

# 342 dias para aprender Ciências Naturais: uma pequena janela de oportunidade para estudantes de 6 a 14 anos

342 DAYS TO LEARN NATURAL SCIENCES: A SMALL WINDOW OF OPPORTUNITY FOR STUDENTS AGED 6 TO 14

PATRICIA ELISA DO COUTO CHIPOLETTI ESTEVES<sup>1</sup>, PEDRO WAGNER GONÇALVES<sup>2</sup>, BÁRBARA LÍVIA DOS SANTOS<sup>3</sup>

1 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, PROFESSORA, CAMPINAS, SP, BRASIL / FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (FCMSJC/HUMANITAS), SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP, BRASIL.

2 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, PROFESSOR PERMANENTE, CAMPINAS, SP, BRASIL. / EDITOR-ASSOCIADO DE *TERRÆ DIDÁTICA*.

3 - CENTRO UNIVERSITÁRIO SANTA CECÍLIA (UNIFASC), PROFESSORA, PINDAMONHANGABA, SP, BRASIL. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETOS EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS, MESTRANDA, CAMPUS LORENA, SP, BRASIL.

EMAIL: PATRICIA-CHIPOLETTI@UOL.COM.BR, PATRICIA.ESTEVES@HUMANITAS.EDU.BR, PEDROG@IGE.UNICAMP.BR, BARBARA.FASC@OUTLOOK.COM.

**Abstract: Introduction.** This article reviews works that highlight the importance and formative scope of teaching Science and Geosciences in Basic Education, with an emphasis on studies and research on Teaching Science, Geosciences and Neuroscience. **Objective.** The official course loads for Science and Geography subjects are presented, with the aim of illustrating the distance between research and educational legislation. **Methodology.** The methodology is descriptive-argumentative, bringing together basic literature on Science Teaching for children and young people; aspects of child and youth development and learning in the area of Neuroscience, and federal and State of São Paulo educational legislation on stages of Early Childhood Education and Elementary Education. **Results.** By revealing key moments in children's neurological development that favor the teaching and learning of science, studies show that Sciences and Geosciences contribute to forming reasoning capable of examining the world and clarifying interactions between society and nature. However, the official curriculum policies, since 2016, trend to reduce the scope of the Basic Education curriculum. **Conclusion.** A cleavage, a kind of dissonance, is identified between official curricular policies and literature, causing enormous harm to children's education

**Resumo: Introdução.** Este artigo revisa trabalhos sobre a importância e o alcance formativo do ensino de Ciências e de Geociências na Educação Básica, com ênfase em estudos e pesquisas de Ensino de Ciências, Geociências e Neurociência. **Objetivo.** Apresentam-se as cargas horárias oficiais das disciplinas de Ciências e de Geografia, com a finalidade de ilustrar a distância entre a pesquisa e a legislação educacional. **Metodologia.** A metodologia é descritivo-argumentativa, reunindo uma literatura de base sobre Ensino de Ciências para crianças e jovens; aspectos do desenvolvimento infanto-juvenil e de aprendizagem na área de Neurociência, e a legislação educacional federal e do Estado de São Paulo sobre etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental. **Resultados.** Ao revelar momentos-chaves do desenvolvimento neurológico das crianças que favorecem o ensino e a aprendizagem de Ciências, os estudos mostram que as Ciências e as Geociências contribuem para formar raciocínios capazes de examinar o mundo e esclarecer as interações sociedade e natureza. Entretanto, as políticas curriculares oficiais, desde 2016, tendem a estreitar o escopo do currículo da Educação Básica. **Conclusão.** identifica-se uma clivagem, uma espécie de dissonância, entre as políticas curriculares oficiais e a literatura, gerando um enorme prejuízo à formação das crianças.

## Introdução

Há muitas décadas, estudiosos de várias áreas da Educação têm enfatizado a importância de a escola ensinar Ciências às crianças e jovens. Os argumentos dos pesquisadores nascem de seus próprios campos de estudo e pesquisa, daí a diversidade de justificativas apresentadas (Matthews, 1994). Além disso, os argumentos refletem a

própria complexidade da área e o fato de ela estar consolidada como disciplina escolar. Nesse sentido, há que se considerar a multiplicidade de temas e assuntos relacionados; as questões envolvendo os currículos e programas escolares; a formação dos professores; os tempos e espaços destinados aos processos de ensino e aprendizagem, somente para citar alguns aspectos. De fato, não há uma teoria

**Citation/Citação:** Esteves, P. E. C. C., Gonçalves, P. W., & Santos, B. L. dos. (2023). 342 dias para aprender Ciências Naturais: uma pequena janela de oportunidade para estudantes de 6 a 14 anos. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-13, e023036. doi: 10.20396/td.v19i00.8675257.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

**Keywords:** Natural Sciences Teaching, Geoscience Teaching, Curriculum policy, Neuroscience, Basic Education.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências Naturais, Ensino de Geociências, Política curricular, Neurociência, Educação Básica.

**Manuscript/Manuscrito:**

Received/Recebido: 24/11/2023

Revised/Corrigido: 10/12/2023

Accepted/Aceito: 27/12/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini Fernandes Chaves 



unificadora que possa responder às demandas pedagógicas inerentes ao ensino das Ciências. Em verdade, o termo Ciências refere-se a uma grande área do conhecimento que, no caso específico das Ciências Naturais – considerando os currículos e programas educacionais oficiais – agrupa subáreas como a Astronomia, Química, Física, Biologia e Geociências (ou Ciências da Terra).

Neste trabalho, consideramos os temas e assuntos normalmente privilegiados em uma das etapas da Educação Básica; ou seja, em termos das fases da educação escolar, nosso foco é o Ensino Fundamental, ressaltando-se que, como Estados e Municípios brasileiros têm autonomia para “elaborar e executar políticas e planos educacionais, em consonância com as diretrizes e planos nacionais de educação, integrando e coordenando as suas ações e as dos seus Municípios” (Brasil, 1996), estamos mirando no currículo do Estado de São Paulo. Em termos de faixa etária e, de acordo com a legislação em vigor, as duas etapas do percurso escolar devem ser frequentadas por estudantes de 6 a 14 anos (Brasil, 2013, São Paulo, 2021).

Cabe acrescentar que, além dos argumentos oferecidos pelos estudiosos da área educacional, desejamos discutir a contribuição de pesquisadores de uma área que começou a se estabelecer a partir da segunda metade do século XIX (Pereira-Júnior, 2001, Gazzaniga et al., 2006, Mourão-Júnior et al., 2017) e que tem auxiliado a compreender como acontecem os processos cognitivos no cérebro humano, possibilitando o que chamamos de *aprendizagem*. Estamos nos referindo à Neurociência, ciência que busca conhecer – entre outros aspectos – as relações das funções do sistema nervoso e atividades mentais sofisticadas, como a percepção, atenção, memória, aprendizado e linguagem.

### O que a Neurociência nos informa para ensinar?

A Neurociência é uma área interdisciplinar e se constitui a partir da Genética, Neuroanatomia, Neurofisiologia, Neuropsiquiatria, Neuropsicologia e Neurolinguística. Segundo os mesmos autores,

Ao nível cognitivo a neurociência lida com questões acerca do modo como as funções psicológicas/cognitivas são geradas pelos circuitos neuronais (Mourão-Júnior et al., 2017, p.23).

Para isso, utiliza técnicas para obtenção de imagens do sistema nervoso e análise dos sinais

elétricos gerados pelo cérebro. Os autores esclarecem, também, que à medida que surgiram novas técnicas de neuroimagem e eletrofisiologia, foi possível mapear a atividade cerebral em tempo real. Com esses avanços,

(...) os neurocientistas e psicólogos podem formular questionamentos mais sofisticados, como por exemplo, como a cognição e a emoção humanas são mapeados e que circuito neuronal específicos estão em atividade? (Mourão-Júnior et al., 2017, p.23).

Assim, com base nas pesquisas em Neurociência, é sabido, por exemplo, que a neuroplasticidade ou simplesmente plasticidade é

(...) a capacidade de adaptação do sistema nervoso, especialmente a dos neurônios, às mudanças nas condições do ambiente que ocorrem no dia a dia da vida dos indivíduos, [...] (Lent, 2010).

A capacidade ajuda a explicar, em parte, como ocorre o aprendizado em termos morfofisiológicos. Por isso, nos estudos que relacionam Neurociência à Educação, o termo neuroplasticidade tem sido usado de forma ampla, para designar a capacidade adaptativa do sistema nervoso ao longo do desenvolvimento humano (ontogenia) ou frente a alguma injúria. (Buonomano & Merzenich, 1998, Costa et al., 2019).

Pelo seu caráter interdisciplinar e considerando a diversidade de suas aplicações, muitas áreas têm se beneficiado dos estudos da Neurociência, como a Medicina, Psicologia, Fisioterapia, Enfermagem, Neurolinguística e a Educação, entre outras (Lent, 2010). Em relação à Educação, de fato, sua relação com a Neurociência tem sido proposta há algumas décadas e, em 2004, Goswami publicou um trabalho intitulado *Neuroscience and education* (Goswami, 2004) no qual discutiu os avanços da área para o entendimento da linguagem, leitura, representação numérica, habilidade musical e cálculo; sono e cognição; emoção e cognição. Por outro lado, o autor fez alertas, enfatizando a necessidade de se combater as generalizações falaciosas, disseminadas com facilidade e que tentam propor, de forma simplista e não-científica, a relação entre a Neurociência e a Educação. São os chamados mitos associados a neurociência ou neuromitos, termo cunhado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2007, Sá et al., 2020).

---

A partir dos argumentos de pesquisadores da área de Educação que defendem o ensino de ciências às crianças, a pergunta que suscitou este trabalho foi:

*As pesquisas que buscam esclarecer o desenvolvimento ontogenético do sistema nervoso podem fornecer pistas que apoiem os argumentos dos estudiosos da Educação?*

Com base em nossa experiência com os currículos oficiais da Educação Básica e aqueles dos cursos que formam professores que lecionam conteúdos de Ciências Naturais nas primeiras etapas da Educação Básica do Estado de São Paulo, o objetivo deste trabalho é discutir os argumentos de estudiosos dessa área confrontando-os com os estudos da Neurociência. Além disso, pretendemos que este trabalho funcione como um “diálogo” entre professores e pesquisadores da área educacional, e aqueles da neurociência, já que a linguagem dos neuropesquisadores, frequentemente, é mais acessível para os profissionais da área da saúde.

## Metodologia

Este trabalho é descritivo e busca apresentar as pesquisas da área de ensino de Ciências Naturais, estudos da área da Neurociência e a legislação educacional (Gil, 2019). Os textos da área educacional têm sido examinados e analisados desde 2015, a partir da tese de doutoramento (Esteves, 2015). Com relação aos estudos da área da Neurociência, foi realizada uma pesquisa exploratória na literatura da área, privilegiando-se obras consagradas e trabalhos que discutissem temas como desenvolvimento infantil; ensino e aprendizagem e desenvolvimento escolar. Ou seja, nossas buscas objetivaram localizar trabalhos que pudessem “dialogar” com os profissionais da área educacional. De forma esquemática, o estudo se desenvolve a partir de três tipos de fontes documentais:

1. Trabalhos da área educacional com foco no ensino de Ciências Naturais para crianças e jovens.
2. Trabalhos da área de Neurociência em que se discutem aspectos do desenvolvimento infanto-juvenil e da aprendizagem.
3. Legislação educacional federal e do Estado de São Paulo referente às etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental.

Os três blocos de documentos foram confrontados e analisados, de modo que, metodologicamente, o trabalho tem cunho descritivo-argumentativo (Barbosa & Carneiro, 2023); sua base de construção parte da consulta na literatura especializada dos três tipos de fontes documentais.

## Por que ensinar Ciências Naturais?

Muitos pesquisadores defendem que a formação das novas gerações depende, estrategicamente, da oferta de conteúdos de Ciências para crianças e jovens. Esses estudiosos argumentam que a base da formação cidadã passa por decisões de políticas curriculares que objetivam a superação das enormes diferenças sociais que caracterizam muitos países, inclusive o Brasil. Apoiando essas ideias, desde 2014 temos apresentado resultados de pesquisas nossas e argumentos de estudiosos da área de Ciências Naturais, que se preocupam em discutir o papel singular do conhecimento científico para o desenvolvimento das crianças e jovens. Algumas dessas perspectivas vão ser revisitadas aqui para que possamos confrontá-las com os novos argumentos apresentados, agora da área da Neurociência.

Delizoicov e outros autores que trabalham com Temas Geradores explicam que assuntos relacionados às Ciências Naturais emergem, naturalmente, dos discursos de estudantes, daí ser importante que os conteúdos dessa área sejam oferecidos na Educação Básica. Além disso, ele evoca o direito de a criança aprender ciências, por isso, afirma que “é neste período [da Educação Básica] que o educando estará se iniciando ao pensamento científico; e também a grande maioria da população escolarizada terá apenas esta oportunidade para se apropriar de maneira sistemática de conhecimentos científicos.” (Delizoicov, p.1-2). A partir de ideias semelhantes, em 1998, Fumagalli defendeu o ensino de temas dessa área às crianças pequenas e elencou três argumentos:

- a) o direito das crianças de aprender ciências; b) o dever social obrigatório da escola fundamental, como sistema escolar, de distribuir conhecimentos científicos ao conjunto da população, e c) o valor social do conhecimento científico. (Fumagalli, 1998, p.15).

Especificamente, em relação às crianças pequenas, Fumagalli (1998) enfatiza que elas “têm o

mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e transformação do mundo que as cerca” (p. 15). Sobre o dever social da escola, a autora argumenta que a escola é a instituição social, por excelência, encarregada de distribuir à população um conjunto de conteúdos sociais que nem a família, nem os meios de comunicação ou as relações sociais da criança são capazes de prover. Sobre a natureza desse conhecimento, ela afirma que esse conjunto de conhecimentos é público, pois foi elaborado e sistematizado socialmente, portanto, a escola é o *locus* adequado para distribuí-lo. Finalmente, em relação ao valor social do conhecimento científico, a autora sustenta que ensinar ciências às crianças pequenas não significa ajudar a formar futuros cidadãos, mas, ao contrário, fortalecer a participação ativa da criança na vida social, pois ela pode agir *hoje*, de forma consciente e solidária em temas que envolvam questões ambientais e bem-estar social, por exemplo.

No prefácio do livro *Ensinando Ciências na Educação Infantil* (Arce, 2011), Studart evoca argumentos muito semelhantes aos de Fumagalli (1998) para, na sequência, enfatizar que:

No currículo tradicional das escolas, a educação científica inicia-se nos primeiros anos da escolarização, mas, conceitos e bases explicativas construídas pela ciência sobre os fenômenos da natureza podem e devem ser apresentados às crianças já na Educação Infantil. (Arce, 2011, p.10).

Outros autores defendem que os conteúdos dessa área são importantes, entre outras coisas, para preparar os estudantes com vistas a sua formação profissional. (Coelho & Marques, 2007, Delizoicov, 2008, Torres, Moraes & Delizoicov, 2008, Forgiani & Auler, 2009). A partir desse ponto de vista, Freire afirmou:

Tanto o educador tradicional como o libertador não têm direito de desconsiderar as metas dos estudantes de receber formação profissional e adquirir credenciamento para o trabalho. Há uma necessidade real de especialização técnica, de que a educação, de uma perspectiva tradicional, ou libertadora, deve tratar. (Freire & Shor, 2011, p.117).

Tedesco (2012), por exemplo, enfatizou a necessidade de transformações estruturais e pedagógicas na educação, entre elas, a promoção da aprendizagem de Ciências com vistas à alfabetização científica. Outros autores têm contribuído com

argumentos diferentes, porém, não conflitantes. Por exemplo, Cervato e Frodeman (2014) explicaram que as perspectivas econômicas, políticas e culturais podem se modificar quando se incluem nos debates as escalas de tempo de dezenas de milhares a milhões de anos; elementos como o preço dos cereais passam a ser analisados sob outra dimensão quando se considera a taxa de perda de solo em intervalos de tempo de algumas gerações, ou seja, quando o tempo da natureza é considerado. Com base em outros argumentos, Zoller e Scholz (2004) desenvolveram uma correlação entre estudos sistêmicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Esses autores associaram os estudos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) ao esforço para desenvolver habilidades cognitivas de ordem mais alta (HOCS) nas crianças e jovens.

Earley (2013) enfatizou que diante dos avanços tecnológicos é importante que o ensino de Química tenha um caráter sistêmico, pois o ensino analítico, preponderante na maioria dos currículos, não consegue responder aos desafios contemporâneos. O argumento se aproxima das ideias de Orion (2009) que defendeu a construção de um currículo de Ciências para o nível básico de ensino com vistas a atingir a alfabetização ambiental. O autor sustentou que a base da alfabetização é Ciência do Sistema Terra, cujo potencial para desenvolver o raciocínio sistêmico possibilita desenvolver uma habilidade essencial para se pensar os desafios sociais, ambientais, econômicos e políticos.

Assim como Orion (2009), outros estudiosos têm discutido a característica singular das Ciências da Terra para o desenvolvimento da alfabetização ambiental. Nesse sentido, King (2008) destacou que os sistemas terrestres oferecem possibilidades para se pensar as transformações materiais. Além disso, argumentou sobre as habilidades que podem ser desenvolvidas a partir das atividades de campo e de laboratório. Lacreu (2009), por sua vez, defendeu que não propiciar aos cidadãos a compreensão de como fenômenos terrestres, como enchentes e deslizamentos de terra acontecem, seria o mesmo que naturalizar esses eventos, encobrindo as relações adversas da relação sociedade-natureza.

Se até este ponto nos preocupamos em apresentar os argumentos que respondem à questão de *porquê ensinar ciências*, na próxima seção buscaremos responder à questão do *quando ensinar*. Inicialmente, vamos considerar o tempo biológico, ou seja, vamos

procurar na Neurociência subsídios que possibilitem saber se há uma fase da vida mais adequada para o aprendizado. Depois disso, vamos consultar a legislação educacional e o currículo oficial para saber quanto tempo é destinado ao ensino de Ciências Naturais na Educação Básica.

## Quando ensinar Ciências Naturais?

### O aprendizado segundo a Neurociência

A aprendizagem é um processo complexo que depende de muitos fatores associados e, não somente de fatores biológicos (Goswami, 2004, Hruby et al., 2011, Mourão-Júnior, 2017, Desmond & Mindo, 2022, Feigelman, 2022) e, mesmo considerando somente as questões anatômicas e fisiológicas, neste trabalho pretendemos apresentar um panorama que auxilie a compreender a relação entre o neurodesenvolvimento e a aprendizagem.

O sistema nervoso se desenvolve muito precocemente e, junto com o sistema cardiovascular, aparece na terceira semana de desenvolvimento embrionário. Na oitava semana de desenvolvimento, o sistema nervoso já apresenta uma estrutura geral básica, mas, em nível celular e tecidual, muitas células ainda surgem e se desenvolvem durante a vida pré-natal e, depois do nascimento, as estruturas nervosas vão sofrer amadurecimento como parte do processo de plasticidade neuronal. Resumidamente, esse amadurecimento está relacionado com as fases da vida do indivíduo, assim consideradas (Simis, 2019, Desmond & Mindo, 2022, Feigelman, 2022):

- a. A neurogênese ocorre no período intrauterino;
- b. A mielinização acontece ao longo do desenvolvimento cerebral;
- c. Na infância ocorre uma “explosão” de sinapses;
- d. Na primeira infância e adolescência acontece a “poda” sináptica.

Mais adiante, procuramos detalhar esses processos.

Em termos neurológicos a aprendizagem é caracterizada por modificações permanentes no sistema nervoso central (SNC) que ocorrem quando o indivíduo é submetido a estímulos e experiências que se traduzem por mudanças no cérebro (Costa, 2023). Estas mudanças estão relacionadas às funções nervosas superiores que, segundo Desmond & Mindo (2022), são as seguintes:

1. Função sensorial e motora: diz respeito aos processos auditivo, visual, tátil e proprioceptivo. Essas funções neurológicas progredem junto com a exposição da criança aos estímulos do ambiente e outros processos, como por exemplo, o motor. As funções sensoriais começam a se desenvolver antes do nascimento e são essenciais para que a criança possa experimentar, manipular e entender o ambiente.
2. Linguagem: é a mais complexa de todas as funções cognitivas e essencial para o sucesso escolar. De acordo com as mesmas autoras, “em menor ou maior grau, todas as habilidades acadêmicas são ensinadas principalmente por meio da linguagem, assim, não é surpreendente que crianças que sofrem com transtorno de linguagem frequentemente enfrentem problemas com o desempenho escolar. (Desmond & Mindo, 2022, p.276).
3. Função visual-espacial/visual-perceptual: esses processos estão relacionados à visão propriamente dita e, socialmente “permite que a criança use sinais visuais e físicos para se comunicar e interpretar os aspectos paralinguísticos da linguagem. (Desmond & Mindo, p.277).
4. Função intelectual: pode ser definida como sendo a capacidade de pensar de modo abstrato; raciocinar, compreender e resolver problemas.
5. Memória: é o mecanismo pelo qual a informação é adquirida, retida e recuperada. A memória pode ser de curta duração, também denominada de memória de trabalho ou, de longa duração.
6. Cognição social: é a função que permite ao indivíduo compreender e interagir com o ambiente. Diversos processos cognitivos estão relacionados à cognição social, como a capacidade de reconhecer, interpretar, fornecer sentido e intenção aos pensamentos; comunicar-se, de forma verbal e não-verbal, entre outros.
7. Função executiva: é a capacidade de controlar e planejar pensamentos, ou seja, diz respeito a atenção, ao controle da inibição/impulso, a memória de trabalho, a iniciação, planejamento, organização, controle de pensamentos e motivação. De acordo com as autoras, estudos indicaram que, para o sucesso escolar, as fun-

ções executivas podem ser mais importantes que a capacidade intelectual.

Ao atuarem entre si e com outras funções cerebrais, de forma multi e inter-relacional, ocorrem mudanças no cérebro, ou seja, mediante experiências, estímulos externos ou internos, o cérebro é capaz de criar, fortalecer e, ou, desfazer conexões cerebrais (sinapses). A aprendizagem, dessa forma, é um fenômeno decorrente da plasticidade cerebral e, de acordo com Costa (2023):

Essas conexões são capazes de alterar as estruturas e funções do cérebro, em razão da natureza plástica desse órgão, ou seja, do potencial que tem em moldar-se mediante estímulos e experiências. A aprendizagem é, portanto, de essência dialética: provoca mudanças no cérebro e resulta dessas mudanças. (Costa, 2023, p.4).

Os neuropesquisadores têm se interessado em saber *se* e *como* relacionar o desenvolvimento das regiões do sistema nervoso responsáveis pelas funções nervosas superiores e a neuroplasticidade. De fato, essa inter-relação tem sido demonstrada e, ainda que seja preciso ter cautela para não se estabelecer conclusões despidas de cientificidade – neurômitos – a esse respeito, Lent (2010) explica que:

Uma primeira constatação que os neurocientistas fizeram a respeito da neuroplasticidade é que o *seu grau varia com a idade do indivíduo*. Durante o desenvolvimento ontogenético, o sistema nervoso é mais plástico, e isso é de se esperar, uma vez que o desenvolvimento é justamente a fase da vida do indivíduo em que tudo se constrói, tudo se molda de acordo com as informações do genoma e as influências do ambiente. *Mesmo durante o desenvolvimento, há uma fase de grande plasticidade denominada período crítico, na qual o sistema nervoso do indivíduo é mais suscetível a transformações provocadas pelo ambiente externo*. Depois que o organismo ultrapassa essa fase e atinge a maturidade, sua capacidade plástica diminui, ou pelo menos se modifica. Isso leva a supor, então, que a plasticidade ontogenética difere da plasticidade adulta, sendo ambas os dois grandes tipos de manifestação dessa propriedade geral do sistema nervoso. (Lent, 2010, p.149, grifos nossos).

Essas constatações são aceitas há algumas décadas e têm sido corroboradas por vários autores (Lent, 2010, Desmond & Mindo, 2022, Costa, 2023), podendo ser resumidas da seguinte forma: o desenvolvimento das regiões correspondentes funções nervosas superiores depende de vários

fatores, como o patrimônio genético do indivíduo; o microambiente celular antes e após o nascimento; possíveis agentes agressores presentes no meio, antes e após o nascimento; quantidade e qualidade dos estímulos recebidos e a nutrição antes e após o nascimento, entre outros. No caso da neuroplasticidade, a esses fatores é preciso acrescentar, ainda, a idade do indivíduo. A isso, os pesquisadores chamam de *período crítico* ou “[...] espaços de tempo (janelas temporais) em que os indivíduos estão mais propensos a estímulos externos.” (Costa, 2023, p.4). Por outro lado, essas janelas de oportunidade não devem ser consideradas de forma absoluta pois:

Por mais que existam momentos específicos para que algumas funções cognitivas se desenvolvam (a infância e a adolescência, aliás, são períodos cruciais nesse sentido), a neurociência constata que aprender faz parte de todas as fases da vida; ocorre desde o nascimento e continua a se manifestar na fase adulta e no envelhecimento, ainda que de forma diversa. Portanto, vivemos aprendendo; somos seres de e para o conhecimento. (Costa, 2023, p.4).

Considerando o desenvolvimento infantil como um todo, nas últimas décadas os pesquisadores têm feito expressivos avanços que possibilitam entender os cuidados que se deve dispensar à criança para que se desenvolva de forma saudável. Em 2008, no volume 371 do periódico *The Lancet* foi publicada uma série de artigos que demonstrou a importância da gestação e dos dois primeiros anos de vida para o desenvolvimento saudável do indivíduo. Nesses trabalhos, que se tornaram um marco histórico nas áreas social e da saúde, os autores discutiram pesquisas que relacionavam o baixo peso ao nascimento, a desnutrição infantil e diversas pré-condições adversas no adulto. Eles explicaram que crianças desnutridas e com alterações no desenvolvimento do sistema nervoso são mais propensas a uma vida mais curta, um menor nível de escolaridade e piores condições econômicas na fase adulta. Enfatizaram, assim, a importância do acompanhamento pré-natal, da nutrição materno-infantil e dos estímulos precoces às crianças, nessa fase que eles denominaram de *período de ouro* do desenvolvimento infantil. Considerando o tempo de gestação (270 dias) e os dois primeiros anos de vida (730 dias), o período ficou conhecido como *primeiros mil dias de vida* (Bhutta et al., 2008, Victora et al., 2008). Essa publicação se tornou uma refe-

rência mundial e, desde então, tem influenciado a conduta de profissionais da saúde, políticas públicas e pesquisas em todo o mundo. (Cunha et al., 2015, Cusick & Georgieff, 2016, Yawson et al., 2017, Zelalem et al., 2023, Unicef, 2023).

Em 2022, Nogueira-de-Almeida et al. (2022) publicaram um artigo intitulado *Primeiros 2.200 dias de vida como janela de oportunidade de atuação multidisciplinar relativa à origem desenvolvimentista de saúde e doença: posicionamento da Associação Brasileira de Nutrologia*, no qual retomam os argumentos discutidos nos trabalhos publicados no *The Lancet* e, a partir de nova e abrangente revisão da literatura, sugerem uma ampliação do período de ouro para 2.200 dias. Isso por que, de acordo com eles:

Não há dúvida sobre a importância da atuação de diferentes profissionais de saúde durante os primeiros 1.000 dias de vida. Entretanto, pode-se questionar se essa janela não poderia ser ampliada. Muitos pesquisadores têm se debruçado sobre os impactos à saúde futura da criança consequentes a diversas condições associadas ao pai e à mãe, ainda antes da concepção. Adicionalmente, sabe-se que muitos aspectos relevantes, tais como o desenvolvimento do sistema nervoso central e a consolidação da microbiota, ainda se encontram em fase de construção após o segundo ano de vida. (Nogueira-de-Almeida et al., 2022, p.2, grifos nossos).

Nesse trabalho, os autores assinalam que no período de 2.200 dias são considerados 100 dias antes da concepção, 270 dias de gestação e 1.830 dias ou 5 anos de vida pós-natal. Foge ao escopo deste trabalho discutir todos os argumentos apresentados na contribuição, mas em relação aos 100 dias antes da concepção, eles detalham evidências científicas que sustentam como a saúde dos pais interfere diretamente na embriogênese, no desenvolvimento fetal e nos primeiros anos de vida da criança. Em relação a ampliação do período de vida pós-natal para 5 anos, há igualmente, consideráveis estudos nas áreas da Nutrologia, Endocrinologia, Genética, Psicologia e Neurociência que embasam a posição desses pesquisadores. Mas, analisando somente os aspectos do desenvolvimento neurológico, os autores explicam que estudos recentes mostram que:

[...] Qualquer que seja o potencial genético que as crianças recebam de seus pais, suas experiências reais mudam e modificam radical e extensivamente esse potencial; o cérebro é maleável. Formação do SNC, orientação da personalidade, estabelecimento das principais linhas de interesse ao longo da vida, tendências, padrões emocionais, paixões e competências ocorrem durante as primeiras fases da vida de um indivíduo, sendo o começo da vida fundamental para este processo, influenciando e estabelecendo caminhos no desenvolvimento do cérebro que afetam o aprendizado, a saúde e o comportamento ao longo do ciclo vital. (Nogueira-de-Almeida et al., 2022, p.11, grifos nossos).

O entendimento dos processos celulares que explicam a morfofisiologia das funções nervosas superiores está relacionado à conexão dos neurônios (sinapses). Nogueira-de-Almeida et al., (2022) esclarecem que, ao se mapear a densidade dessas sinápticas ao nascimento, são vistos neurônios desconectados. Em função do rápido crescimento cerebral nos primeiros anos de vida, é possível constatar uma massa densa de conexões neuronais, mas entre o quinto e o sexto anos de vida, o processo de “escolha” começa e, por meio dele as conexões neurais mais fortes – observações arraigadas, memórias, regras para viver bem, habilidades praticadas, entre outras – são mantidas; neurônios desconectados são reabsorvidos e substituídos para, finalmente, desaparecerem. Isso ocorre de modo a permitir ao cérebro maior clareza para o uso operacional

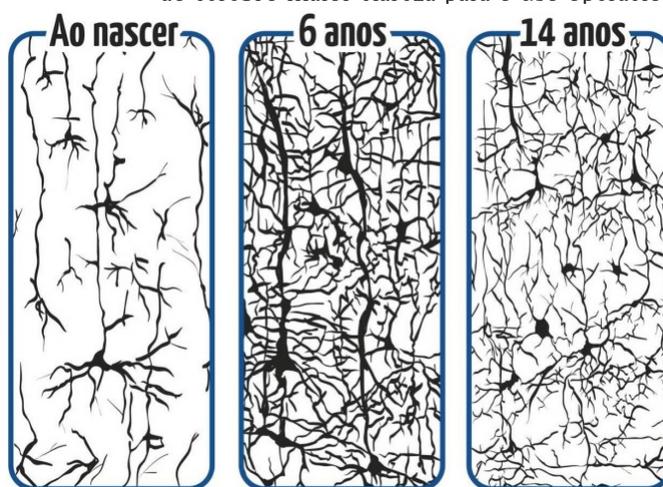


Figura 1. Mapas das conexões sinápticas ao nascimento; com 6 e aos 14 anos de idade. Fonte: Nogueira-de-Almeida et al. (2022), p.12. Adaptado de *Rethinking the Brain. Families and Work Institute*. Rima Shore (1997)

na idade adulta e, explica, também, a dificuldade em se adquirir novos conhecimentos depois dessa fase. (Nogueira-de-Almeida et al., 2022, p.12). Esse processo pode ser compreendido a partir dos mapas das conexões neuronais. (Shore, 1997 *apud* Nogueira-de-Almeida et al., 2022, p.12). (Fig. 1).

O mapa das conexões neurais permite compreender que

[...] quanto maior a densidade de conexões neurais (caminhos) no cérebro antes desse processo, mais é retido e maior é a capacidade de aprendizado adicional.” (Nogueira-de-Almeida et al., 2022, p.12).

Dito de outra forma e nos termos deste trabalho: se à criança for oferecida oportunidade de experienciar situações de aprendizagem que envolvam temas comuns às Ciências Naturais no período compreendido entre a primeira infância e até o início da puberdade, os conhecimentos podem ser mais facilmente acessados na idade adulta. Assim, a partir das constatações dos neuropesquisadores, interessa saber se essa “janela” de oportunidade biológica está prevista na legislação educacional que regulamenta o ensino de Ciências Naturais na Educação Básica.

## O ensino de Ciências Naturais segundo o currículo oficial

A educação brasileira é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Brasil, 1996), cabendo à União, entre outras responsabilidades, a coordenação da política nacional de educação. Os Estados, Municípios e Distrito Federal atuam de forma colaborativa para desenvolverem e organizarem seus sistemas de ensino, sempre de acordo com a LDB. As mudanças legais ocorridas desde a promulgação da LDB prescrevem que a Educação Básica é dever do Estado, gratuita e obrigatória para os estudantes de 4 a 17 anos de idade, sendo dividida em três etapas: a) Educação Infantil (EI); b) Ensino Fundamental (EF) e c) Ensino Médio (EM).

A LDB estabelece em seu Art. 26 a organização, os currículos e os programas dessas etapas (de acordo com a redação modificada pela Lei 12796/2013):

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento

escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (Brasil, 2013).

O EF é a mais extensa das etapas de ensino, com nove anos de duração, sendo destinado a estudantes de seis a quatorze anos de idade. De acordo com a LDB (Brasil, 1996), é facultado aos sistemas de ensino subdividir essa etapa em ciclos. Assim, no Estado de São Paulo, o EF é subdividido em *anos iniciais*, para estudantes de seis a nove anos de idade e, *anos finais*, para estudantes de dez a quatorze. (São Paulo, 2019).

Os conteúdos a serem ensinados são distribuídos em disciplinas escolares e, no caso da área de Ciências Naturais, a disciplina Ciências agrupa esses conteúdos nos anos iniciais do EF; as disciplinas de Química, Física e Biologia nos anos finais do EF e no EM. Por outro lado, no Brasil, não há uma disciplina de Ciências da Terra e os temas dessa área são distribuídos de forma muito dispersa e fragmentada nas disciplinas de Ciências Naturais e de Geografia (ver São Paulo, 2019).

Considerando a federalização do sistema de ensino brasileiro, examinamos o Currículo Paulista, legislação que foi homologada “[...] pelo Secretário Estadual de Educação em primeiro de agosto de 2019” (São Paulo, 2019, p.25). Extrapolamos os limites deste trabalho uma descrição detalhada do documento.

Em relação a EI, o Currículo Paulista explicita que essa etapa está organizada em três fases, segundo as faixas etárias – de zero a um ano e seis meses; um ano e sete meses a três anos e onze meses; quatro anos a cinco anos e onze meses. Relembramos que o ensino somente é obrigatório a partir dos quatro anos de idade. Para cada fase são elencados objetivos de aprendizagem em forma de *Campos de Experiência*, de acordo com as Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (BNCC, ver Brasil, 2018, São Paulo, 2019). Embora o documento paulista enfatize que a EI não deve ser encarada como período preparatório, a análise das indicações permite constatar que são majoritariamente preparatórias para o desenvolvimento das linguagens matemática, oral e escrita (São Paulo, 2019).

A organização curricular do EF é feita a partir de cinco grandes áreas, cada uma delas contendo as tradicionais disciplinas escolares. A área de Ciências da Natureza contém a disciplina Ciências, cujas habilidades e competências são agrupadas em três unidades temáticas que se repetem ao longo de

todo o EF. A área de Ciências Humanas contém as disciplinas de História e Geografia e, no caso dessa última, estão previstas cinco unidades temáticas que, como no componente Ciências, devem ser desenvolvidas ao longo dos nove anos do EF (São Paulo, 2019).

A carga horária atribuída pela legislação paulista aos diversos componentes disciplinares é muito reveladora da intencionalidade e importância atribuída a cada área do conhecimento (São Paulo, 2019). Nesse sentido, ressalta-se, que desde o ano de 2012 o Estado de São Paulo vem ampliando os turnos de ensino (Faria & Reis, 2023). Assim, além dos tradicionais diurno e noturno, foram criados o Programa de Ensino Integral (PEI) e a Escola de Tempo Integral (ETI). Nos documentos legais é possível localizar, por exemplo, para os anos iniciais do EF, PEI de 7 horas e PEI de 9 horas de ensino, além de ETI de 8 horas de ensino. Para os anos finais do EF também há cargas horárias específicas, com PEI de 7 horas ou 9 horas de ensino, além dos tradicionais diurno e noturno. Porém, segundo dados do sítio eletrônico da Secretaria de Educação essa ampliação não atingiu todas as escolas da rede estadual, tendo sido implantada em 44% delas. Além disso, não foi possível saber quais modalidades de ensino foram ampliadas. (São Paulo, 2023).

Em relação a estrutura, o currículo paulista é formado a partir de dois eixos: (i) Base Nacional Comum Curricular, composta pelas disciplinas escolares e, por componentes que formam a chamada (ii) Parte Diversificada do currículo (Brasil, 1996). Nos anos iniciais do EF os componentes da Parte Diversificada são: Projeto de convivência, Língua inglesa, Linguagens artísticas, Cultura do movimento, Orientação de estudos, Assembleia, Leitura e produção de texto, Tecnologia e Inovação e Práticas Experimentais. É preciso enfatizar, porém, que nem todos os turnos de estudo contêm todos esses componentes. O mesmo acontece nos anos finais do EF, ou seja, a Parte Diversificada do currículo é formada pelos seguintes componentes curriculares: Projeto de vida, Eletivas, Tecnologia e Inovação, Práticas Experimentais, Orientação de estudos e Protagonismo juvenil. Da mesma maneira, nem todos os turnos de estudo contêm todos os componentes (São Paulo, 2019, 2021).

Na Tabela 1 transcrevemos as cargas horárias totais das disciplinas de Ciências e Geografia; dos componentes Tecnologia e Inovação e, Práticas Experimentais. Esses dois últimos foram considerados neste trabalho porque a análise dos documentos legais permitiu saber que são atividades relacionadas à tecnologia digital, no caso do primeiro e de práticas experimentais em ciências, no caso do segundo.

Tabela 1. Total geral de horas atribuídas às disciplinas de Ciências e Geografia e aos componentes de Tecnologia e Inovação e Práticas Experimentais no EF do Estado de São Paulo. Fonte: DOE (São Paulo, 2021)

Etapas do E.F.	Carga horária das disciplinas e componentes de Ciências Naturais				
	Total Geral	Ciências	Geografia	Tecnologia e Inovação	Práticas Experimentais
E.F. – Anos iniciais diurno.	4.500h	300h (6,7%)	150h (3,3%)	150h (3,3%)	N/C
E.F. – Anos iniciais PEI (7h).	5.250h	300h (5,7%)	150h (2,8%)	150h (2,8%)	150h (2,8%)
E.F. – Anos iniciais PEI (9h).	5.700h	300h (5,3%)	150h (2,6%)	150h (2,6%)	150h (2,6%)
E.F. – Anos iniciais ETI (8h).	6.000h	300h (5,0%)	150h (2,5%)	150h (2,5%)	300h (5,0%)
E.F. – Anos finais diurno.	4.200h	480h (11,4%)	480h (11,4%)	120h (2,9%)	N/C
E.F. – Anos finais noturno.	3.240h	360h (11,1%)	360h (11,1%)	N/C	N/C
E.F. – Anos finais PEI (7h).	4.560h	480h (10,5%)	480h (10,5%)	120h (2,6%)	60h (1,3%)
E.F. – Anos finais PEI (9h).	5.160h	480h (9,3%)	480h (9,3%)	120h (2,3%)	240h (4,6%)

A análise da Tabela 1 permite saber, dentre outros pontos, que no caso dos anos iniciais do EF, a ampliação dos turnos de ensino não foi acompanhada da ampliação das cargas horárias nas disciplinas de Ciências e Geografia. Nesses casos, o que teria embasado a opção dos legisladores? Em relação à Parte Diversificada do currículo, chama a atenção o fato de o componente Práticas Experimentais estar ausente dos anos iniciais diurno; dos anos finais diurno e noturno e, ainda, no caso do PEI de 7 horas, ser contemplado somente com 60 horas.

Outro aspecto que merece reflexão é o tratamento conferido à Língua inglesa (não mostrado). No caso dos anos iniciais, esse componente consta da Parte Diversificada do currículo e, independente do turno de ensino, com 300 horas anuais de ensino. Nos anos finais, conforme prescrito pela LDB (Brasil, 1996), é um dos componentes da Parte Diversificada do currículo, sempre como 240 horas anuais de ensino. Ressalta-se que no caso dos anos iniciais, ao ensino dessa língua estrangeira foi conferida a mesma carga horária da disciplina de Ciências – 300 horas anuais – ou seja, o dobro do conferido à disciplina de Geografia. Novamente, o que justifica o fato de a

uma língua estrangeira ter sido destinado uma carga horária superior à da disciplina de Geografia?

Ainda que não seja possível conhecer o percurso formativo escolhido por cada estudante, visto que há inúmeras possibilidades, como por exemplo, cursar os anos iniciais no diurno e os anos finais no PEI de 7h, buscamos analisar as cargas horárias nos nove anos do EF, a partir de três possíveis percursos (Tab. 2).

Como é possível constatar na Tabela 2, há uma expansão de cargas horárias totais, que passam de 39.300 horas para 44.490 horas ou 49.140 horas, porém, proporcionalmente, as cargas horárias totais das disciplinas de Ciências e Geografia diminuem. No caso das Ciências, diminuem de 8,7% para 7,7% ou 7,0%; no caso da Geografia, diminuem de 6,8% para 6,0% ou 5,4%. O mesmo acontece com o componente Tecnologia e Inovação. O único componente curricular que tem aumento real de carga horária é o de Práticas Experimentais, que aumenta de 2,2% para 3,5%.

No âmbito deste trabalho, interessa conhecer ainda, o total de horas que o governo do Estado de São Paulo destinou somente ao ensino de Ciências

Tabela 2. Carga horária de Ciências Naturais em três possíveis percursos formativos no EF do Estado de São Paulo. Fonte: DOE (São Paulo, 2021)

Percursos de Ensino	Carga horária de Ciências Naturais				
	Total Geral	Ciências	Geografia	Tecnologia e Inovação	Práticas Experimentais
Anos iniciais diurno + Anos finais diurno	39.300h	3.420h (8,7%)	2.670h (6,8%)	1.230h (3,1%)	N/C
Anos iniciais PEI (7h) + Anos finais PEI (7h)	44.490h	3.420h (7,7%)	2.670h (6,0%)	1.230h (2,8%)	990h (2,2%)
Anos iniciais PEI (9h) + Anos finais PEI (9h)	49.140h	3.420h (7,0%)	2.670h (5,4%)	1.230h (2,5%)	1.710h (3,5%)

Tabela 3. Total das cargas horárias de Ciências Naturais no EF do Estado de São Paulo. Fonte: DOE (São Paulo, 2021)

Percursos de Ensino	Total das cargas horárias de Ciências Naturais					
	Ciênc.	Geo.	Tec. e Inovação	Práticas Exper.	Total em horas	Total em dias
Anos iniciais diurno + Anos finais diurno	3.420h	2.670h	1.230h	N/C	7.320h	305d
Anos iniciais PEI (7h) + Anos finais PEI (7h)	3.420h	2.670h	1.230h	990h	8.310h	346d
Anos iniciais PEI (9h) + Anos finais PEI (9h)	3.420h	2.670h	1.230h	1.710h	9.030h	376d

Naturais durante os nove anos do EF. Para isso, agrupamos as cargas horárias dos três componentes curriculares – Ciências, Geografia, Tecnologia e Inovação, Práticas Experimentais – e o convertimos em dias (Tab. 3).

Finalmente, é possível saber que, na média, durante o EF o estudante terá cerca de 342 dias destinados ao estudo de temas e assuntos relacionados à área de Ciências Naturais e Geografia, ou seja, cerca de um ano ou, apenas 11% de todos os nove anos do EF.

## Discussão

Os estudos e pesquisas revisitados neste trabalho buscam assinalar vínculos entre a fundamentação teórica que enfatiza a importância do Ensino de Ciências e de Geociências na etapa infantil da vida humana. Os pontos-chaves da defesa se acham associados ao desenvolvimento neurológico, ao papel dos estudos científicos para a formação dos raciocínios complexos e sistêmicos de crianças, adolescentes e jovens, aos problemas sociais, econômicos e tecnológicos que precisam ser compreendidos tão logo seja possível na formação da cidadania.

## Conclusões

A clivagem existente entre os currículos oficiais (nacional, BNCC e estadual, Novo Currículo Paulista) e a defesa de garantir o Ensino de Ciências revela o profundo desprezo das autoridades públicas que orientam a política curricular e o conhecimento científico. A rejeição oficial à pesquisa científica revela o estreitamento do currículo e fornece indícios para os graves problemas de ensino e aprendizagem das escolas. A política curricular que concentra a EI em poucas áreas e competências dificulta o desenvolvi-

mento neurológico das crianças. Ao mesmo tempo, perde-se a oportunidade de aproveitar a potencialidade de familiarizar os alunos com ideias mais amplas e integradas do funcionamento da natureza e de seus nexos com a sociedade e o ambiente.

De fato, é um movimento que reforça a injustiça social que marca o País, pois ao omitir possibilidades de desenvolvimento de raciocínios, conhecimentos e comportamentos, contribui para reproduzir a desigualdade social, econômica e cultural.

A natureza do conhecimento científico e, especialmente, da área das Geociências, traz a incerteza como um elemento de reflexão pelo uso dos seus raciocínios sistêmicos, narrativos e temporais. A historicidade do conhecimento científico já revela a necessidade de considerar a incerteza como marca crucial da ciência, aspecto que é reforçado pelas particularidades das Geociências. Ao mesmo tempo, a sociedade contemporânea, marcada pela globalização, pelas novas formas de gerenciamento da força de trabalho e pela volatilidade do capital associado à revolução cibernética e informacional implantou uma série de incertezas sobre o futuro da humanidade. Em tal contexto, é impressionante constatar que a política curricular limita os raciocínios que contribuem para a criatividade, imaginação e convívio com a incerteza.

Enfatizamos, ainda, que os novos currículos que emergiram com a BNCC conduzem à revisão das Diretrizes Curriculares para formação de professores. A tendência de estreitamento curricular limitará ainda mais a formação dos futuros docentes que vão atender à infância. Por fim, sugerimos uma profunda revisão nos currículos oficiais brasileiros de modo a contemplar os avanços da pesquisa ao invés de continuar em busca de uma bala de prata capaz de resolver todos os problemas educacionais.

**Taxonomia CRediT:** • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Administração do projeto; Recursos; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição – Patrícia Elisa do Couto Chipoletti Esteves. Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição – Pedro Wagner Gonçalves. Conceitualização; Supervisão; Escrita – revisão & edição: Bárbara Lívia dos Santos. • Conflitos de interesse: Os autores certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Reconhecimentos: Consignam-se agradecimentos aos revisores pelas contribuições críticas na elaboração do manuscrito. • Financiamento: Não aplicável.

## Referências

- Arce, A., Silva, D. A. S. M., & Varotto, M. (2011). *Ensinando ciências na educação infantil*. Campinas: Alínea. 133p.
- Barbosa, R., & Carneiro, C. D. R. (2023). Meandros da redação geocientífica, do esboço ao artigo publicado. *Terrae Didactica*, 19, 1-15, doi: 10.20396/td.v19i00.8673312.
- Bhutta, Z. A. Ahmed, T., Black, R. E., Cousens, S., Dewey, K., Giugliani, E., Haider, B. A., ... & Shekar, M. (2008). What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival. *Lancet*, 371(9610), 417-440. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61693-6.
- Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. (1996). *Lei nº 9.394, de 20*

- de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília: PR/ Casa Civil. URL: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm). Acesso 24.07.2023.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. URL: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#introducao#os-marcos-legais-que-embasam-a-bncc>. Acesso 24.07.2023.
- Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. (2013). *Lei n. 12.796, de 4 de abril de 2013. Altera a Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências*. Brasília: PR/ Casa Civil. URL: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2013/lei/112796.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/lei/112796.htm). Acesso 24.07.2023.
- Buonomano, D. V., & Merzenich, M. M. (1998). Cortical plasticity: from synapses to maps. *Annual review of neuroscience*, 21, 149-186. doi: 10.1146/annurev.neuro.21.1.149.
- Cervato, C., & Frode man, R. (2014). A importância do tempo geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos. *Terrae Didática*, 10(1), 67-79. doi: 10.20396/td.v10i1.8637389.
- Chipoletti-Esteves, P. E. C. (2015). *O ensino de ciências naturais no curso de pedagogia: dilemas que emergem de Estudos de Caso*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 155f. (Tese Dout. Ensino de Ciências e Matemática). doi: 10.47749/T/UNICAMP2015.965206.
- Chipoletti-Esteves, P. E. C. (2020). Perspectivas de ensino e aprendizagem em ciências da natureza em cursos de Pedagogia: relatos de alunos, professores e coordenadores. In: Neto, J. M. & Viveiro, A. A. *Ensino de ciências para crianças: fundamentos, práticas e formação de professores*. Itapetininga: Edições Hipótese, Cap. 7, 99-112. 117p. URL: [https://mundodabeck.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Livro\\_ECparaCrianças\\_Viveiro\\_MegidNeto\\_2020.pdf](https://mundodabeck.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Livro_ECparaCrianças_Viveiro_MegidNeto_2020.pdf).
- Coelho, J. C., & Marques, C. A. (2007). Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de química. *Belo Horizonte: Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, (9): 1-17. doi: 10.1590/1983-21172007090105.
- Costa, A., Silva, P. O. da, & Jacóbsen, R. (2019). Plasticidade cerebral: conceito(s), contribuições ao avanço científico e estudos brasileiros na área de Letras. *Entrepalavras*, 9(3), 457-476. doi: 10.22168/2237-6321-31445.
- Costa, R. L. S. (2023). Neurociência e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, 28, e280010. 10.1590/S1413-24782023280010.
- Cunha, A. J. L. A., Leite, Á. J. M., & Almeida, I. S. (2015). Atuação do pediatra nos primeiros mil dias da criança: a busca pela nutrição e desenvolvimento saudáveis. *Journal de Pediatria*, 91(6), S44-S51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2015.07.002>.
- Cusick, S. E., & Georgieff, M. K. (2016). The Role of Nutrition in Brain Development: The Golden Opportunity of the “First 1000 Days”. *The Journal of pediatrics*, 175, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.05.013>.
- Delizoicov, D. (1991). *Conhecimento, tensões e transições*. 1991. 219f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- Desmond, P. K. & Mindo, J. N. (2022). Neurodesenvolvimento e função e disfunção executivas. In: Kliegman, R. M., ST Geme, J. W., Blum, N. J., Shah, S. S., Tasker, R. C. & Wilson, K. M. (2022). *Nelson Tratado de Pediatria*. 21 ed. Rio de Janeiro: GEN/Guanabara Koogan, 1(4), Cap. 48, 275-284. 2036p.
- Earley, J. E. (2013). A new ‘Idea of Nature’ for chemical education. *Science and Education*, 22(7), 1775-1786. doi: 10.1007/s11191-012-9525-x.
- Faria, J. A. & Reis, M. L. (2023). Educação integral no Estado de São Paulo: conceitos e modelos. *Revista Contemporânea de Educação*, 18(41), 290-304. doi: 10.20500/rce.v18i41.54940.
- Feigelman, S. (2022). Teorias do desenvolvimento e do comportamento. In: Kliegman, R. M., ST Geme, J. W., Blum, N. J., Shah, S. S., Tasker, R. C. & Wilson, K. M. (2022). *Nelson Tratado de Pediatria* (21 ed.). Rio de Janeiro: GEN/Guanabara Koogan, 1(2), cap. 18, 127-133. 2036p.
- Forgiarini, M. S., & Auler, D. (2009). A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do “florestamento” no Rio Grande do Sul. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2).
- Freire, P. & Shor, I. (2011). *Medo e ousadia: o cotidiano do professor*. 13 ed. São Paulo: Paz e Terra. 309p.
- Frode man, R. L. (2010). O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. Trad. L. M. Fantinel & E. V. D. Santos. *Terrae Didática*, 6(2), 85-99. doi: 10.20396/td.v6i2.8637460.
- Fumagalli, L. (1998). O ensino das ciências naturais no nível fundamental da educação formal: argumentos a seu favor. In: Weissmann, H. (Org.). *Didática das Ciências Naturais*. Porto Alegre, RS: Artmed. (Cap. 1).
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2006). *Neurociência cognitiva: a biologia da mente*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 768p.
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7 ed. São Paulo: Atlas. 248p.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 1-14. doi: 10.1348/000709904322848798.
- Hruby, G. G., Goswami, U., Frederiksen, C. H., & Perfetti, C. A. (2011). Neuroscience and Reading: A Review for Reading Education Researchers. *Reading Research Quarterly*, 46(2), 156-172. doi: <https://doi.org/10.1598/RRQ.46.2.4>.
- King, C. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44(2), 187-222. doi: <https://doi.org/10.1080/03057260802264289>.
- Lacru, H. L. (2009). *Importancia para el Mejoramiento de la Enseñanza de Ciencias de la Tierra para el Nivel Básico..., y las Dificultades para Lograrlo*. In: II Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e IV Simpósio Nacional O Ensino de Geologia no Brasil, 2009. São Paulo, SP: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, USP: 1 a 5 de nov. de 2009, p. 753-761.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociências*. 2 ed. São Paulo:

- Atheneu. 786p.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge. 287p.
- Mourão-Júnior, C. A., Oliveira, A. O., & Faria, E. L. B. (2017). Neurociência cognitiva e desenvolvimento humano. *Temas em Educação e Saúde*, 7. URL: <https://periodicos.fclar.unesp.br/tes/article/view/9552>. Acesso 25.07.2023.
- Nogueira-de-Almeida, C. A., Ribas Filho, D., Weffort, V. R. S., Ued, F. V., Nogueira-de-Almeida, C. C. J., Nogueira, F. B., Steiner, M. L., & Fisberg, M. (2022). Primeiros 2.200 dias de vida como janela de oportunidade de atuação multidisciplinar relativa à origem desenvolvimentista de saúde e doença: posicionamento da Associação Brasileira de Nutrologia. *International Journal of Nutrology*, 15(3). doi: 10.54448/ijn22303.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (O.E.C.D) (2007). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. Paris: OECD Publ. 264p. doi: <https://doi.org/10.1787/9789264029132-en>.
- Orion, N. (2009). *Learning Progression of System Thinking Skills from K-12 in Context of Earth Systems*. In: II Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e IV Simpósio Nacional O Ensino de Geologia no Brasil, 2009. São Paulo, SP: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, USP: 1 a 5 de nov. de 2009, 722-741.
- Pereira Júnior, A. (2001). Breve histórico da neurociência cognitiva. In: Gonzalez, M. E. Q., Del-Masso, M. C. S., & Piqueira, J. R. C. (org.). *Encontro com as Ciências Cognitivas*, 3. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica. 37-46. doi: <https://doi.org/10.54448/ijn22303>.
- Sá, A. L. de, Narciso, A. L. C., & Fumiã, H. F. (2020). Neurociência cognitiva e educação: análise sobre a prevalência de neuromitos entre os docentes de Matemática e das demais áreas do conhecimento atuantes na SRE de Carangola-MG. *Educação*, 45(1) e 58, 1-25. doi: <https://doi.org/10.5902/1984644436426>.
- São Paulo. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Coordenadoria Pedagógica (Coped/Seduc). União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo (Undime). (2019). *Currículo Paulista. Etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental*. São Paulo: Seduc. 400p. URL: [https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/Curriculo\\_Paulista-etapas-Educa%C3%A7%C3%A3o-Infantil-e-Ensino-Fundamental-ISBN.pdf](https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/Curriculo_Paulista-etapas-Educa%C3%A7%C3%A3o-Infantil-e-Ensino-Fundamental-ISBN.pdf). Acesso 24.07.2023.
- São Paulo. (2021). *Resolução SEDUC 107, de 28 de outubro de 2021. Estabelece as diretrizes para organização curricular dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental da Rede Estadual de Ensino de São Paulo e dá providências correlatas*. São Paulo: Seduc. URL: <http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/RESOLU%C3%87%C3%83O%20SEDUC%20N%C2%BA%20107%20DE%2028-10-2021%202023.pdf?Time=24/07/2023%2015:20:31>. Acesso 24.07.2023.
- São Paulo. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. (2022). *Dados abertos da Educação. Adesão de escolas ao Programa de Ensino Integral (PEI)*. São Paulo: Seduc. URL: <https://dados.educacao.sp.gov.br/dataset/programa-de-ensino-integral-pei>. Acesso 24.08.2023.
- São Paulo. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. (2023). *Programa Ensino Integral (PEI) em Expansão*. São Paulo: Seduc. URL: <https://www.educacao.sp.gov.br/educacao-de-sp-anuncia-261-novas-escolas-de-tempo-integral-e-entrega-de-onibus-aos-estudantes/>. Acesso 20.08.2023.
- Simis, M. (2019). Plasticidade neuronal e neuromodulação. In: Gagliardi, R. J. & Takayanagui, O. M. (2019). *Tratado de Neurologia da Academia Brasileira de Neurologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: GEN/Guanabara Koogan. Cap. 148, 1000-1002. 1184p.
- Tedesco, J. C. (2012). *Educación y Justicia Social en América Latina*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional de San Martín. 268p.
- Torres, J. R., Moraes, E. C. & Delizoicov, D. (2008). Articulações entre a investigação temática e a abordagem relacional: uma concepção crítica das relações sociedade-natureza no currículo de ciências. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(3), 55-77.
- United Nations Children's Fund (Unicef), World Health Organization (WHO), International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. (2023). *Levels and trends in child malnutrition: UNICEF / WHO / World Bank Group Joint Child Malnutrition Estimates: Key findings of the 2023 edition*. New York: UNICEF and WHO; 2023. CC BY-NC-SA 3.0 IGO. URL: <https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2023/05/JME-2023-Levels-and-trends-in-child-malnutrition.pdf>. Acesso 27.12.2023.
- Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorelli, R., & Sachdev, H. S. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet*, 371 (9609), 340-357. (Maternal and Child Undernutrition Study Group). doi: 10.1016/S0140-6736(07)61692-4.
- Yawson, A., Amoafu, E., Senaya, L., Yawson, A. O., Aboagye, P. K., Mahama, A. B., Selenje, L., & Ngongalah, V. (2017). The lancet series nutritional interventions in Ghana: a determinants analysis approach to inform nutrition strategic planning. *BMC Nutr*, 3(27), 1-8. doi: 10.1186/s40795-017-0147-1.
- Zelalem, H., Demilew, Y. M., Dagne, S., & Dessie, A. M. (2023). Prevalence of under-nutrition and its associated factors among 6-23 months old children of employed and unemployed mothers in town kebeles of Dera district, northwest Ethiopia: a comparative cross-sectional study. *BMC Nutr*, 9(59), 1-10. doi: 10.1186/s40795-023-00713-0.
- Zoller, U., & Scholz, R. W. (2004). The HOCS Paradigm Shift from Disciplinary Knowledge (LOCS) – to interdisciplinary evaluative, system thinking (HOCS): what should it take in science-technology-environment-society oriented courses, curricula and assessment? *Londres: Water, Science and Technology*, 49(8), 27-36. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15193091/>. Acesso 24.12.2023.