

A COMPLEXIDADE E A CULTURA ESCOLAR: Aproximações Para Tratar o Tema Energia na Escola Básica

Thiago Roberto Silva Sant'Anna¹
Giselle Watanabe²
Ivã Gurgel³

RESUMO

Este artigo trata de alguns elementos discutidos pela abordagem da cultura escolar e do pensamento complexo, procurando destacar aspectos que promovam uma reflexão mais crítica acerca do trabalho em sala de aula. Metodologicamente, tomando pressupostos da Análise Textual Discursiva, identificam-se a natureza das abordagens do tema energia e elementos da complexidade nos artigos acadêmicos da área de Ensino de Ciências para, então, indicar, a partir dos referenciais teóricos sobre cultura escolar e complexidade, ações para refletir sobre o trabalho escolar. Dos resultados, salienta-se que as publicações sobre energia buscam, seja no contexto da formação de professores ou na ação destes em sala de aula, uma aproximação com temas ambientais, sociais e relacionados à saúde de forma a diminuir a fragmentação que geralmente é encontrada nas disciplinas escolares. Já os trabalhos acadêmicos acerca da complexidade apontam tanto para uma mudança de paradigma, no sentido de incorporação da perspectiva da complexidade como base do conhecimento e da linguagem escolar, quanto para uma perspectiva mais pontual de mudança. Esses apontamentos indicam potencialidades de trabalho em sala de aula que considerem uma abordagem cultural e mais complexa, refletidas em organizações temática e conceitual.

Palavras-chave: Complexidade. Cultura. Energia. Ensino de Física.

THE COMPLEXITY AND THE CULTURE: APPROACHES FOR ENERGY THEME IN THE BASIC SCHOOL

ABSTRACT

This article deals with some elements discussed by the approach of school culture and complex thinking, taking them as elements that can promote a more critical reflection about the work in the classroom. Methodologically, considering assumptions of Discursive Textual Analysis the nature of approaches to the theme of energy and elements of complexity are identified in academic articles of the Science teaching area to them indicate, also from the theoretical references on school culture and complexity, to reflect on the school work. From the results, it is pointed out that the publications on energy seek, either in the context of teacher training or in their work in the classroom, an approximation with environmental, social and health related themes in order to reduce the fragmentation that is usually found in school subjects. The academic papers on complexity points as much to a paradigm shift, in an effort to incorporate the perspective of complexity as the basis of knowledge and school language, as a more punctual perspective of change. These notes indicate potential classroom work that considers a cultural approach and more complex, reflected in thematic and conceptual organizations.

Keywords: Complexity. Culture. Energy. Physics teaching.

Recebido em: 30/3/2018

Aceito em: 5/2/2020

¹ Graduação em Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo (2012). Mestrando em Ensino de Física na UFABC (PEHCM). Professor de Física, lecionando para alunos de Ensino Médio. Possui dez anos de experiência em sala de aula lecionando física para alunos de Ensino Fundamental II, Ensino Médio e cursos pré-vestibulares. <http://lattes.cnpq.br/6045558853768561>. <https://orcid.org/0000-0003-2885-2136>. thiagosantanna@gmail.com

² Graduação em Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo (USP, 2003). Mestrado (2008) e Doutorado (2012) em Interunidades em Ensino de Ciências pela USP (2012). Pós-Doutorado pela Universidad de Sevilla/ES (2014) e pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, com visita técnica na Universitat Autònoma de Barcelona/ES e Universidad de Sevilla/ES (2019). Professora do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC. Atua na área de Ensino de Ciências/Física (ensino-aprendizagem e formação de professores) com foco nos temas: aspectos da complexidade, educação para o risco, criticidade, decrescimento e meio ambiente, e modelos metodológicos pessoais. Lidera o grupo de pesquisa GrECC (Grupo de Ensino de Ciências e suas Complexidades). <http://lattes.cnpq.br/8199192901622333>. <https://orcid.org/0000-0002-3738-7160>. giselle.watanabe@ufabc.edu.br

³ Professor no Instituto de Física da USP (Ifusp). Graduação em Licenciatura em Física (2004). Mestrado em Ciências (Modalidade Ensino de Física, 2006) e Doutorado em Educação (Modalidade Ensino de Ciências e Matemática, 2010) pela Universidade de São Paulo. Realizou estágio de Doutorado no laboratório SPHERE – Sciences, Philosophie e Histoire do CNRS-França. Tem experiência nas áreas de História da Ciência, Epistemologia e Educação, atuando, principalmente, nos seguintes temas: História da Física nos Séculos 19 e 20, História da Ciência no Brasil, Estudos Culturais da Ciência e Teorias Críticas de Currículo. É membro do Centro de História da Ciência da USP e coordena o Grupo de Teoria e História dos Conhecimentos (TeHCo) e o Acervo Histórico do Ifusp [portal.if.usp.br/tehco/]. <http://lattes.cnpq.br/2315844649289135>. <https://orcid.org/0000-0003-4968-6907>. gurgel@usp.br

Em muitas aulas da Educação Básica, influenciadas pelo positivismo e pela racionalização (especialmente na comunidade científica) desde o século 17, observa-se um ensino pautado por uma estrutura mais rígida, tanto no que se refere aos conceitos quanto às estratégias adotadas. De forma mais contundente, Pernambuco (2009) caracteriza a Física escolar como o ensino de uma ciência morta, excluindo grande parte da população que não se enquadra na forma mecânica da qual é ensinada. Sobre os saberes da Física, Menezes (2009) afirma que o ensino não acompanhou as transformações que o mundo da produção, do serviço e da cultura têm sofrido, revelando, dessa forma, o seu atraso por meio da fossilização dos conteúdos clássicos e do isolamento das outras áreas da ciência, como a Química e a Biologia.

Aproximando-se dessa ideia, Morin (2011) assevera que o conhecimento é fortemente influenciado por um *paradigma simplificador* que atinge também a escola e o conhecimento escolar. Para ele, esse paradigma coloca, de um lado, a filosofia e a pesquisa reflexiva e, de outro, a ciência e a pesquisa objetiva. Tal separação produz uma visão unidimensional dos objetos de estudo, fragmentando a realidade complexa do mundo e da sociedade. Desse ponto, Morin (2007, 2011) defende a reforma dessas estruturas epistemológicas do pensamento a partir de um *paradigma complexo e multidimensional*. Nesse sentido, parece importante que o ensino de Física dialogue com outras áreas do saber (incluindo o científico, cultural, social, econômico, etc.) e promova reflexões mais multidimensional e menos hiper-racionalista.

Sobre a organização curricular e os saberes partilhados na escola, Forquin (1993), considerando o papel de *transmissão cultural* pertinente à instituição escolar, defende que o processo educativo contribua para a formação de uma memória coletiva por meio da seleção de elementos de uma cultura universal humana que está presente de forma intrínseca na sociedade. Além disso, o autor identifica o espaço escolar como um ambiente social e, portanto, dotado de características próprias, isto é, ao mesmo tempo em que a escola reproduz certos elementos da organização cultural da sociedade, ela possui seus próprios símbolos, linguagem, hábitos, etc.; assim, é importante considerar aspectos singulares desse ambiente, como os pressupostos, valores e referenciais culturais dos professores. Nesse sentido, a escola é portadora de sua própria cultura: a *cultura escolar*.

Como alternativa a esses pressupostos, alguns autores têm defendido a organização curricular pautada em temas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; ANGOTTI, 1993; GARCÍA, 1998, 2004; GARCIA *et al.*, 2007; WATANABE, 2008, 2012; BUDREVICIUS, 2017; SANT'ANNA, 2018). De forma geral, essas propostas parecem favorecer a discussão sobre assuntos mais relevantes do ponto de vista tanto da comunidade local quanto questões mais globais, incentivando o diálogo entre diferentes áreas do saber e, portanto, aproximam o processo de ensino-aprendizagem do pensamento complexo. Dentre os temas abordados nas aulas de Física, a energia parece ganhar papel de destaque tanto nos meios de comunicação quanto em ações de cunho político e econômico, seja pela necessidade de se obter fontes mais limpas, pelos custos de geração, pelos acidentes e intempéries ambientais ou pelos riscos quando a produção envolve material radioativo, dentre outros. Pela importância do tema para a sociedade, sua abordagem no contexto escolar pode contemplar questões dessa natureza e promover uma

reflexão mais complexa sobre o tema. Isso implica, por exemplo, analisar o assunto sob diferentes pontos de vista, dando aos estudantes a oportunidade de discutirem situações complexas do seu cotidiano, pautando-se pelos conhecimentos científicos, escolares, culturais, etc.

Considerando os pressupostos destacados – necessidade de promover uma visão mais complexa de mundo levando em conta a cultura escolar e tomando o tema energia como potencializador disso –, este texto identifica a natureza das abordagens do tema energia e complexidade nos artigos acadêmicos da área de ensino de Ciências/Física para, então, tratar das abordagens da complexidade (MORIN, 2007, 2011) e da cultura (FORQUIN, 1993) como orientadoras de uma formação mais próxima do estudante. Como resultados, apresentam-se as reflexões possíveis a partir dessa leitura considerando as organizações temática e conceitual (WATANABE, 2012) do tema energia.

ELEMENTOS DA COMPLEXIDADE E DA CULTURA: Um Olhar Para as Ações na Escola

Neste item discutem-se alguns elementos da cultura e da complexidade que podem ajudar na proposição de aulas mais críticas. Do ponto de vista da cultura, Forquin (1993) salienta que a própria palavra cultura está diretamente ligada à educação, não havendo formas de desvinculá-las. A cultura é o conteúdo substancial da educação e, de forma recíproca, a educação sem a cultura perde seu sentido. Também pode-se afirmar que na educação a cultura é perpetuada. Assim, “(...) educação e cultura aparecem como as duas faces, rigorosamente recíprocas e complementares, de uma mesma realidade: uma não pode ser pensada sem a outra e toda reflexão sobre uma desemboca imediatamente na consideração da outra” (FORQUIN, 1993, p. 14). Nesse sentido, pode-se sustentar que na escola são transmitidos elementos da cultura que apresentam certa homogeneidade e que podem advir de “(...) fontes diversas, ser de épocas diferentes, obedecer a princípios de produção e lógicas de desenvolvimento heterogêneos e não recorrer aos mesmos procedimentos de legitimação” (FORQUIN, 1993, p. 15).

Diante disso, parece evidente que a transmissão cultural na escola supõe sempre um processo de seleção de certos elementos da cultura que se considera apropriado para o processo educativo, o que o autor denomina *seleção cultural escolar*. Para Forquin (1993),

A ênfase posta sobre a função de conservação e de transmissão culturais da educação não deveria impedir-nos de prestar a atenção ao fato de que toda educação, e em particular toda educação do tipo escolar, supõe na verdade uma seleção no interior da cultura e uma reelaboração dos conteúdos da cultura destinados a serem transmitidos às novas gerações (p. 14).

No que se refere à complexidade, Morin (2007, 2011) salienta que o paradigma simplificador “(...) põe ordem no universo, expulsa dele a desordem. A ordem se reduz a uma lei, a um princípio. A simplicidade vê o uno, ou múltiplo, mas não consegue ver que o uno pode ser ao mesmo tempo múltiplo. Ou o princípio da simplicidade separa o que está ligado (disjunção), ou unifica o que é diverso (redução).” (MORIN, 2007, p. 59). A partir disso, o autor propõe uma reforma do pensamento e das estruturas epistemológicas do conhecimento, apontando para o pensamento complexo. Para este autor,

A complexidade surge, é verdade, lá onde o pensamento simplificador falha, (...) Enquanto o pensamento simplificador desintegra a complexidade do real, o pensamento complexo integra o mais possível os modos simplificadores de pensar, mas recusa consequências mutiladoras, redutoras, unidimensionais e finalmente ofuscantes de uma simplificação que se considera reflexo do que há de real na realidade. (...) a ambição do pensamento complexo é dar conta das articulações entre os campos disciplinares que são desmembrados pelo pensamento disjuntivo (p. 6).

Considerar as bases do pensamento complexo (MORIN, 2007) como estrutura essencial para a educação contemporânea e transformação do espaço escolar significa, dentre outros aspectos, propor questões mais abertas e que contemplem diferentes áreas do conhecimento (conhecimento cotidiano, conhecimento científico, aspectos sociais, concepções filosóficas, etc.). Essa abordagem permite diferentes formas de se alcançar respostas, conduzindo a um pensamento multidimensional e abrangente.

O Quadro 1 sistematiza alguns elementos que orientaram as reflexões sobre cultura escolar e complexidade deste artigo.

Quadro 1 – Aspectos da cultura escolar e complexidade

	Cultura escolar	Complexidade
Escola como instituição formalmente educadora	<p>Cultura da escola: Cada escola com sua visão de mundo</p> <p>Cultura escolar: a escola constrói seu próprio conhecimento (conhecimento escolar)</p>	<p>Pensamento complexo</p> <p>Natureza própria do conhecimento escolar</p>
Organização do currículo e do trabalho em sala de aula	<p>Seleção cultural: “desmistificação” e “desnaturalização” dos conteúdos curriculares</p>	<p>Conceitos metadisciplinares</p> <p>Complexificação do conhecimento</p> <p>Enriquecimento do conhecimento cotidiano</p> <p>Problemas socioambientais</p>

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

Para este artigo, inicialmente realizou-se um levantamento dos artigos da área de Ensino de Ciências, com foco na Física, considerando as revistas de Ensino e Educação entre os anos de 2005 e 2015. Para a coleta de dados, utilizou-se o sistema de busca de cada periódico, pesquisando as palavras “energia” e “complexidade” nos títulos e resumos dos trabalhos. Os periódicos analisados foram: Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia; Ciência & Educação; Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) e Enseñanza de las Ciencias. A escolha por estas revistas foi por sua disponibilidade dos trabalhos, tomando-as como os principais espaços de divulgação das pesquisas realizadas na área. Foram encontrados 27 trabalhos sobre a temática da energia e 18 sobre complexidade, totalizando 45 trabalhos analisados.

A análise das publicações segue os pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007). A ATD é uma ferramenta de análise textual aplicada a pesquisas qualitativas, que busca aprofundar a compreensão de fenômenos complexos. Essa metodologia constitui-se em um processo *auto-organizado* a partir de um ciclo de análise composto de três elementos: *unitarização*, *categorização* e *comunicação*. Na ATD, o pesquisador é desafiado a buscar novos sentidos durante o exame dos documentos, ou seja, o caminho para o entendimento do fenômeno estudo constrói-se ao longo da análise, da qual emergirá novos entendimentos. Para a realização desse levantamento foi utilizado o método de categorização chamado indutivo, em que primeiro realizou-se a leitura dos textos componentes do *corpus*, procurando fragmentá-los em *unidades de significado*, que orientaram a elaboração das categorias emergentes, e, finalmente, orientaram a produção dos metatextos.

Os trabalhos foram organizados em tabelas e identificados a partir do sistema alfanumérico *T01E, T02E, ..., TnE*, para os trabalhos sobre energia; e *T01C, T02C, ..., TnC*, para os trabalhos sobre complexidade. A Tabela 1 (*Trabalhos sobre Energia*) e Tabela 2 (*Trabalhos sobre Complexidade*) trazem informações sobre as produções analisadas. Nelas estão identificados os trabalhos, periódicos, título das produções, autores, ano de publicação e categorias (C1, ..., C5).

Tabela 1 – Trabalhos sobre Energia

Trabalho	Periódico	Título	Autores	Ano	Categoria
T01E	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Contextualização e Visões de Ciência e Tecnologia nos Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM	MACEDO; SILVA	2010	C3 - Análise de Material Didático
T02E	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Abordagens e Reflexões Sobre o Ensino do Conceito Energia nas Transformações dos Alimentos	WIRZBICKI; ZANON	2012	C1 - Formação de Professores
T03E	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Desenvolvimento e Aprendizagem de Conceitos Biofísicoquímicos em Uma Situação de Estudo: mapa conceitual e metaconceitual como instrumentos de investigação	MALDANER; COSTA-BEBER; MACHADO	2012	C2 - Proposta de Ação
T04E	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante: análise de uma proposta contextualizada de ensino de física em um curso técnico	ARAÚJO; FORMENTON	2012	C2 - Proposta de Ação
T05E	Ciência & Educação	Um estudio sobre las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes en fuerza y movimiento	GIORGI; CONCARI; POZZO	2005	C3 - Análise de Material Didático
T06E	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	Desenvolvimento sustentável e concepções de professores de biologia em formação inicial	ARAÚJO; PEDROSA	2014	C1 - Formação de Professores
T07E	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	ENEM, temas estruturadores e conceitos unificadores no ensino de física	JOSÉ; BRAGA; NASCIMENTO; BASTOS	2014	C5 - Vestibulares e Acesso às Universidades
T08E	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas	SOUZA; JUSTI	2010	C2 - Proposta de Ação
T09E	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	A significação do conceito energia no contexto da situação de estudo alimentos: produção e consumo	BOFF; ARAÚJO	2011	C2 - Proposta de Ação

T10E	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Ensinando análise de circuitos e aprendendo conservação de energia	DIAS	2012	C2 - Proposta de Ação
T11E	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola	COSENZA; MARTINS	2013	C2 - Proposta de Ação
T12E	Enseñanza de las Ciencias	Concepciones de futuros profesores de ciencias sobre un concepto «Olvidado» en la enseñanza de la electricidad: La fuerza electromotriz	GUISASOLA; MONTERO; FERNÁNDEZ	2005	C2 - Proposta de Ação
T13E	Enseñanza de las Ciencias	ATOMISMO versus ENERGETISMO: Controvérsia científica a finales del siglo XIX	GONZÁLEZ	2006	C2 - Proposta de Ação
T14E	Enseñanza de las Ciencias	Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica	ALOMÁ; MALAVER	2007	C3 - Análise de Material Didático
T15E	Enseñanza de las Ciencias	Enfoque CTS en la Enseñanza de la Energía Nuclear: Análisis de su Tratamiento en Textos de Física y Química de la ESO	GARCÍA-CARMONA; CRIADO	2008	C3 - Análise de Material Didático
T16E	Enseñanza de las Ciencias	Análisis de los errores que presentan los libros de texto universitarios de química general al tratar la energía libre de Gibbs	QUÍLEZ	2009	C3 - Análise de Material Didático
T17E	Enseñanza de las Ciencias	La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros	AZNAR; NIETO	2009	C1 - Formação de Professores
T18E	Enseñanza de las Ciencias	¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un Centro de Educación Secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos?	GARCÍA; NAVARRO	2011	C2 - Proposta de Ação
T19E	Enseñanza de las Ciencias	El «análisis del contenido conceptual» de los currículos y programas de ciencia : una posible herramienta de mediación entre la didáctica y la enseñanza de las ciencias	KOLIOPOULOS; ADÚRIZ-BRAVO; RAVANIS	2011	C1 - Formação de Professores
T20E	Enseñanza de las Ciencias	Un módulo instruccional para un aprendizaje significativo de la energía	ZUBILLAGA; GARCÍA	2011	C2 - Proposta de Ação
T21E	Enseñanza de las Ciencias	El problema de la producción y el consumo de energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria?	GÁMEZ; RUIZ; LÓPEZ	2013	C3 - Análise de Material Didático
T22E	Enseñanza de las Ciencias	Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas	GARCÍA-CARMONA; CRIADO	2013	C2 - Proposta de Ação
T23E	Enseñanza de las Ciencias	La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato	DOMÉNECH; LIMIÑANA; MENARGUES	2013	C1 - Formação de Professores
T24E	Enseñanza de las Ciencias	Ahorrando energía en Educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza	BUENO; MORENO	2014	C2 - Proposta de Ação

Tabela 2 – Trabalhos sobre Complexidade

Trabalho	Periódico	Título	Autores	Ano	Categoria
T01C	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Complexificando o Conhecimento Cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação	SODRÉ; MATTOS	2013	C1 - Formação de Professores
T02C	Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia	Hortas Escolares: Possibilidades de Anunciar e Denunciar Invisibilidades nas Práticas Educativas sobre Alimentação e Saúde	SILVA; FONSECA; DYSARZ; REIS	2015	C2 - Proposta de Ação
T03C	Ciência & Educação	Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: atualidade do construtivismo.	QUEIROZ; BARBOSSA-LIMA	2007	C1 - Formação de Professores
T04C	Ciência & Educação	El paradigma de la complejidad en discursos sobre formación docente en ciencias	LUNA	2014	C1 - Formação de Professores
T05C	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa	BATISTA; SALVI	2006	C4 - Reflexão Teórica
T06C	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	Didactique des sciences et interactions dans la classe: quelques lignes directrices pour une analyse dynamique	BUTY; BADREDDINE; RÉGNIER	2012	C2 - Proposta de Ação
T07C	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	Paradigmas emergentes, conhecimento e meio ambiente	KEITEL; PEREIRA; BERTICELLI	2012	C4 - Reflexão Teórica
T08C	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Hortas em escolas urbanas, Complexidade e transdisciplinaridade: Contribuições para a Educação Ambiental e para a Educação em Saúde	SILVA; FONSECA	2011	C2 - Proposta de Ação
T09C	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental	PALÁCIOS; DAL'FARRA	2011	C2 - Proposta de Ação
T10C	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Educação Ambiental e Temas Controversos	RIBEIRO; KAWAMURA	2014	C4 - Reflexão Teórica
T11C	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva	WATANABE-CARAMELLO; KAWAMURA	2014	C4 - Reflexão Teórica
T12C	Enseñanza de las Ciencias	El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial de profesorado	BONIL; PUJIOL	2008	C1 - Formação de Professores
T13C	Enseñanza de las Ciencias	Orientaciones didácticas para favorecer la presencia del modelo conceptual complejo de ser vivo en la formación inicial de profesorado de educación primaria	BONIL; PUJIOL	2008	C1 - Formação de Professores
T14C	Enseñanza de las Ciencias	Educación Científica e Educación Ambiental: Un cruce fecundo	SAUVÉ	2010	C4 - Reflexão Teórica
T15C	Enseñanza de las Ciencias	Educación científica a propósito de la palabra crisis	BONIL; PUJIOL	2011	C4 - Reflexão Teórica
T16C	Enseñanza de las Ciencias	Los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en Bachillerato. Estudio de casos	ARROYO	2012	C2 - Proposta de Ação

Em um segundo momento, já em fase de reflexão a partir desses dados, propôs-se uma organização temática e conceitual (WATANABE, 2012) sobre o tema energia. A intenção com isso foi sistematizar e organizar os resultados encontrados nesta trajetória.

AS PROPOSTAS SOBRE ENERGIA E COMPLEXIDADE NAS PUBLICAÇÕES DA ÁREA

A partir da análise das produções foram obtidas as categorias: (C1) *Formação de Professores*, que analisam e discutem a relação dos temas energia e complexidade com a formação de professores, seja inicial ou continuada; (C2) *Proposta de ação*, que apresentam e discutem a aplicação de propostas de aulas e cursos sobre energia e complexidade; (C3) *Material Didático*, que examinam como os temas energia e complexidade aparecem nos livros didáticos, apostilas e materiais similares; (C4) *Reflexão Teórica*, que refletem acerca dos conceitos estruturais que envolvem a energia e a complexidade; e (C5) *Vestibulares e acesso às universidades*, que analisam de que forma os vestibulares e provas de ingresso em universidades abordam os temas energia e complexidade.

Em C1, que relaciona os temas energia e complexidade com a formação de professores, foram encontradas dez publicações, sendo cinco sobre energia e cinco sobre complexidade. Os trabalhos dessa categoria sobre energia buscam identificar (i) quais os conceitos que professores em formação, atuantes e participantes de programas de ciências consideram relevantes na abordagem desse tema em sala de aula; (ii) de que forma os professores em formação relacionam o tema com outros assuntos, como saúde, alimentação, meio ambiente e sustentabilidade; e (iii) de que modo o contexto de formação de professores pode colaborar para que as aulas de ciências favoreçam o desenvolvimento humano e social dos estudantes. Quanto às produções acerca da complexidade, nota-se preocupação em identificar parâmetros desse paradigma que contribuam para a formação de professores e para o Ensino de Ciências. Isso ocorre seja (i) apresentando pesquisas em cursos de formação de professores; ou (ii) analisando documentos e ensaios sobre a complexidade.

Em C2, que trata das pesquisas centradas na prática e ação dos docentes, foram encontrados 20 trabalhos, sendo 14 sobre energia e 6 sobre complexidade. Os trabalhos sobre energia, nessa categoria, tratam dos diferentes níveis de ensino, buscando (i) a contextualização, (ii) a sua relação com diferentes metodologias; e (iii) a sua interlocução com os outros saberes disciplinares. Os artigos sobre a complexidade buscam, principalmente, identificar temas que contribuam para um ensino pautado por esse paradigma, com ênfase na educação ambiental e na educação em saúde. A complexidade nesses trabalhos, preocupados com as questões que fazem parte do cotidiano da sociedade contemporânea, tem levado alguns autores a refletir sobre como esse paradigma está ou deve estar presente na escola.

Em C3, que trata dos materiais didáticos, foram encontrados seis artigos voltados exclusivamente para o tema da energia. Os trabalhos dessa categoria investigam (i) como assuntos específicos são abordados nos materiais didáticos; (ii) se há erros conceituais nos materiais didáticos; e (iii) como se dá a contextualização da energia nos materiais didáticos. As pesquisas foram realizadas tanto com livros quanto materiais didáticos do Ensino Médio e Ensino Superior.

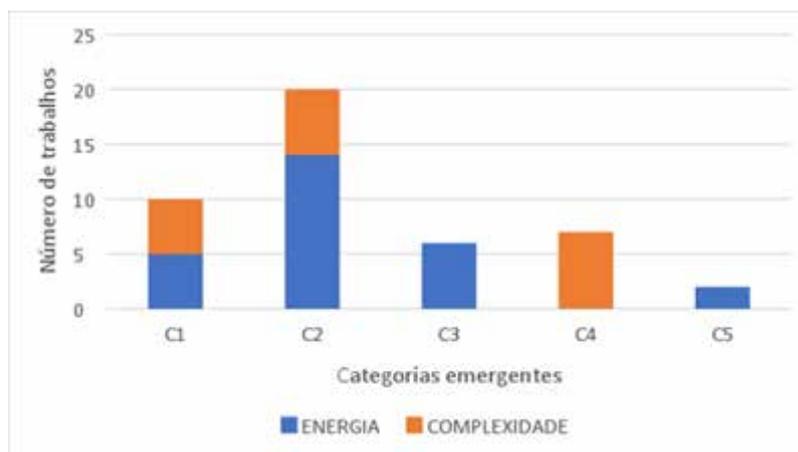
Em C4 foram encontrados sete trabalhos que tratam exclusivamente do tema da complexidade. Essa categoria apresenta considerações e discussões sobre conceitos estruturantes e bases epistemológicas desse paradigma, ou seja, os trabalhos buscam

apresentar conceitos que pautam o pensamento complexo e como esses conceitos são importantes para o desenvolvimento de uma nova visão do mundo e de construção do conhecimento. Assim, para os autores desses artigos, o determinismo e a fragmentação do conhecimento científico, presentes no pensamento moderno, somados à separação entre homem e natureza, estão no cerne dos grandes problemas socioambientais enfrentados atualmente.

Em C5, como pode ser observado no Gráfico 1, foram encontrados dois artigos exclusivamente sobre o tema energia. O tema aparece em provas de acesso às universidades, servindo mais como um assunto que pode relacionar os conhecimentos disciplinares e contextualizar o trabalho em sala de aula. Dos trabalhos encontrados, um deles refere-se ao ensino brasileiro e outro ao contexto de ensino espanhol.

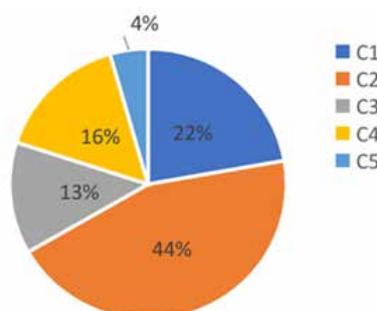
Uma análise mais geral (Gráfico 1) mostra que há uma concentração de trabalhos em C2, em contraposição àqueles voltados ao ingresso ao Ensino Superior (C5).

Gráfico 1 – Trabalhos sobre energia e complexidade identificados nas categorias



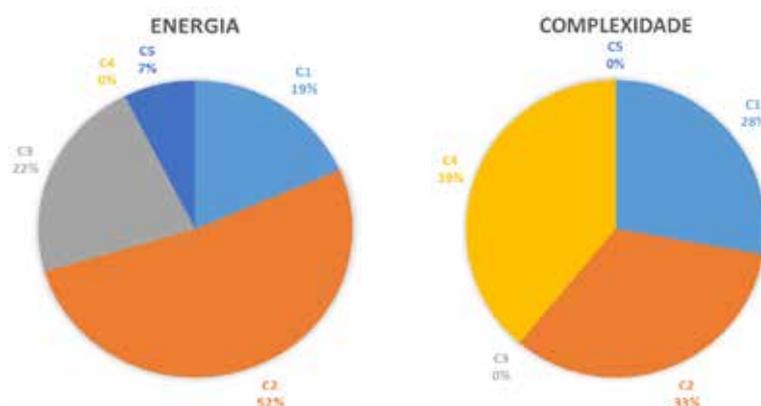
Nota-se também que praticamente dois terços dos trabalhos (66%) estão voltados para a prática docente (C1) e aplicação de abordagens distintas sobre os temas pesquisados no contexto de sala de aula (C2), tal como mostrado no Gráfico 2. Comparando o número de publicações presentes em C2 com os demais trabalhos publicados no período analisado, percebe-se o dobro de produções em relação a C1. Isso, de certo modo, reflete a preocupação dos pesquisadores com o contexto de sala de aula e, por outro lado, as tentativas de propor ações que atinjam um tema que habitualmente/tradicionalmente é abordado nos currículos escolares.

Gráfico 2 – Porcentagem de trabalhos nas respectivas categorias



Outra análise possível a partir desse contexto está presente no Gráfico 3 e no Gráfico 4, em que as categorias emergentes são separadas a partir dos temas pesquisados. Sobre a temática energia, nota-se que mais da metade dos trabalhos tratam sobre perspectivas de aplicação do tema em sala de aula (C2), enquanto os trabalhos sobre a complexidade apresentam uma distribuição mais uniforme entre as categorias emergentes C1, C2 e C4, que abordam, respectivamente, as perspectivas da formação de professores, de propostas de aplicação do tema em sala de aula e reflexões teóricas sobre o paradigma e a educação.

Gráfico 3 – Trabalhos sobre energia e complexidade



Algumas categorias não foram encontradas ao se analisar apenas um dos temas pesquisados. Assim, por exemplo, considerando o tema energia, não há nenhum trabalho em C4, enquanto nas publicações sobre complexidade não comparecem trabalhos em C3 e C5. Uma das hipóteses da ausência da complexidade em C3 e C5 está na abordagem mais contemporânea desse paradigma, o que leva à dificuldade de produção de materiais para discussão em sala de aula e, certamente, reflete-se na cobrança em exames pós Ensino Médio. Por outro lado, a sua presença intensa em C4 mostra a preocupação da área em abordar a questão do pensamento complexo visando, como defendido por alguns autores, à mudança efetiva de paradigma. No caso da energia, a ausência de produções em C4 pode indicar um cenário mais estável em comparação com a complexidade, ou seja, há certa consolidação das ideias acerca desse tema. Embora alguns conceitos sobre energia ainda estejam em evolução, principalmente na área de Física de Partículas e Astrofísica, não parece ser uma preocupação tão intensa da área. Por outro lado, constata-se que o tema energia possui relevância no cenário das pesquisas voltadas para a educação, principalmente em trabalhos direcionados para a prática docente e para a ministração de aulas (C2). Esses trabalhos buscam trazer a esse tema maior contextualização, diferentes metodologias e promover sua interlocução com os outros saberes disciplinares.

O TEMA ENERGIA ORIENTADO POR ALGUNS ELEMENTOS DA CULTURA E DA COMPLEXIDADE

O tema energia, a partir das análises das produções e das intencionalidades dos autores, nos indica que é possível promover uma aproximação das questões socioambientais contemporâneas, potencializando a mudança de comportamento ante os de-

safios encontrados pelos estudantes, seja em escala local ou global. Além disso, esse levantamento revelou que há uma carência nas produções da área sobre organizações e propostas curriculares pautadas em um pensamento mais crítico e complexo.

A partir do Quadro 1, a complexidade e a cultura no contexto escolar apontam para dois aspectos principais. O primeiro desses aspectos diz respeito ao papel da escola como instituição formalmente educadora. A escola, enquanto um espaço de produção de conhecimento, gera/fomenta/promove um conhecimento de natureza própria e que deve assegurar ao indivíduo o desenvolvimento intelectual e pessoal que lhe capacite viver em sociedade. Nesse sentido, o conhecimento escolar deve colocar os indivíduos em contato com certos elementos culturais que sejam significativos para o processo de ensino pretendido (FORQUIN, 1993) e, por isso, é importante considerar a cultura da escola e da comunidade local a fim de que esses elementos culturais passem a ter mais significado e coerência com a realidade em que a escola está inserida. Além disso, é importante considerar as bases de um pensamento complexo (MORIN, 2007) como estrutura essencial para a educação contemporânea e transformação do espaço escolar

Outro aspecto importante para a produção de uma proposta coerente com o discurso apresentado até aqui está relacionado à organização curricular e ao trabalho em sala de aula. Nesse sentido, defende-se o currículo considerando propostas que promovam aspectos da *complexificação do conhecimento escolar* (GARCIA, 1998, 2004), trazendo elementos da cultura e do cotidiano do aluno, articulados com o conhecimento científico escolar e outras formas de conhecimento. Nesse cenário, o conhecimento escolar é construído/enriquecido gradualmente, partindo de situações cotidianas e locais e buscando alcançar formas mais complexas, superando limitações próprias do conhecimento cotidiano ao invés de substituí-lo por um conhecimento estritamente científico.

Ao considerar esse modelo de construção do conhecimento escolar, é importante reconsiderar alguns aspectos da organização curricular, pois uma estrutura pautada somente pelos saberes científicos e sem conexão entre os diversos tipos de conhecimento poderá proporcionar um distanciamento entre os conhecimentos cotidiano e científico, além do próprio distanciamento entre escola e sociedade (FORQUIN, 1993).

Essas considerações implicam, por exemplo, analisar o assunto sob diferentes pontos de vista, dando aos alunos a oportunidade de discutirem situações complexas do seu cotidiano, pautando-se pelos conhecimentos científicos, culturais, etc. Nesse sentido, há de se levar em conta uma outra visão de mundo para tratar o tema, propondo situações que contemplem questões mais abertas e complexas e que sejam pertinentes às demandas sociais e, dessa forma, contribuam para que a escola cumpra seu papel na transmissão cultural e transformação social, tal como já destacaram Forquin (1993) e Morin (2007, 2011).

Salienta-se que o trabalho com o tema requer que outra forma de organização curricular seja proposta. Nesse sentido, e como forma de sistematizar parte dos dados coletados, sugerimos pensar em uma estrutura (Figuras 1 e 2), já identificada como organização temática e conceitual (WATANABE, 2012) para a energia.

Figura 1 – Organização temática da energia



Para a produção da organização temática (Figura 1) os assuntos foram separados em quatro categorias: (1) Sociedade, (2) Meio Ambiente, (3) Marcos Históricos e (4) Seres Vivos, que relacionam, respectivamente, a energia com questões sociais e ambientais, desenvolvimento histórico-tecnológico e com a formação e manutenção da vida. Nota-se que nessa organização os conceitos não aparecem, somente os assuntos que permeiam o tema, destacando as questões que podem ser abordadas em sala de aula, enriquecendo as discussões sobre o tema.

Figura 2 – Organização conceitual da energia



Na organização conceitual (Figura 2), dividiu-se os conceitos em categorias e subcategorias. Uma primeira categorização indica quatro grandes assuntos: Tipos de Energia, Fontes de Energia, Conservação/Não Conservação da Energia e Potência e Fluxo de Energia. Nessa organização, porém, os conceitos não formam categorias individuais ou isoladas, mas categorias que se comunicam, entrelaçam, evidenciando a pluralidade de percursos que o tema comporta. Ainda que seja possível agrupar alguns conceitos sob uma categoria de forma bem definida, existem outros que se relacionam com muitas categorias. Conceitos como radiação, ou rendimento, podem ser associados a vários outros conceitos, permitindo que sua abordagem possa ser diferente dependendo das relações enfatizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das publicações mostra que os trabalhos sobre o tema energia possuem grande relevância para a comunidade escolar, o que permite a abordagem de questões mais atuais e relevantes para a sociedade, fazendo, quando possível, parte do cotidiano dos alunos. A pesquisa mostrou que há uma preocupação da área com a abordagem que é realizada na escola, de forma que a maioria dos trabalhos sobre energia buscam, seja no contexto da formação de professores ou na ação destes em sala de aula, a aproximação com temas ambientais, sociais e relacionados à saúde. Já os trabalhos analisados acerca da complexidade apontam tanto para uma mudança de paradigma, no sentido de incorporação da perspectiva da complexidade como base do conhecimento escolar e linguagem escolar para se tratar temas complexos, quanto a uma perspectiva mais pontual de mudança, buscando, por exemplo, propor ações que levem ao pensamento complexo.

Do nosso ponto de vista, parece importante levar às escolas questões que articulem mais adequadamente a perspectiva da complexidade e da cultura com temas presentes na realidade do aluno, especialmente envolvendo o tema energia. Para isso, nos parece essencial identificar a cultura escolar e os saberes que se constroem na escola, tornando-os elementos orientadores de qualquer proposta que tenha a pretensão de propor uma formação mais complexa.

Acreditamos que ao levar para as escolas assuntos interligados, ou seja, mostrar as relações possíveis, tal como apresentado nas Figuras 1 e 2, é possível tratar os temas de forma mais complexa e abrangente. Há, nesse sentido, a possibilidade de que outros elementos da realidade escolar sejam incorporados nas aulas de Ciências e, com isso, promover um ensino mais crítico.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. P. Conceitos unificadores e ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 15, n. 1 a 4, 1993.
- BUDREVICIUS, T. R. *O tema água para discutir a física no Ensino Médio: um percurso temático na perspectiva freireana*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- FORQUIN, J. C. *Teoria e educação*. Porto Alegre: Ed. Panorâmica, 1992.

- FORQUIN, J. C. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 2011.
- GARCÍA, J. E. A natureza do conhecimento escolar: transição do cotidiano para o científico ou do simples para o complexo? In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, J. (org). *Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança*. São Paulo: Ática, 1998.
- GARCÍA, J. E. *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. 1ª ed. Espanha: Díada Editora S. L., 2004.
- GARCÍA, J. E.; RODRÍGUEZ, F.; SOLÍS, M. C.; BALLEÑILLA, F. Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela*, Espanha, n. 63, p. 29-46, 2007.
- MENEZES, L. C. de. Ensino de Física: reforma ou revolução. In: MARTINS, A. F. P. *Física ainda é cultura?* São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009. p. 26-45.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2007.
- MORIN, E. *Sete saberes necessários à educação do futuro*. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 2011.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A. Escola hoje e o ensino de física. In: MARTINS, A. F. P. *Física ainda é cultura?* São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009. p. 97-112.
- SANT'ANNA, T. *Uma proposta de aula sobre o tema energia: articulações possíveis entre elementos da cultura escolar e do conhecimento escolar complexificado*. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática, Santo André, SP, 2018.
- WATANABE, G. *Elementos para uma abordagem temática: a questão das águas e sua complexidade*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ifusp, São Paulo, 2008.
- WATANABE, G. *Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental*. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ifusp, São Paulo, 2012.