predominância do nível submicroscópico e, logo, espera-se que o estudante avance mais com relação a seu desenvolvimento cognitivo para que possa explorar da melhor forma essas habilidades propostas.

4 CONCLUSÕES

Neste artigo, apresentamos uma experiência de análise das habilidades referentes à parte de Química da área de Ciências da Natureza, da BNCC, tanto do 9º ano do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, relacionadas com a Taxonomia de Bloom Revisada e aos níveis de pensamentos químicos propostos por Johnstone (2000).

Os resultados demonstraram que as habilidades de Química da BNCC do 9º ano do Ensino Fundamental variaram de níveis de alta ordem cognitiva até a ordem mais baixa da Taxonomia de Bloom Revisada. Consideramos que esse tipo de transição possa proporcionar um desenvolvimento cognitivo no estudante com relação a uma unidade temática, fazendo com que, em sala de aula, ele desenvolva diferentes habilidades e conhecimentos conceituais e procedimentais.

No tocante aos níveis do conhecimento químico, notamos que estes se apresentam de forma inversa ao da Taxonomia, mostrando que, à medida que se avança nos níveis do pensamento químico, não há um direcionamento ao nível mais alto da Taxonomia.

Por seu turno, acerca das habilidades de Química da BNCC do Ensino Médio, foi possível observar a predominância de verbos diferentes na categoria entender, que se encontra em um nível de baixa ordem cognitiva da Taxonomia de Bloom Revisada, mas, de forma geral, os níveis mais elevados foram aqueles que apresentaram a mesma quantidade de habilidades.

Além disso, avaliando os níveis do conhecimento químico, foi possível identificar a predominância do nível submicroscópico do conhecimento químico e que estes se apresentaram, então, de acordo ao mostrado pela Taxonomia, o que nos revela que nessas

habilidades espera-se que o estudante, ao sair do Ensino Médio, tenha uma maior compreensão dos conceitos e linguagem químicos.

Acreditamos que essa experiência de análise possa auxiliar o(a) professor(a) de Ciências em seu planejamento didático, na seleção de instrumentos avaliativos, na elaboração das questões que possam avaliar e acompanhar as habilidades desenvolvidas em sala de aula, de modo a proporcionar aos estudantes um maior nível de aprendizado e domínio dos conceitos estudados.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Lorin W. *et al.* **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.** New York: Longman, 2001.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2017.

BLOOM, Benjamin S. *et al.* **Taxonomy of educational objectives.** New York: David McKay, 1956.

BRASIL. Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros.** São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.

CINTRA, Elaine Pavini; MARQUES JUNIOR, Amaury Celso; SOUSA, Eduardo Carvalho de. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 707-725, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CVC5n3z8gMxBTZ9GjcRSh5F/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 02 jun. 2022.

DRIVER, Rosalind *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, 1999. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/gp/a/bRkFgcJqbGCDp3HjQqFdqBm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 jun. 2022.

FULLER, Ursula *et al.* Developing a Computer Science-Specific Learning Taxonomy. **SIGCSE Bulletin**, USA, v. 39, n. 4, p. 152-170, 2007.

JOHNSTONE, Alex H. Teaching oh chemistry – logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2000/rp/a9rp90001b>. Acesso em: 02 jun. 2022.

JOHNSTONE, Alex H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2006/rp/b5rp90021b> Acesso em: 02 jun. 2022.

JOHNSTONE, Alex H. You can't get there from here. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2010. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed800026d>. Acesso em: 02 jun. 2022.

KRATHWOHL, David R. A revision of bloom's taxonomy: an overview. **Theory into Practice**, College of Education, The Ohio State University, v. 4, n. 41, p. 212-218, 2002.

LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOZA, Luciana C. Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 39-43, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a08.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 jun. 2022.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1, p. 1-15, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351/pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

SILVA, Andressa Henning; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2015. Disponível em: <http://arquivo.revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113/1403>. Acesso em: 02 jun. 2022.

TALANQUER, Vicente. Macro, submicro, and symbolic? The many faces oh the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

Recebido em: 22/07/2020

Aprovado em: 23/07/2021