

# CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR CIENTÍFICO NA PERSPECTIVA DA COMPLEXIDADE

Fernanda da Rocha Carvalho  
*Programa Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática/ UFABC*  
carvalho.fernanda@ufabc.edu.br

Giselle Watanabe  
*Centro de Ciências Naturais e Humanas/ Universidade Federal do ABC*  
giselle.watanabe@ufabc.edu.br

Fátima Rodríguez-Marín  
*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Sevilla*  
frondmar@us.es

**RESUMO:** A escola também é um espaço para o desenvolvimento social, político, cultural, entre outros, visto seu potencial em formar cidadãos mais críticos, que pode atuar e transformar seu meio. Para isso, o conhecimento escolar científico a ser produzido requer uma aproximação da realidade discente e de seu mundo, o que, de certo, vai ao encontro de um ensino pautado na perspectiva mais complexa. Com o intuito de contribuir na promoção desse tipo de formação, esse trabalho investiga os argumentos que os alunos vão construindo ao longo de aulas de Física voltadas à problemática do Aquecimento Global. O objetivo é identificar alguns elementos que caracterizam o nível de complexidade nas ideias produzidas ao longo das aulas. Metodologicamente, a pesquisa acompanha e analisa a construção dos argumentos dos alunos durante vinte aulas, procurando apontar seus desenvolvimentos através da produção escrita. Dos resultados, foi possível identificar aspectos que mostram que a construção do conhecimento escolar é altamente dinâmica e flexível, visto que as ideias são construídas e desconstruídas ao longo da pesquisa, partindo de níveis de complexidade mais baixos e alcançando níveis mais altos ou se estabelecendo em níveis intermediários.

**PALAVRAS CHAVE:** ensino de física, conhecimento escolar, complexidade, meio ambiente

**OBJETIVOS:** Esse trabalho tem como objetivo analisar os argumentos dos alunos, obtidos a partir de proposta acerca do Aquecimento Global (AG) nas aulas de Física. A pesquisa concentrou-se em identificar elementos que apontam para a construção do conhecimento escolar mais complexificado.

## MARCO TEÓRICO

No cenário da educação, a necessidade de discutir os assuntos relacionados à construção do conhecimento escolar também recai na busca por reflexões acerca de uma formação capaz reconhecer e lidar com os problemas reais, enfrentados pela sociedade. Desta forma, o desenvolvimento do conhecimento no ambiente escolar deve estabelecer relações sociais, culturais e históricas, promovendo uma for-

mação mais crítica e complexa. Para Watanabe e Kawamura (2014) a Educação Ambiental (EA) pode proporcionar uma formação que vai além da reprodução dos discursos presentes nos livros didáticos, jornais e revistas; que no geral, são pautados em discursos simplificadores.

A EA traz uma preocupação com a forma de agir e lidar com o meio em transformação, nesse sentido, Guimarães (2008) destaca que a EA, do ponto de vista da criticidade, deve ser trabalhada de forma que o aluno compreenda os processos que influenciam nos problemas ambientais. Assim, educação não pode ser tratada como algo neutro e isolado, mas requer uma abordagem que envolva as relações sociais. O autor defende que a produção do conhecimento deve ser constituída por movimentos e interações entre o indivíduo e a sociedade, de forma que a escola exerce uma função fundamental nessa relação através dos elementos que vão constituir seu currículo.

Quanto à complexidade, refere-se à uma reorganização do saber e uma nova forma de atuar e tratar os problemas ambientais. Para Garcia (1998) a EA deve considerar o rompimento de uma visão de mundo estático e simplista, em contraposição a uma nova visão dinâmica e articulada com outras esferas do conhecimento. O autor argumenta que o desenvolvimento de uma EA nessa perspectiva deve promover uma formação cultural que trata das questões voltadas ao meio ambiente com base na ética ambiental e nas habilidades em resolver e solucionar problemas. Segundo o autor:

O conteúdo de Educação Ambiental deve ser um meio para promover uma cultura alternativa do modelo social dominante. Uma cultura que integra, de forma equilibrada, a concepção sistêmica do meio, da ética ambiental e da capacidade de resolver problemas socioambientais. Uma cultura que leva em conta as contribuições das ciências – da ciência da natureza e da ciência sociais - e dos aspectos ideológicos (García, 2004. p. 197)

Desta forma, a EA não tem a função de desenvolver determinados hábitos ambientalistas, mas proporcionar uma mudança de pensamento e conduta, que permite mostrar aos alunos que não existe uma verdade absoluta sobre a preservação do meio ambiente ou a resolução dos problemas, mas uma verdade relativa que pode ser construída e reconstruída. Assim, o desenvolvimento de um conhecimento aberto, dinâmico e integrado possibilita a formação de um cidadão capaz de se tornar consciente e responsável, criando seu próprio saber do mundo.

Além de compreender a complexidade incorporada nos discursos sobre Educação, também é essencial para esse trabalho analisá-lo do ponto de vista do processo ensino-aprendizagem. Nesse caso, é fundamental refletir acerca dos elementos que caracterizam o conhecimento escolar, de forma que seja possível reconhecê-lo. Uma primeira aproximação a isso é a percepção de que o conhecimento escolar é enriquecido pelo conhecimento cotidiano e sofre influencia do conhecimento científico, entre as diferentes formas de conhecimento (García, 1998). Para o autor existe a possibilidade de passar de conhecimento para outra forma de conhecimento (escolar, cotidiano e científico), sendo uma interação contínua. Assim, a transição dos conhecimentos cotidiano e científico gera a promoção do conhecimento escolar. Embora, o conhecimento escolar seja algo particular de cada contexto escolar, constitui-se de ideias abertas e evolui conjuntamente no tempo, o que significa que não existe apenas um único conhecimento escolar. Nessa linha, Carvalho e Watanabe (2016) salientam que o conhecimento escolar, desenvolvido no contexto escolar, não se estabelece de forma contínua e sequencial, pois os alunos seguem uma evolução dentro do seu tempo, ou seja, suas ideias são organizadas ou reconstruídas constantemente ao longo da proposta. Assim, não se trata de um processo uniforme com a incorporação de elementos, mas as ideias dos alunos vão se estabelecendo, de forma dinâmica e ativa, ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

## METODOLOGIA

Os dados foram obtidos a partir das produções escritas dos alunos sobre a questão: “A Terra está esquentando? Como saber?”. Ao longo de 20 aulas de Física para 3º ano do Ensino Médio (EM) em uma escola pública brasileira, os alunos responderam a essa mesma questão em quatro momentos distintos, podendo modificar ou complementar suas ideias. As aulas trataram dos assuntos voltados aos erros e incertezas na leitura dos termômetros; discussão sobre calor, temperatura, fluxo de energia e equilíbrio dinâmico; e uma abordagem acerca das ações que podem contribuir para mudança de postura dos alunos na sociedade. Nota-se que nessa proposta o conhecimento escolar científico foi se desenvolvendo a cada aula e as concepções puderam ser alteradas durante o processo. Para esse trabalho optou-se por analisar cuidadosamente as produções de apenas três alunos (A1, A2 e A3). Salienta-se que esse trabalho faz parte de uma pesquisa de mestrado que procurou identificar os principais níveis de transição de quarenta alunos participantes.

A análise dos dados foi desenvolvida a partir das *hipóteses de transição* (Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo e García, 2014) encontradas nos argumentos dos alunos, e a interpretação realizada por meio da Análise Textual Discursiva (Morales e Galiuzzi, 2007). Vale destacar que as hipóteses de transição é uma ferramenta metodológica que auxiliam na identificação das ideias dos alunos, contribuindo para a compreensão dos argumentos construído ou reorganizado nas explicações ao longo das aulas, representando os ‘caminhos trilhados’ cada vez mais complexificado, o que significa sair da categoria do conhecimento cotidiano (CC), menos complexificado, para a categoria do conhecimento escolar complexificado 1, 2 ou 3 (CEC1, CEC2 ou CEC3) mais complexificada. O Quadro 1 apresenta as hipóteses de transição encontradas nos argumentos dos alunos, identificados como A, B, C...H. Cada uma dessas letras representa ideias ou conceitos que foram obtidos a partir das respostas e que fazem parte da categoria centrais supracitadas (CC, CEC1, CEC2 e CEC3).

Quadro 1.  
categorias centrais e hipóteses de transição

<i>Hipóteses de Transição</i>	<i>Categoria</i>
Hipóteses de Transição A – Vinculada ao discurso presente nos meios de comunicação/ mídia. Exemplos: jornais, sites, TV etc.	(CC)
Hipóteses de Transição B – Apontam para as sensações térmicas. Exemplos: sentir, perceber, ver etc.	
Hipóteses de Transição C – Discurso voltado aos fenômenos naturais. Exemplos: Alterações/ mudanças climáticas, aumento do nível do mar, desmatamento, queimadas etc.	
Hipóteses de Transição D - Questionam os discursos presentes meios de comunicação/ mídia. Exemplos: Informações alarmantes abordadas em jornais, sites, programas de TV etc.	(CEC1)
Hipóteses de Transição E- Respostas baseadas nos conteúdos conceituais da Física. Exemplos: Equilíbrio dinâmico, tempo de residência, efeito estufa, sistema aberto etc.	
Hipóteses de Transição F – Perspectiva cética: salientam que o AG é causado por ações antrópicas e pela dinâmica da própria natureza, incorporando argumento de incerteza. Exemplos: Presença de outras variáveis influenciam a dinâmica do planeta, ciclo natural do planeta, etc.	(CEC2)
Hipóteses de Transição G – Perspectiva ortodoxa: salienta que o AG é causado quase que exclusivamente pela ação humana. Exemplos: Emissão de gases poluentes, interferência da ação humana, excesso de indústrias e carros etc.	
Hipóteses de Transição H - Tratam das possíveis mudanças de posturas, visando incorporar ações e atitudes de preservação da natureza, junto a questões da sustentabilidade. Discute-se a questão do Ser e do Ter. Exemplos: Consumo exagerados, descarte inadequado de materiais, acúmulo de lixo etc.	(CEC3)

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

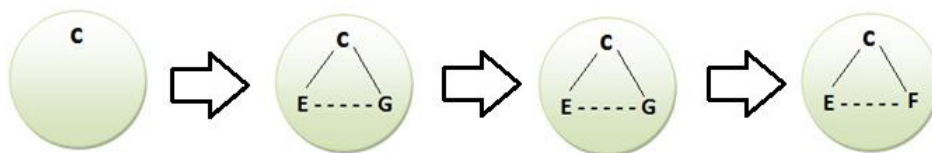
Os diagramas que seguem referem-se às possíveis construções do conhecimento escolar complexificado organizado pelos alunos. Para nós esse processo é dinâmico, portanto, eles apenas dão indícios de como a formulação de seus posicionamentos foram construídos ao longo das intervenções em sala de aula.

### Construção do conhecimento escolar de A01

No primeiro momento da coleta de dados, em A01 nota-se que seu argumento corresponde a Hipótese de transição C, pautando-se na observação dos fenômenos da natureza. O aluno cita o derretimento das geleiras e as queimadas como exemplos do aquecimento da Terra. No segundo momento, encontra-se na Hipótese de transição E, isso ocorre ao mencionar conteúdos conceituais da Ciência tais como o equilíbrio dinâmico. A resposta também aponta para um discurso embasado em uma visão ortodoxa, que o leva à Hipótese de transição G. Salienta-se que para representar essa relação foram utilizadas linhas pontilhadas, pois tal argumento aponta para uma ligação fraca frente ao uso de justificativas pautadas na perspectiva do conhecimento da Ciência. No terceiro momento, o aluno permanece na mesma categoria (CEC1), pois não houve incorporação de outros elementos para balizar seus argumentos. No quarto momento, A01 se aproxima do discurso presente na Hipótese de transição F, essa hipótese trata de uma visão cética acerca do AG. Em sua resposta é possível identificar elementos que levam às questões da incerteza. Vale destacar que nessa hipótese os conteúdos conceituais estão presentes; mas no caso de A01 essa relação é fraca, o que justifica a ligação tracejada. O diagrama a seguir indica tal condição de A01.

Diagrama A01.

Construção do conhecimento escolar de A01 a partir de suas hipóteses de transição.

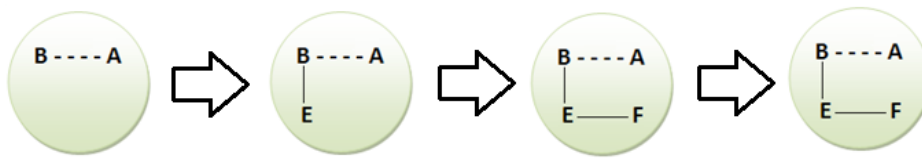


### Construção do conhecimento escolar de A02

No primeiro momento, A02 está tanto na Hipótese de transição B quanto A, visto que traz discursos pautados na sensação térmica justificado com as informações observadas nos meios de comunicação, ainda que apareçam de forma indireta nesse primeiro momento. No segundo momento, A02 incorpora em sua escrita aspectos mais próximos de um conhecimento escolar científico, tais como tempo de residência e fluxo de “calor”, incorporando a Hipótese de transição E. No terceiro momento, sistematiza suas ideias utilizando elementos presentes na Hipótese de transição F, quando pauta-se em uma visão cética frente à problemática socioambiental e; no último momento, repete as ideias já construídas anteriormente, sem incorporar elementos de outros níveis do conhecimento (CEC3). O diagrama a seguir indica tal condição de A02.

Diagrama A02.

Construção do conhecimento escolar de A02 a partir de suas hipóteses de transição.



### Construção do conhecimento escolar de A03

No primeiro momento, os argumentos de A03 referem-se à Hipótese de transição A ao utilizar os meios de comunicação como base para sua resposta; e a Hipótese de transição C ao citar os fenômenos que ocorrem na natureza como, por exemplo, derretimento das geleiras e desmatamento das árvores. No segundo momento, A03 pauta sua resposta na Hipótese de transição E utilizando conceitos da Física, tais como: equilíbrio dinâmico e tempo de residência dos gases na atmosfera. No terceiro momento, continua baseando-se nos elementos da Ciência para justificar seu posicionamento, tais como: tempo de residência dos gases na atmosfera (Física) e desenvolvimento da espécie humana no planeta (aspectos biológicos). Nesse sentido, encontra-se a Hipótese de transição E. No último momento, apresenta argumentos que o leva à Hipótese de transição H. Exemplo disso ocorre ao mencionar os problemas do consumo exagerado. Nota-se que esse posicionamento se fortalece ao mencionar, no primeiro momento, os problemas do desmatamento. Com isso, é possível identificar uma ligação forte entre a Hipótese de transição H e C. O diagrama a seguir indica tal condição de A03.

Diagrama A03.

Construção do conhecimento escolar de A03 a partir de suas hipóteses de transição.



Em suma, podemos dizer que, embora o A01 tenha participado integralmente da proposta de aulas, ele alcançou somente CEC1, por meio de uma estruturação forte, e parece estar próximo de construir relações com os argumentos presentes em CEC2 estabelecido nesse momento por uma ligação fraca. Nesse caso, pode-se considerar que o A01 está em fase de transição, podendo construir um posicionamento mais crítico e complexo em um futuro próximo. Já o A02 traz em seu argumento elementos para compreender a questão do AG, dessa forma, seu posicionamento acerca do fenômeno apresenta uma estabilidade, no momento da análise, voltado para o CEC2. O diagrama do A03 demonstra que o aluno alcançou o CEC3. Suas respostas incorporam mais elementos da complexidade quando comparado com os alunos analisados anteriormente, em especial, ao identificar a necessidade de aproximar o conhecimento cotidiano com as questões de natureza científica, social, política, econômicas e culturais. Isso também pode ser observado quando o aluno aponta nos seus argumentos a Hipótese de transição H, que está pautado nas questões das incertezas e nas possíveis mudanças de postura e hábitos, como por exemplos “a extração de materiais vem ocorrendo sempre para suprir o consumo da sociedade”.

## CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

A partir das análises dos percursos de aprendizagem foi possível notar que as hipóteses de transição dão fortes indícios de que o conhecimento escolar não se constrói linearmente, mas se trata de um processo dinâmico e complexo de incorporação de ideias que vão se estabelecendo ao longo do processo ensino-aprendizagem. Para García (2004) a construção do conhecimento escolar deve ser um processo social, baseado na interação. Assim, não deve limitar-se a reprodução de informações, mas mediar de forma contextualizada as reflexões acerca das questões socioambientais. Essa forma de lidar com a questão contribui para a construção da autonomia do aluno, possibilitando o desenvolvimento de um pensamento mais complexo (MORIN, 2002) e crítico (GUIMARÃES, 2008).

Para García (1998) o conhecimento cotidiano dos indivíduos sofrem modificações ao ter contato com o conhecimento escolar, tornando-se mais complexo. Isso ocorre ao incorporar elementos de outras esferas do conhecimento, como o científico. Para isso, o conhecimento escolar tem que ser dinâmico ao sistema, ou seja, interagir entre si e com outras esferas do conhecimento gerando diferentes níveis/formas de organização. Nos alunos pesquisados foi possível notar que suas ideias evoluíram dinamicamente, por exemplo, ao avançar para CEC2 e retornar para o CEC1; ou partir de CC e alcançar CEC3; ou ainda permanecer em alguma hipótese que seja confortável para ele em determinado momento do processo ensino-aprendizagem. Essa perspectiva dinâmica e complexa da aprendizagem mostra que os alunos não seguem um percurso único e crescente, mas que a construção do conhecimento tem um caráter muito mais aberto e flexível, admitindo a diversidade individual e coletiva, local e global.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA. PCNs+ ENSINO MÉDIO (1999). *Brasília: MEC*
- BRASIL. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. (2002). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. *Brasília: MEC.*
- BECK, U. (2010). Sociedade de Risco. *Editora 34.*
- CARVALHO, F. R; WATANABE, G. (2016). Uma proposta para identificar elementos da complexidade nos argumentos dos alunos. *Encontro de Física – EPEF.*
- GARCÍA, J. E. (1998) Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares. *Espanha: Díada Editora.*
- (2004). Educación ambiental, constructivismo y complejidad. Série Fundamental, n21. *Espanha: Díada Editora.*
- GUIMARÃES, M. (2008). Caminhos da educação ambiental: da forma a ação. Campinas, SP. 3ª edição.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. (2007) Análise Textual Discursiva. Ijuí, Editora Unijuí.
- RODRÍGUEZ-MARÍN, F; FERNÁNDEZ-ARROYO, J. Y GARCÍA, J.E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32 (3), 303-318
- WATANABE-CARAMELLO, G; KAWAMURA, M. R. (2014). Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Vol. 14, No. 2.