

Contributos do Pensamento de Edgar Morin para o Ensino de Ciência do Sistema Terra numa Abordagem Complexa

Joseli M. PIRANHA

Departamento de Química e Ciências Ambientais, UNESP – Universidade Estadual Paulista
São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil

Luis MARQUES

Departamento de Educação, Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal

João PRAIA

Departamento de Educação, Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal

Idália Sá CHAVES

Departamento de Educação, Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal

RESUMO

Este trabalho resulta de uma investigação desenvolvida no âmbito da Educação em Ciência, que visou aprofundar e explicitar o conhecimento acerca da relação entre o Ensino de Ciência do Sistema Terra (ECST) e o pensamento complexo (PC).

Partindo de um estudo conceptual foram elaborados referenciais teóricos, orientadores do desenvolvimento de estratégias didáticas. A este, seguiu-se um trabalho de carácter empírico, usando uma metodologia de investigação-ação, onde estas estratégias se integraram na planificação de aulas, que foram lecionadas em duas escolas portuguesas, para alunos do ensino secundário.

A aplicação e avaliação de práticas letivas e respectivos materiais curriculares, permite concluir que o ECST perspectivado pelo PC configura-se forte promotor de concepções e de práticas de ensino de Ciências mais coerentes com essa fenomenologia e mais pertinentes do ponto de vista da inovação didáctica.

Palavras-Chave: Ensino de Ciência do Sistema Terra, Complexidade, Cidadania planetária, Trabalhos de campo e Interdisciplinaridade.

1. INTRODUÇÃO

Em consonância com programas de organismos internacionais para educação científica e de popularização dos conhecimentos do planeta Terra, por uma cultura de sustentabilidade [24, 25, 08] a investigação emerge do interesse por contribuir para o desenvolvimento de uma Educação compromissada com a sustentabilidade da Vida, a ética e a formação do cidadão.

Valendo-se da condição holística, histórica e sistêmica que a Ciência do Sistema Terra agrega, o estudo dedica-se a

estabelecer articulações entre o ensino de Ciência do Sistema Terra e o pensamento filosófico de Edgar Morin. Partindo do propósito de compreender e explorar a dimensão filosófica, assente na Teoria da Complexidade, objetiva-se valorizá-la por um ensino mais integrador, que possa contribuir para uma educação diferenciada.

Nesta comunicação, objetiva-se apresentar linhas gerais do desenvolvimento da investigação realizada e dos resultados alcançados.

2. ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL

A Geologia, definida como campo do conhecimento humano a partir dos trabalhos de Georg Agricola (1494-1555), Nicolaus Steno (1638-1686), James Hutton (1726-1797) e Charles Lyell (1797-1875), alcançou ao longo do tempo o status de ramo da Ciência.

A fragmentação analítica dos saberes, indutora de uma lógica organizacional de conhecimentos isolados segundo áreas disciplinares, refletiu-se nas terminologias sucessivamente empregadas para descrever os conhecimentos acerca do planeta. Daí os termos Geologia (do grego γη- (ge-, "a terra") e λογος (logos, "palavra", "razão"), Ciência(s) da Terra e, ainda, Geociências, que espelham a capacidade humana de perceber o conhecimento e organizá-lo.

Alguns destes termos registram uma representação holística [1], concebida para o carácter hologramático que o conhecimento relativo ao planeta comporta. Nesse sentido englobam (agregam) várias áreas afetas ao conhecimento do planeta, seus materiais constituintes, processos e história.

O desenvolvimento da ciência, evoluindo no campo da teoria de sistemas, trouxe novos olhares para a Ciência da Terra, permitindo reconhecer o planeta como um sistema, cujos constituintes se organizam e diferenciam em subsistemas [26, 07, 22, 12].

A Ciência da Terra, perspectivada dessa forma, levou a que os conhecimentos relativos ao planeta assumissem a denominação de Ciência do Sistema Terra. Campo “polidisciplinar” [21] do conhecimento que, por excelência, agrega as dimensões de tempo e espaço para tratar a matéria planetária, a energia e a vida.

Esta perspectiva sistêmica contribui para o (re)conhecimento das formas de organização da matéria planetária em esferas, cujos componentes encontram-se sob incessantes interações. Tais interações levam à diferenciação dos materiais terrestres, dentre os quais se desenvolveu a vida. Registram toda uma história evolutiva, marcada por diferenciações, especiações e extinções em escalas variadas de tempo e espaço.

A Terra é assim concebida como um sistema aberto, onde a matéria se (re)organiza frente ao campo de energias que atuam sobre este corpo planetário, promovendo transformações e mudanças características de uma dinâmica em busca de equilíbrio. Nesta ótica, as infinitas possibilidades da ciência quântica se expressam com clareza suficiente, para revelar coerência entre os saberes que representam (porque descrevem) aquilo que foi/é “tecido em conjunto” [17]. O complexo, portanto, que se constitui e se reconstitui incessantemente, recursivamente e de forma incerta, pois que são infinitas as possibilidades que o conhecimento revela potenciais.

O pensamento complexo, perspectivando a Ciência do Sistema Terra, permite então reconhecer entidades e mecanismos, identidades e processos, numa trama de poderes nivelados pela dependência¹ intrínseca, que se evidencia entre as partes e o todo e pelo todo às partes. Os exageros tendem ao desaparecimento, levando consigo os enganos que forjaram, especialmente no comportamento da espécie humana, tantos equívocos desastrosos, que hoje configuram (dão causa a) a sua própria extinção. Revela os sutis mecanismos de organização que explicitam a natureza ínfima da matéria e acolhem em maior escala o exercício da organização da vida.

Perspectivar o Ensino de Ciência do Sistema Terra (ECST) à luz do Pensamento Complexo leva-nos a considerar que os princípios generativos e estratégicos do método (Morin *et al* (2003) – 1. Sistêmico e organizacional, 2. Hologramático, 3. de Retroatividade, 4. de Recursividade, 5. de Autonomia/Dependência, 6. Dialógico, 7. de Reintrodução do conhecer em qualquer conhecimento – são aplicáveis à Ciência do Sistema Terra (CST) em função da natureza sistêmica/holística e de integração das dimensões de tempo, espaço, matéria e vida que a Ciência da Terra comporta. Dito de outra forma: se o planeta exhibe o caráter complexo, o conhecimento relativo a este (CST) comporta os princípios (metodológicos) generativos e estratégicos, que constituem um guia para o pensamento complexo.

Assim o ECST pode adotar o método de abordagem complexa para tratar e organizar os conhecimentos. Morin *et al* [21] diz que: “O método não é somente uma estratégia do sujeito, é igualmente um instrumento generativo das suas próprias estratégias. O método é aquilo que nos ajuda a conhecer e também ele é conhecimento.”

¹ (...) “a ideia de processo auto-eco-organizacional. Qualquer organização, para conservar a sua autonomia, necessita de estar aberta ao ecossistema de que se alimenta e que ela transforma.” (...) “As dependências que nos permitem construir a nossa organização autónoma são múltiplas” [21].

Desse modo, as estratégias para ensino e aprendizagem passam a ser aquelas que permitem evidenciar tais princípios mediante (ou por meio de) os saberes (conteúdos) de CST.

Assim é que a abordagem polidisciplinar [20] e o trabalho de campo [11] (que permite contextualizá-la), são entendidos como estratégias capazes de promover uma aprendizagem pertinente e significativa, porque mobilizam diferentes componentes cognitivas do aprendiz. O sujeito que aprende é capaz de se reconhecer parte do conhecimento que apreende, de identificar o contexto ambiental, social, histórico e planetário que constitui a sua realidade e onde a sua própria expressão viva constitui identidade capaz de interagir, transformar e criar o devir.

3. O ESTUDO EMPÍRICO

Partindo dos referenciais do quadro teórico foi possível realizar um trabalho empírico de cunho interativo e reflexivo, uma investigação-ação, planejada, modelizada e desenvolvida à luz do pensamento complexo.

O estudo decorreu no âmbito do Ensino Secundário em Portugal, em que, diferentemente do que ocorre em muitos outros países, o ensino de Ciências da Terra mostra-se bastante presente e organizado na Educação Básica e no Ensino Secundário [10].

Segundo a organização curricular e os programas do 3º ciclo do Ensino Básico [15], o alunado dos 7º e 8º anos tem, no ensino de Ciências Naturais, acesso ao conhecimento geológico, mediante conteúdo programático que aborda: a Terra no Espaço; Terra em transformação; Sustentabilidade na Terra; Dinâmica dos ecossistemas e Gestão sustentável dos recursos naturais, onde já se evidenciam quer a condição sistêmica das Ciências da Terra quer as preocupações com a dimensão social da intervenção humana.

Nos 10º e 11º anos [14, 05] o ensino trabalha o conteúdo específico de Geologia na disciplina de Biologia e Geologia e, no 12º ano [16], a disciplina de Geologia trata conteúdos específicos de Ciência da Terra.

Participaram no estudo duas professoras que lecionam em turmas de 11º ano e de 12º ano. Nestes, os conteúdos curriculares em Ciências da Terra têm uma maior identidade e, por isso, propiciam melhores condições para estudar a respectiva abordagem, sempre numa ótica de integração.

Pelo trabalho interativo e reflexivo da investigadora com as professoras e destas com seus alunos e/ou estagiários², buscou-se desenvolver estratégias e materiais didáticos, para ensino de Ciência do Sistema Terra perspectivada pelo pensamento complexo.

A investigação valeu-se ainda dos recursos de observação, análise e registro da lecionação e demais atividades formadoras promovida pelas docentes, análise, reflexão e discussão dos materiais curriculares elaborados e levantamento de informações por inquérito aos alunos e entrevistas aos estagiários. O trabalho cuidou por promover a formação reflexiva dos participantes, o apoio ao desenvolvimento e a análise crítica dos materiais, e ainda a avaliação das

² Uma das professoras é também responsável pela orientação de futuros professores, que no âmbito desta investigação são denominados estagiários.

apropriações ocorridas ao nível dos docentes, dos estagiários e dos alunos.

4. RESULTADOS

Relativamente às estratégias utilizadas pode-se considerar que os trabalhos de campo favorecem a aprendizagem dialética pela experiência, permitindo a observação do contexto real no qual se pode identificar a situação atual e o histórico de seu desenvolvimento. Tais componentes revelam dimensões de espaço e tempo capazes de elucidar a recursividade da ação, o que por si, agrega valor intrínseco ao novo conhecimento que emerge.

As abordagens polidisciplinares, reveladoras do caráter transversal e multidimensional dos saberes, permitem por sua vez a integração do conhecimento, tratando-o por meio da modelização sistêmica que se opera entre o todo e as partes – os constituintes das esferas terrestres que se (re)organizam constantemente ao se transformarem. Evita o “amontoamento dos saberes” [18], pois evidencia os elos que os reúne e organiza, realçando núcleos de importância em relação sistêmica.

A combinação destas estratégias concorre assim para facultar ao indivíduo o confronto com o meio e o (re)conhecimento do caráter multidisciplinar/hologramático deste, possibilitando o entendimento do complexo, no qual o aprendiz se percebe parte integrante do sistema que apreende. Este recurso didático possibilita desenvolver o que [09] afirma possível por meio da aprendizagem experiencial – uma perspectiva integradora e holística da aprendizagem, que combina experiência, percepção, cognição e comportamento, aqui não numa perspectiva behaviorista.

Os resultados revelam que quando os professores reconhecem o caráter sistêmico da Ciência da Terra e passam a pensá-lo consoante os princípios metodológicos do pensamento complexo, eles próprios percebem maior significado para o trabalho educacional, passam a valorizar diferentemente a sua tarefa de educador, evidenciando maior motivação e compromisso e assim, envolvem-se mais prazerosamente com o seu próprio desenvolvimento e, por extensão, também com o de seus alunos e da comunidade.

Por sua vez, os alunos e os estagiários evidenciam maior interesse pela aprendizagem, mostram-se mais participativos, interventivos e motivados. Estendem/levam o conhecimento apreendido para outros indivíduos, com os quais eles convivem dentro e fora do ambiente escolar, conforme relatado por eles. Assim, pode-se considerar que os resultados evidenciam indícios de mudanças não apenas cognitivas, mas de atitudes e de comportamento dos aprendizes, considerando que todos os indivíduos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem o são.

Em suma pode-se considerar que o uso das estratégias para compreensão sistêmica e hologramática dos saberes ensinados favoreceu a valorização do processo de ensino e aprendizagem. Deu espaço, ainda, ao estímulo, autonomia e criatividade dos alunos e, para além disto, potenciou a comunicação e partilha dos saberes trabalhados no ensino.

Considera-se que os indícios de mudanças revelados pelo estudo empírico constituem emergências [19] que permitem notar o caráter social [20] que a reforma do ensino pode favorecer.

5. CONCLUSÕES

O pensamento complexo no ensino da Ciência do Sistema Terra pode, assim, ser visto como um recurso de ensino capaz de mobilizar diferentes modos de aprendizagem - percepção e processamento da informação [09] -, favorecendo a cognição [06]. Uma vez que mobiliza, interage e organiza os saberes, no sentido de possibilitar a emergência de novos saberes, permite atender a diversas preferências de instrução, contribuindo para a satisfação das expectativas dos alunos e dos professores, frente às características do ambiente de aprendizagem [23].

O ensino alimenta então o interesse dos aprendizes e dos formadores por constituir uma aprendizagem pertinente [20], significativa [02], que na hierarquia cognitiva [03] revela a mobilidade das abordagens superficiais para as abordagens profundas [03] e vice-versa, agregando qualidade ao processo educativo.

Para além da aprendizagem das ciências o indivíduo desenvolve outras competências que o capacitam a lidar com problemas, viver em sociedade e utilizar criticamente os conhecimentos que apreende. Acredita-se que esta aprendizagem favorece o desenvolvimento de “uma nova vontade de inteligência”.

Por seu enorme potencial, o Ensino da Ciência do Sistema Terra merece ser promovido, à luz do pensamento complexo, contribuindo para uma “reforma do pensamento” [20]. Uma reforma que permita estimar o cumprimento da tarefa da educação, para a emergência da “sociedade-mundo”.

6. REFERÊNCIAS

- [1] F.V. Anguita, “Geología, ciencias de la Tierra, ciencias de la naturaleza: paisaje de un aprendizaje global”, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 1994, pp. 15-21.
- [2] D.P. Ausubel, *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston., 1968.
- [3] J.B. Biggs, *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham: Society for Research into Higher Education & Open University Press, 1999.
- [4] K. Booth, & B W. James, “Interactive learning in a higher education Level 1 mechanics module”, *International Journal of Science Education*, 23, 2001, pp. 955-967.
- [5] CE. Comissão Europeia, Direção Geral de Educação e Cultura, *O Sistema Educativo em Portugal*, 406 p., 2006. Disponível em: http://www.oei.es/quipu/portugal/educ_portugal_eurydice.pdf. Acesso em 20/02/2011.
- [6] L. Curry, “An Organization of Learning Styles Theory and Constructs”, Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, 47th, Montreal, Canada, 28p., 1983. Eric Document, ED 235 185.
- [7] R.L. Frodeman (Ed.). *Earth matters: the Earth Sciences, philosophy and the claims of community*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- [8] IYPE, *International Year of Planet Earth*. 2010. Planet Earth in our hands. Disponível em: <http://www.yearofplanetearth.org>. Acesso em: 20/02/2011.

- [9] D.A. Kolb, *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*, New Jersey: Prentice Hall, 1984.
- [10] L. Marques, J. Praia (Coords.) *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário*. Aveiro: Universidade, 2001.
- [11] L. Marques, J. Praia, “Educação em Ciência: actividades exteriores à sala da aula”, *Terræ Didactica*, 5 (1), 2009, pp. 10-26. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>>. Acesso em 20/02/2011.
- [12] V. J. Mayer (Ed.). *Implementing Global Science Literacy*. Columbus, Ohio: Earth Systems Education Program / The Ohio State University, 2003.
- [13] ME. Ministério da Educação. *Currículo Nacional do Ensino Básico Competências Essenciais*. 227 p., 2000. Disponível em: http://sitio.dgicd.min-edu.pt/recursos/Lists/Repositrio%20Recursos2/Attachments/84/Curriculo_Nacional.pdf
- [14] ME. Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica. *Orientações Curriculares - Ensino Básico, 3º ciclo - Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Autor. 2001.
- [15] ME. Ministério da Educação. Decreto-Lei n.º 209/02, de 17/10/2002. Altera o artigo 13.º e os anexos I, II e III do DL n.º 6/2001, de 18 de Janeiro, que estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do ensino básico, bem como da avaliação das aprendizagens e do processo de desenvolvimento do currículo nacional. *Diário da República*: N.º 240, Série I-A, pág. 6807, 2002. Disponível em: <http://www.dgicd.min-edu.pt/recursos/Lists/Repositrio%20Recursos2/DispForm.aspx?ID=167&RootFolder=%2Frecursos%2FLists%2FRepositrio%20Recursos2%2FLegisla%C3%A7%C3%A3o>. Acesso: 20/02/2011.
- [16] ME. Ministério da Educação. Decreto-Lei n.º 74/04, de 26/03/2004. Estabelece os princípios da organização e da gestão do currículo, bem como da avaliação das aprendizagens, referentes ao nível secundário de educação. 2004. Disponível em: http://sitio.dgicd.min-edu.pt/recursos/Lists/Repositrio%20Recursos2/Attachments/115/dl_74_2004.pdf. Acesso: 20/02/2011.
- [17] E. Morin, *Introdução ao pensamento complexo*. 2ed. Lisboa: Instituto Piaget. 1990.
- [18] E. Morin, *A religação dos saberes: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- [19] E. Morin, *O método 1: a natureza da natureza*. Porto Alegre: Sulina, 2002a.
- [20] E. Morin, *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- [21] E. Morin, R. Motta & E. R. Ciurana, *Educar para a era planetária - o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humanos*. Lisboa: Instituto Piaget, 2003.
- [22] N. Orion., *A educação em Ciências da Terra. Da teoria à prática-implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem*. In: Marques, L.; Praia, J. (Coords.). *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário*, Aveiro: Universidade, 2001, pp. 93-114.
- [23] J.M Piranha, L. Marques, J. Praia, I. Sá-Chaves, *The teaching of the Earth System Science - a complex approach. Implications for learning styles*. Paper presented at the Annual Conference of European Learning Styles Information Network (ELSIN), 15th, Aveiro, Portugal, 2010, pp. 576-577.
- [24] UNESCO. *Literacy, a UNESCO Perspective*. 2003. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001318/131817e_o.pdf>. Acesso em 20/02/2011.
- [25] UNESCO. *The plurality of Literacy and its implications for policies and programmes*. Position Paper. 2004. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001362/136246e.pdf>>. Acesso em 20/02/2011.
- [26] R.S. Williams Jr., *The modern Earth narrative: natural and human history of the Earth*. In: R.L. Frodeman (Ed.), *Earth matters: the Earth Sciences, phylosophy and the claims of community*, pp. 35-49, Upper Saddle River: Prentice Hall. 2000.