

POTENCIALIDADES PARA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA DO SISTEMA TERRA NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Maxwell Luiz da Ponte¹
Renan Pinton de Camargo²
Joseli Maria Piranha³

Resumo: O ensino de Ciência do Sistema Terra (CST) integra conhecimentos relativos ao planeta em uma perspectiva interdisciplinar e holística. Acredita-se que tal abordagem possibilite aos aprendizes a mudança de percepção e a valorização do contexto em que vivem/interagem, contribuindo para a conservação ambiental e patrimonial. Entretanto, a CST não consta como uma disciplina que integre os currículos brasileiros. Nesse contexto, realizou-se uma análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), objetivando identificar potencialidades para o ensino de CST dentre as habilidades que compõem tal normativa. Pôde-se identificar diversas habilidades nos componentes curriculares Ciência e Geografia correlacionadas ao ensino de CST. Como a BNCC normatiza o conjunto de aprendizagens essenciais aos estudantes da educação básica do Brasil, a elaboração dos currículos escolares, bem como a formação de professores, o estudo destaca possíveis abordagens para a inserção de CST na educação básica brasileira, a partir das habilidades identificadas na BNCC.

Palavras-chave: Educação em Geociências; Educação formal; Currículo.

POTENTIALITIES FOR EDUCATION IN EARTH SYSTEM SCIENCE IN THE NATIONAL COMMON CURRICULUM BASE

Abstract: Teaching Earth System Science (ESS) integrates knowledge related to the planet from an interdisciplinary and holistic perspective. This approach is believed to enable learners to change their perception and value the context in which they live/interact, contributing to environmental and heritage conservation. However, ESS is not included as a subject that integrates Brazilian curricula. In this context, an analysis of the National Common Curricular Base (NCCB) was carried out, aiming to identify the potential for teaching CST among the skills that make up such regulations. Identifying several skills in the Science and Geography curricular components correlated to ESS teaching was possible. As the NCCB regulates the set of essential learnings for basic education students in Brazil, the elaboration of school curricula, as well as teacher training, the study highlights possible approaches

¹ Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará. E-mail: maxwell.ponte@uece.br

² Doutor em Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra (PEHCT), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: ehctrenan@gmail.com

³ Professora Livre-docente, Departamento de Química e Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Professora Colaborada do PEHCT/UNICAMP. E-mail: joseli.piranha@unesp.br

for the insertion of ESS in Brazilian basic education, based on the skills identified at NCCB.

Keywords: Education in Geosciences; Formal education; Curriculum

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências da Terra oferece singular potencial de ver através da paisagem e do tempo. Seus muitos assuntos se unem para conceber o mundo como sistemas dinâmicos em interação, eles próprios compostos de ciclos estabilizadores. Tais sistemas operam em muitas escalas no tempo e no espaço, algumas tão vastas que desafiam os limites da imaginação (ORION, 2017).

Quando os conceitos das Ciências da Terra passaram a ser abordados com vistas à formação de cidadãos críticos e à promoção de cultura de sustentabilidade emergiu a Ciência do Sistema Terra (CST), que, por sua vez, agrega uma perspectiva interdisciplinar, holística e integradora (PIRANHA, 2006). Assim, e reconhecendo como um dos maiores desafios contemporâneos o de aliar a conservação e o desenvolvimento regional, assumiu-se para este estudo tal perspectiva sistêmica. Esta abordagem possibilita mudanças de percepção, de modo que os aprendizes valorizem o contexto em que vivem e/ou visitam, pois faculta a compreensão e o reconhecimento dos processos terrestres nas diversas escalas espaciais e temporais em que operam, bem como da diversidade geológica e biológica, únicas da Terra, que deles resultam (ORION; LIBARKIN 2014).

Apesar de seus potenciais para a educação, a CST raramente consta como uma disciplina nos currículos escolares em todo o mundo (ORION, 2016), inclusive no Brasil, onde os conceitos historicamente estiveram pulverizados nos componentes curriculares (TOLEDO, 2005; PONTE; PIRANHA, 2020). Nesse contexto, realizou-se uma análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), atual diretriz para a elaboração de currículos e programas educacionais no Brasil, objetivando identificar potencialidades para o ensino de CST dentre as habilidades que compõem tal normativa.

PARÂMETROS E CURRÍCULOS PARA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Embora a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica (LDB) (BRASIL, 1996) já estabelecesse a necessidade de uma formação básica comum, foi com a Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017) que se estabeleceram diretrizes para regulamentação da BNCC. Com a redação dada tal lei, os sistemas de ensino devem estabelecer, na formulação de currículos, uma articulação com o contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural.

Desde então, a BNCC apresenta-se como o documento de referência para a formulação dos currículos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, bem como dos programas político-pedagógicos das instituições de ensino. Nela constam as aprendizagens essenciais aos estudantes de educação básica do Brasil, em conformidade com a LDB e com o que preconiza o Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014). Para tanto, reúne um conjunto de habilidades divididas em componentes curriculares, anos e séries, sendo uma diretriz válida em todo o território nacional para a formulação de currículos e de propostas pedagógicas que

devem considerar também a realidade local e as características das comunidades (BRASIL, 2017; 2018).

A BNCC foi idealizada para superar a fragmentação de políticas educacionais e estabelecer o alinhamento das políticas e ações educativas em todo território nacional, no âmbito federal estadual e municipal, incluindo a formação de professores, os processos avaliativos e a elaboração de recursos educacionais (BRASIL, 2018). A diretriz curricular abarca todos os níveis de ensino da educação básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Para cada nível, as áreas do conhecimento, que integram conhecimentos e saberes dos componentes curriculares, a saber: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. No âmbito de cada componente curricular, as competências específicas são dadas por um conjunto de habilidades, organizadas em objetos de conhecimento, entendidos como conteúdo, conceitos e processos e habilidades. Os objetos de conhecimento, por sua vez, são agrupados em unidades temáticas, que variam entre as diferentes áreas. São essas habilidades que expressam, na BNCC, as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares.

METODOLOGIA

Este estudo resulta de uma pesquisa descritiva (CARMO; FERREIRA, 2008) que compreendeu o estudo das habilidades que compõem a BNCC (BRASIL, 2018) para os componentes curriculares Geografia e Ciência no Ensino Fundamental e Ciências da Natureza e Geografia no Ensino Médio.

Para identificação das habilidades pertinentes ao ensino de CST foram considerados os conceitos e a perspectiva interdisciplinar, sistêmica e holística para ensino de Sistema Terra apontados por Mayer (1995), Orion (2002) e Orion e Libarkin (2014). Além disso, foram elaborados quadros correlacionando as habilidades da BNCC com os princípios essenciais da alfabetização em CST (LADUE; CLARK, 2012). A publicação de Ladue e Clark (2012) foi escolhida para o estudo da BNCC devido ao caráter sistêmico preconizado pelos autores.

O Quadro 1 enumera os conceitos do referencial supracitado para melhor organização dos resultados.

Quadro 1. “*Essential Principles*” para educação em CST.

Tópico	Descrição
1	A exploração dos sistemas terrestres ocorre por meio de observações, raciocínio científico e modelagem
2	Os sistemas terrestres envolvem interações complexas entre rocha, água, ar e vida
3	O Sol é a principal fonte de energia para o sistema climático da Terra
4	Matéria e energia são transportadas e transformadas por processos do sistema terrestre (por exemplo, movimentos da placa tectônica, desnudação e circulações atmosféricas e oceânicas)
5	Os sistemas terrestres estão em constante mudança.
6	Os humanos estão inextricavelmente interligados à geosfera, hidrosfera e atmosfera
7	Desastres naturais e mudanças climáticas ameaçam a civilização humana
8	Os humanos se tornaram um agente significativo de mudança na geosfera, hidrosfera e atmosfera

9	A biosfera depende e afeta a hidrosfera, a atmosfera e a geosfera
10	A Terra tem um oceano multifacetado que cobre a maior parte da superfície da Terra
11	A Terra tem 4,6 bilhões de anos

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de LaDue e Clark (2012)

As habilidades foram agrupadas em eixos temáticos e objetos de conhecimento (QUADROS 2 a 5), por sua vez divididos em três etapas: dos anos iniciais, compreendendo do primeiro ao quinto ano, dos anos finais, compreendendo do sexto ao nono ano, e do Ensino Médio. Para evidenciar as correlações com as habilidades que compõem o currículo, utilizou-se os códigos alfanuméricos de referência, composto por quatro letras e quatro números, adotados por currículos estaduais de todo o Brasil, conforme consta na BNCC (BRASIL, 2018). Nos códigos, o primeiro par de letras indica a etapa do ensino, sendo que “EF” indica Ensino Fundamental e “EM” indica Ensino Médio. O primeiro par de números indica o ano do Ensino Fundamental ou série no Ensino Médio. Para o ensino fundamental, os sextos anos são representados por 06, os sétimos anos são representados por 07, os oitavos anos são representados por 08 e os nonos anos são representados por 09. Para o Ensino Médio, a primeira série é representada por 11, a segunda série é representada por 12 e a terceira série é representada por 13. O segundo par de letras indica o componente curricular, sendo que “CI” refere-se ao componente Ciências, “GE” refere-se ao componente Geografia e “CNT” refere-se ao componente Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Finalmente, o último par de números especifica cada habilidade dentro de um mesmo ano/série e componente curricular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas diversas habilidades relacionadas ao Ensino de CST dentre as diretrizes da BNCC para os componentes Ciências e Geografia, no Ensino Fundamental, e Ciências da Natureza e Geografia no Ensino Médio. A seguir, apresenta-se uma síntese dos potenciais observados na BNCC para as diferentes etapas da Educação Básica. As habilidades elencadas e a correlação com os princípios essenciais da alfabetização em CST (LADUE; CLARK, 2012) são detalhadas nos Quadros 2 a 5. Reitera-se que os princípios de Ladue e Clark (2012) podem ser correlacionados com importantes referenciais para alfabetização em Ciências da Terra (WYSESSION *et al.*, 2010; PEDRINACI *et al.*, 2013; KING, 2014).

POTENCIALIDADES PARA EDUCAÇÃO EM CST NA BNCC

No currículo de Ciências, nos anos iniciais de escolaridade (Quadro 2), os objetos de conhecimento da unidade temática “Matéria e energia” possibilitam o primeiro contato dos estudantes com fundamentos essenciais para o estudo e a compreensão do Sistema Terra. São estudadas as características dos materiais, as propriedades físicas e químicas, usos e transformações. Na unidade temática “Terra e Universo” são estudadas as características da Terra, como sua forma e a presença de água e solo. Também, são estudadas escalas espaciais e temporais diversas, as relações da Terra no Universo e no Sistema Solar, os movimentos da Terra e o Sol como fonte de luz e calor. Na unidade temática “Vida e evolução” são

estudadas as relações entre as características e relações ecológicas dos seres vivos e o ambiente que vivem, os fluxos de energia e os ciclos da matéria.

Quadro 2. Tópicos relacionados com o Ensino de CST – Ensino Fundamental – Anos Iniciais – Ciências da Natureza

Ano	Unidade temática	Objeto(s) de conhecimento	Habilidades (BNCC)	Correlação com LaDue e Clark (2012)
1	Matéria e energia	Características dos materiais	EF01CI01	1; 6; 8
	Terra e Universo	Escala de tempo	EF01CI05	11
EF01CI06			6; 9	
2	Matéria e energia	Propriedades e usos dos materiais Prevenção de acidentes domésticos	EF02CI01	1; 6; 8
			EF02CI02	1; 8
	Vida e evolução	Seres vivos no ambiente Plantas	EF02CI04	3; 9
			EF02CI05	3; 9
			EF02CI06	3; 9
	Terra e Universo	Movimento aparente do Sol no céu O Sol como fonte de luz e calor	EF02CI08	1; 3; 4
3	Matéria e energia	Produção de som Efeitos da luz nos materiais Saúde auditiva e visual	EF03CI02	1; 3; 4
	Terra e Universo	Característica da Terra Observação do céu Usos do solo	EF03CI07	1; 2; 5; 10; 11
			EF03CI08	3
			EF03CI09	1; 2
EF03CI10	2; 6; 8; 9			
4	Matéria e energia	Misturas Transformações reversíveis e não reversíveis	EF04CI01	1; 4
			EF04CI02	1; 3; 4
			EF04CI03	1; 3; 4
	Vida e evolução	Cadeias alimentares simples Microrganismos	EF04CI04	2; 3; 4; 9
			EF04CI05	2; 3; 4; 9
Terra e Universo	Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	EF04CI11	11	
5	Matéria e energia	Propriedades físicas dos materiais Ciclo hidrológico Consumo consciente Reciclagem	EF05CI01	1
			EF05CI02	2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
			EF05CI03	2; 4; 8; 9
			EF05CI04	8
	Terra e Universo	Movimento de rotação da Terra Instrumentos óticos	EF05CI13	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

No mesmo período de escolaridade, no currículo de Geografia (Quadro 3), constam habilidades que requerem o estudo das relações entre os seres humanos e os demais componentes do Sistema Terra, vivos e não vivos. Destaca-se que as

habilidades estão fortemente relacionadas à compreensão dos conceitos de qualidade ambiental e conservação da natureza, com a capacidade dos estudantes reconhecerem e identificarem os impactos antrópicos no meio em que vivem, assim como de proporem soluções para tais problemas.

Quadro 3. Tópicos relacionados com o Ensino de CST – Ensino Fundamental – Anos Iniciais – Geografia

Ano	Unidade temática	Objeto de conhecimento	Habilidades (BNCC)	Correlação com LaDue e Clark (2012)	
1	O sujeito e seu lugar no mundo	O modo de vida das crianças em diferentes lugares	EF01GE01	1	
		Situações de convívio em diferentes lugares	EF01GE03	1	
	Conexões e escalas	Ciclos naturais e a vida cotidiana	EF01GE05	1; 3	
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Condições de vida nos lugares de vivência	EF01GE10	1; 2; 3; 6	
2	Mundo do trabalho	Tipos de trabalho em lugares e tempos diferentes	EF02GE07	8	
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Os usos dos recursos naturais: solo e água no campo e na cidade	EF02GE11	2; 6; 8	
3	Conexões e escalas	Paisagens naturais e antrópicas em transformação	EF03GE04	2; 4; 5; 7; 8; 9	
	Mundo do trabalho	Matéria-prima e indústria	EF03GE05	6; 8	
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Impactos das atividades humanas	Produção, circulação e consumo	EF03GE08	8
				EF03GE09	8
				EF03GE10	8
				EF03GE11	7; 8
4	Mundo do trabalho	Produção, circulação e consumo	EF04GE08	4; 6; 8	
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Conservação e degradação da natureza	EF04GE11	3; 4; 5; 6; 8	
5	Mundo do trabalho	Trabalho e inovação tecnológica	EF05GE07	3; 4; 8	
	Formas de representação e pensamento	Mapas e imagens de satélite	EF05GE08	1; 5; 6; 7; 8	

	espacial			
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Qualidade ambiental	EF05GE10	8
		Diferentes tipos de poluição	EF05GE11	8

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na unidade temática “Conexões e escalas”, são estudados os ciclos e os ritmos da natureza para compreensão das transformações naturais e antrópicas da paisagem. Na unidade “Mundo do trabalho” tais transformações são estudadas com vistas aos múltiplos usos dos diferentes recursos naturais pelos homens e os impactos socioambientais decorrentes da extração, mineração, agricultura, pecuária e indústria. Na unidade temática “Natureza, ambientes e qualidade de vida” o currículo preconiza habilidades relacionadas ao reconhecimento dos componentes bióticos e abióticos e de fenômenos naturais e sociais no lugar em que vivem os estudantes. Na unidade “O sujeito e o seu lugar no mundo” são estudados principalmente os impactos socioambientais e as transformações dos meios de transporte e comunicação.

Nos anos finais do ensino fundamental, no currículo de Ciências (Quadro 4), a unidade temática “Matéria e Energia” possibilita a continuidade no estudo de fundamentos como misturas, transformações químicas e energéticas. A partir do sétimo ano, os conceitos e fundamentos estudados passam a ser aplicados ao estudo da Terra, voltados à compreensão do seu funcionamento e/ou dos impactos antrópicos no planeta. Em paralelo, a unidade temática “Terra e Universo” trata dos estudos das esferas terrestres e das interações dessas para compreensão de geossistemas do Clima e das Placas tectônicas. Durante o sexto ano, essa unidade trata de conceitos relativos à forma, estrutura e movimentos da Terra. Também são estudadas as interações da Terra com os demais componentes do Universo. Na unidade temática “Vida e Evolução” os fatores bióticos do planeta são relacionados com o surgimento, a evolução e a diversidade da vida. São estudados os ecossistemas brasileiros. Nessa unidade temática, são estudados os impactos de fenômenos naturais e antrópicos na biodiversidade, importância da preservação e conservação da biodiversidade e medidas para o alcançar o desenvolvimento sustentável e sociedades conscientes.

Quadro 4. Tópicos relacionados com o Ensino de CST nos anos finais do Ensino Fundamental – Ciências da Natureza

Ano	Unidade temática	Objeto de conhecimento	Habilidades	Correlação com LaDue e Clark (2012)
6	Matéria e energia	Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais Materiais sintéticos Transformações químicas	EF06CI01	1; 4
			EF06CI02	1; 4
			EF06CI03	1; 4; 8
			EF06CI04	8
	Terra e Universo	Forma, estrutura e movimentos da Terra	EF06CI11	2; 3; 4; 5; 10
			EF06CI12	2; 4; 5; 9
EF06CI13			1	
7	Matéria e energia	Máquinas simples Formas de propagação do	EF07CI02	1; 3; 4
			EF07CI03	1; 3; 4

		calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	EF07CI04	6; 9
	Vida e evolução	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	EF07CI07	2; 9
			EF07CI08	5; 6; 7; 8; 9
	Terra e Universo	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental	EF07CI12	2; 4; 8; 9; 11
			EF07CI13	2; 4; 8
			EF07CI14	2; 3; 4; 8
			EF07CI15	1; 4; 5; 7
			EF07CI16	1; 4; 5; 11
8	Terra e Universo	Sistema Sol, Terra e Lua Clima	EF08CI14	2; 3; 4
			EF08CI15	1; 2; 3
			EF08CI16	8
9	Matéria e energia	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde	EF09CI01.	1; 4; 5
			EF09CI02	1; 4
			EF09CI03	1; 4
			EF09CI06	1; 3; 8
			EF09CI07	8
	Vida e evolução	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade	EF09CI10	1; 9
			EF09CI11	1; 9
			EF09CI12	2; 6; 8; 9
			EF09CI13	8
	Terra e Universo	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar	EF09CI14	1; 3; 9
			EF09CI16	1; 2; 3; 5; 6; 9; 10
			EF09CI17	1; 2; 3; 5; 6; 9; 10

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

No currículo de Geografia para os anos finais (Quadro 5), na unidade temática “Conexões e escalas” são estudados diversos conceitos do Sistema Terra, tais como: atmosfera e suas camadas, clima e os padrões climáticos, bacias hidrográficas, agentes modeladores do relevo, componentes climáticos, hidrográficos, tipos de solo e relevo dos biomas e ecossistemas. Em “Mundo do Trabalho” são estudadas atividades econômicas e produtivas, como agropecuária e indústria, na transformação da paisagem, reconhecendo implicações socioambientais e possibilidades para o alcançar de hábitos coletivos e técnicas produtivas mais sustentáveis. Na unidade “Natureza, ambientes e qualidade de vida” são estudadas as relações das atividades humanas com a diversidade natural, as mudanças climáticas globais e os distúrbios nos ecossistemas.

Quadro 5. Tópicos relacionados com o Ensino de CST nos anos finais do Ensino Fundamental – Geografia

Ano	Unidade temática	Objeto de conhecimento	Habilidades	Correlação com LaDue e Clark (2012)
6	Conexões e escalas	Relações entre os componentes físico-naturais	EF06GE03	2; 3; 4
			EF06GE04	2; 3; 4; 5; 8; 9;10
			EF06GE05	2; 3; 4; 6; 9
	Mundo do trabalho	Transformação das paisagens naturais e antrópicas	EF06GE06	5; 6; 8
			EF06GE07	8
	Formas de representação e pensamento espacial	Fenômenos naturais e sociais representados de diferentes maneiras	EF06GE08	1
			EF06GE09	1
	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Biodiversidade e ciclo hidrológico	EF06GE10	6; 8
			EF06GE11	8; 9
			EF06GE12	5; 8
Atividades humanas e dinâmica climática	Atividades humanas e dinâmica climática	EF06GE13	7; 8; 2	
7	Natureza, ambientes e qualidade de vida	Biodiversidade brasileira	EF07GE11	2; 9; 11
			EF07GE12	8

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Cumprido destacar que apesar da pulverização do conhecimento geocientífico dentre as disciplinas e anos/séries, “os agrupamentos propostos não devem ser tomados como modelo obrigatório para [...] a elaboração de currículos em todo o País, adequados aos diferentes contextos” (BRASIL, 2018, p. 29). Nesse contexto, valendo-se da oportunidade dada na BNCC de realizarem-se agrupamentos alternativos das habilidades que compõem a Base, a seguir são apresentados arranjos possíveis para o ensino de CST.

ESCALA DE TEMPO GEOLÓGICO

Embora a escala de tempo geológico não seja expressa diretamente em nenhuma das habilidades, diversas habilidades oportunizam que o docente insira esse conteúdo na educação básica. São exemplos as habilidades “Escala de Tempo” (EF01CI05), “Calendários, fenômenos cíclicos e cultura” (EF04CI11) e Origem e evolução do Universo, do Sol e do sistema solar (EF09CI17; EM13CNT201). Ademais, o ensino de alterações na composição do ar (EF07CI12; EF07CI16) pode ser realizado na perspectiva das mudanças ao longo do Tempo Geológico, bem como os conceitos relacionados ao surgimento e evolução da vida (EF09CI10, EF09CI11; EM13CNT201; EM13CNT202), às transformações das paisagens naturais (EF03GE04) e a tectônica de placas (EF07CI16).

ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS DA TERRA

A descrição da composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores) (EF09CI16) e das características da Terra (EF03CI07; EF06CI11) constam nos currículos de Ciências e Geografia. Assim, é possível abordar a composição e a estrutura interna da Terra no ensino do modelo de placas tectônicas (EF07CI15; EF07CI16), descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera (EF06GE03) e abordar as particularidades da Terra, em relação aos demais planetas do Sistema Solar, no que se refere às condições favoráveis e os fatores limitantes à vida (EF07CI12; EF07CI16; EF09CI14; EF09CI16; EM13CNT202).

SOL COMO FONTE DE ENERGIA EXTERNA PARA A TERRA

Diversas são as habilidades da BNCC que possibilitam o ensino de conceitos relacionados aos efeitos da radiação solar nos materiais da superfície terrestre (EF02CI08; EF07CI02; EF07CI03) e a relação com a vida na Terra (EF02CI04; EF02CI05; EF02CI06; EF03CI02; EF07CI02; EF07CI14; EF09CI14). Nesse sentido, é possível abordar a luz solar como fator de transformações físicas e químicas (EF04CI02; EF04CI03), o sol como fonte de energia: que é transformada em matéria pelos vegetais e incorporada toda a cadeia biótica (EF04CI04; EF04CI05; EF05GE07; EM13CNT203) e para ciclos abióticos, como o hidrológico (EF05CI02; EF06GE04).

USO DE RECURSOS NATURAIS

A partir das habilidades da BNCC, pode-se abordar como e em que medida a hidrosfera condiciona a sobrevivência (EF02CI05) e constituição dos seres vivos e seus usos diversos (EF05CI02; EF05CI04; EM13CNT103). Em especial, com atenção ao compromisso da CST com as abordagens holísticas e integradoras e com o uso sustentável e consciente dos recursos naturais, deve-se abordar como o ser humano depende desses recursos, para fins diversos: produção de bens de consumo (EF01CI01), construção civil (EF02CI01; EF03CI10), produção de alimentos (EF03CI10, provisão de energia (EF03GE05; EM13CNT309), usos do solo e dos recursos hídricos (EF06GE10).

A TERRA COMO UM SISTEMA EM CONSTANTE TRANSFORMAÇÃO

A abordagem da Terra como um sistema em constante transformação perpassa pela aprendizagem de processos geológicos como vulcanismo, tectonismo, magmatismo, terremotos, tsunamis (EF06CI11; EF07CI15; EF07CI16). As mudanças ocorridas na história da Terra também podem ser abordadas em diferentes habilidades da BNCC: composição da atmosfera, mudanças climáticas, tectônica e paleocontinentes, surgimento da vida, extinções em massa (EF06CI11; EF09CI16; EM13CNT202). Ademais, a abordagem sistêmica das CT é oportunizada a partir de estudos da paisagem, características naturais e transformações, avaliação dos impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais do ecossistema (EF03GE04; EF04GE11; EF05GE08; EF07CI08).

FLUXOS DE MATÉRIA E ENERGIA NOS PROCESSOS DO SISTEMA TERRA

A compreensão dos fluxos de matéria e energia é fundamental para o entendimento do funcionamento do Sistema Terra e está implicado no estudo de diversos conceitos-chave da educação básica: da tectônica de placas às cadeias alimentares. Dentre as habilidades da BNCC que oportunizam o ensino desse tópico, cita-se: a relação e os efeitos da radiação solar nos ciclos biogeoquímicos (EF02CI08; EF03CI02; EF05CI02; EF07CI03; EM13CNT101), movimentos da Terra, circulação atmosférica e oceânica, padrões climáticos (EF07CI02; EF07CI12; EF08CI14; EF06GE03; EF06GE04). As habilidades da BNCC possibilitam tanto uma abordagem mais ampla, voltada ao ensino da ciclagem de matéria e o fluxo de energia entre as esferas terrestres (EF04CI04; EF04CI05; EM13CNT105; EM13CNT203; EF06GE04), quanto abordagens mais específicas, relacionadas, por exemplo, ao ciclo das rochas, processos geológicos internos e superficiais, escalas de mudanças (espaço e tempo) (EF06CI11; EF06CI12; EF07CI16), ao ciclo da água e modificações no relevo (EF04GE11; EF06GE04; EF08CI14), à cobertura vegetal, conservação do solo, transporte de matéria e qualidade do ar (EF05CI03).

INTERDEPENDÊNCIA ENTRE BIOSFERA, GEOSFERA, HIDROSFERA E ATMOSFERA

A partir do estudo da Terra como um Sistema, das interações entre as esferas terrestres e dos processos que resultam nos fluxos de matéria e energia entre eles, uma especial atenção pode ser dada à interdependência que existe entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera na dinâmica planetária. Essa abordagem pode ser realizada com foco na Geodiversidade como suporte para a biodiversidade (EF02CI06; EF02GE11; EF04CI04; EF04CI05; (EF06GE04) EF07GE11; EF07CI07; EF07CI08; EM13CNT203; EM13CNT206), no estudo da influência e importância da água no clima, no solo e nos ecossistemas (EF03CI09; EF03CI10; EF05CI02; EF05CI03) e durante o estudo das relações ecossistêmicas: manutenção da vida, ciclos da matéria, transformações e transferências de energia (EM13CNT203), ou ainda das mudanças nos componentes físicos, sociais e biológicos da paisagem e decorrências para populações (EF07CI08). Aspectos relacionados à evolução da vida, sobrevivência e adaptações (EF02CI04; EF02CI05; EF01CI06; EF07CI04; EF09CI14) também evidenciam tal interdependência. Finalmente, destacamos a habilidade EF06GE05, “Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais (EF06GE05)”, que evidencia de maneira singular a importância da abordagem sistêmica na educação básica.

SERES HUMANOS COMO AGENTES DE TRANSFORMAÇÃO E IMPACTOS

Este tópico relaciona-se com a finalidade ensino de CST de despertar nos aprendizes a percepção e a reflexão sobre os impactos da sociedade humana na Terra. São diversas as oportunidades de abordar os seres humanos como agentes de transformação das paisagens (EF03GE04; EF05GE08; EF06GE06; EF06GE11), seja na conservação ou na degradação dessas áreas (EF04GE11). A abordagem pode ser realizada com foco nas atividades cotidianas, na cidade e no campo (EF02GE11), com foco em atividades econômicas urbanas e rurais (EF03GE11; EF06GE07), e, ainda, com especial atenção aos impactos provenientes da extração,

processamento, consumo e descarte nas cadeias produtivas (EF01CI01; EF02CI01; EF02CI02; EF02GE07; EF02GE11; EF03GE05; EF03GE08; EF04GE08; EF05GE07; EF06CI03; EM13CNT104). Dentre os impactos, destacamos desmatamento (EF05CI03; EF06GE10; EF07CI14), poluição de solo, ar e água (EF05GE10), dinâmica climática (EF06GE13; EF07CI13), destruição do patrimônio (EF05GE11), intervenção nos ciclos biogeoquímicos (EM13CNT105) e nos recursos hídricos em especial, seja em parâmetros qualitativos ou de disponibilidade (EF05CI02; EF05CI04; EF06GE12), solos (EF06GE10). Em associado, as abordagens podem fomentar mudanças de valores, atitudes, práticas e comportamentos em favor da conservação dos bens naturais (EF02CI02; EF02CI10; EF03CI10; EF04GE11; EF05CI04; EF08CI16; EF09CI13; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CNT309).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os conceitos de CST sigam pulverizados entre os componentes curriculares da BNCC, o que se reflete nos currículos elaborados a partir dela, o estudo evidenciou potencialidades e arranjos possíveis para a Educação em Ciências da Terra na educação básica. Para tanto, os professores podem valer-se de estratégias interdisciplinares e dinâmicas de ensino, bem como organizar e desenvolver sequências didáticas e recursos educacionais que favoreçam o estudo e a compreensão do Sistema Terra.

O ensino de conceitos de CST contribui para o desenvolvimento de diversas habilidades preconizadas pelos componentes curriculares Ciência e Geografia analisados. Além disso, a aprendizagem de CST possibilita que os estudantes desenvolvam o pensamento sistêmico e holístico, necessário para aquisição de outras habilidades, tais como identificar características e propriedades dos materiais, interpretar processos em diferentes escalas, associar fenômenos aparentemente desconexos para compreensão de ciclos biogeoquímicos, relacionar diferentes componentes do Sistema Terra para avaliar qualidade ambiental e analisar recursos e tecnologias para propor soluções a problemas socioambientais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília, DF: Diário Oficial da União de 23 de dezembro de 1996, p. 27833, 1996.

BRASIL. **Lei 13.005 de 25 de junho de 2014**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 26 jun. 2014, edição extra, p. 1, 2014.

BRASIL. **Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017**. Brasília, DF: Diário Oficial da União de 17 de fevereiro de 2017, p. 1, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME. 2018.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologias da Investigação: guia para auto-aprendizagem**. Lisboa: Universidade Aberta, 2. Ed., 2008.

KING, C. **International Geoscience Syllabus, to be encountered by all pupils by the age of 16.** 2014. Disponível em: <<http://www.igeoscienced.org/activities/international-geoscience-syllabus/>>. Acesso em 22 nov 2018.

LADUE, N. D.; CLARK, S. K. Educator perspectives on Earth System Science Literacy: challenges and priorities. **Journal of Geoscience Education**, v. 60, n. 4, p. 372-383, 2012. DOI: 10.5408/11-253.1.

MAYER, V. J. Using the Earth System for Integrating the Science Curriculum. **Science Education**, v. 79, n. 4, p. 375-391, 1995. DOI: 10.1002/sce.3730790403

ORION, N. 2016. Preface. In: GRECO, R.; ALMBERG, L. (orgs.). **Earth Science Education: Global Perspectives**. Porto Alegre: IFSULDEMINAS, 2016. p. 9-10.

ORION, N. An Earth Systems curriculum development model. In: MAYER, V.J. ed. **Global Science Literacy**. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers. p. 159-168, 2002.

ORION, N. The relevance of earth science for informed citizenship: It's potential and fulfillment. In: LIETE, L.; DOURADO, L.; MORADO, S. (Eds). **Contextualizing teaching to improving learning**. New York: Nova Science Publishers, 2017. p. 41-56.

ORION, N.; LIBARKIN, J. Earth System Science Education. In: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. **Handbook of research on Science Education**. Londres: Routledge, 2014.

PEDRINACI, E. *et al.* Tema del día: Alfabetización en ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 21, n. 2, p. 117-129, 2013. URL: <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/274145>. Acesso 15.02.2023

PIRANHA, J. M. **O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade**: o projeto geo-escola em São José do Rio Preto, SP. 2006. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Educação Aplicada às Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, São Paulo, 2006.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Ciências da Terra no Currículo do Estado de São Paulo: uma abordagem reflexiva. **Terrae Didática**, v. 16, p. e020005, 2020. DOI: 10.20396/td.v16i0.8656550

SÃO PAULO (ESTADO). **Currículo Paulista**. São Paulo: SEESP/UNDIME. 2019. 525p.

TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro – Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005. DOI: 10.11606/issn.2316-9087.v3i0p31-44

WYSESSION, M. *et al.* (orgs.). **Earth Science Literacy: The Big Ideas and Supporting Concepts of Earth Science.** UK: National Science Foundation, 2010.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.