

FORMAÇÃO DE DOCENTES UNIVERSITÁRIOS: UM COMPLEXO DE INTERAÇÕES PARADIGMÁTICAS

Fernanda Muniz Brayner-Lopes

Secretaria de Educação de Pernambuco - SEDUC

braynerlopes@gmail.com

Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

amanjos50@gmail.com

Zélia Maria Soares Jófili

Universidade Federal Rural de Pernambuco

jofili@gmail.com

RESUMO

O paradigma de Ciência assumido pelo docente influencia tanto a sua compreensão conceitual como sua prática pedagógica e, para que possa atender à compreensão dos processos biológicos em sua complexidade intrínseca, faz-se necessária a realização de um “transitar paradigmático” entre as distintas concepções (cartesiana, sistêmica e complexa). O presente artigo trata da incorporação da perspectiva da Biologia *sistêmico-complexa* à formação e atuação de docentes universitários e faz parte de uma pesquisa maior realizada em três etapas: 1) vivência de um grupo de estudos na rede social *Facebook*; 2) construção de um Esquema Conceitual Individual a partir de um conjunto de conceitos extraídos dos diálogos do *Facebook*; 3) Elaboração de um Esquema Conceitual Coletivo, para reelaborar as articulações do *Facebook* e do Esquema Conceitual Individual. Utilizamos como recorte para este momento a análise de uma categoria que enfatiza as interações realizadas por um dos docentes. As análises desse momento indicam que o docente transita entre todos os níveis de organização biológica (molécula à ambiente), oscila quanto aos paradigmas de ciência (Cartesiano, Sistêmico e Complexo) e de prática docente (Tradicional e Inovador), o que justifica a análise dos momentos representativos deste docente.

Palavras-chave: Formação de Professor; Paradigmas de Ciência; Paradigmas de prática.

Introdução

Os avanços na compreensão da Biologia Celular e Molecular, enquanto áreas de pesquisa pura são significativos, porém o ensino desses tópicos continua sendo tratado de forma fragmentada, nos diferentes níveis de escolaridade. O ensino da Biologia tradicional, baseada na visão *cartesiana/linear*, aborda os conteúdos de maneira fragmentada e desarticulada, por entender que é preciso “separar” para “conhecer”.

A abordagem didática prende-se a tentativa de simplificação e à busca de causalidades simples, de modo a “facilitar o entendimento do estudante”. No entanto, ao longo desse processo, “esquece de juntar o que foi separado” e de alertar para a extrema complexidade de algumas relações. Isso tem repercussões desastrosas no desempenho profissional de estudantes, por não lhes possibilitar uma compreensão da complexidade envolvida no estudo dos sistemas vivos.

Vários estudos (SÁ, 2007; LOPES, 2007; PEREIRA, 2008; MEDEIROS, 2011) evidenciam que os conceitos submicroscópicos precisam ser compreendidos de forma *sistêmica*, uma vez que os universos micro e macro são interdependentes e o “*olhar cartesiano*” não favorece a formação de tais conceitos, naturalmente complexos.

Essa complexidade é pouco compreendida pelos docentes universitários das licenciaturas, por uma série de fatores. Eles próprios receberam uma formação inicial técnica em área específica, verticalizada por cursos de pós-graduação *stricto sensu*, o que supervaloriza o conhecimento específico da área, em detrimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (MASSETO, 2012).

Está posto então, o grande desafio para o docente universitário contemporâneo: estar preparado para formar docentes capazes de perceber a complexidade do processo ensino-aprendizagem. Behrens (2009) enfatiza este ponto de vista, quando sinaliza para a necessidade de uma prática docente em uma perspectiva integradora:

[...] com essa nova caracterização, a Educação Superior tende a tornar-se um local relevante para a aprendizagem coletiva e individual... Neste processo de mudança de paradigma, também o aluno precisa ser visto como pessoa global constituída de corpo, mente, emoções e espírito (p. 22).

Diante desse contexto, ensinar Biologia em uma perspectiva *sistêmico-complexa* (valoriza a reelaborada articulação das partes para a compreensão do todo) requer uma

transição *paradigmática* imprescindível. Isto se justifica porque a quase totalidade desses formadores teve sua formação inicial pautada em pilares do *paradigma¹ cartesiano*, deparando-se, hoje, com a necessidade de uma compreensão articulada, tanto dos processos biológicos, como do processo ensino-aprendizagem.

Tal dilema está presente no cotidiano desses docentes que continuam mantendo uma ação docente pautada em pressupostos do *paradigma conservador* (por se ressentirem da forte influência recebida do pensamento newtoniano-cartesiano), mas por outro lado, passaram a ser convocados a reafirmar o *paradigma inovador* (que busca formar sujeitos críticos que implementem o espírito investigativo e interpretativo do conhecimento).

Para atender às necessidades impostas pelo avanço da Ciência, quanto à compreensão dos processos biológicos de forma *sistêmico-complexa*, o docente, especialmente o docente universitário, precisa estar em formação contínua. A constatação de que os graduados chegam à escolarização básica para aplicar o que aprenderam na universidade e, assim, reproduzir um ensino fragmentado, leva a um ciclo vicioso desastroso! Ou seja: o estudante sai da escolarização básica com a vivência do ensino fragmentado da Biologia; inicia a graduação e se depara com um ensino da Biologia aprofundado verticalmente, mas também fragmentado; e termina a graduação retornando ao ensino básico, agora como docente, reproduzindo mais uma vez esse mesmo padrão - o ensino fragmentado da Biologia.

As inter-relações que ocorrem entre os seres vivos e o ambiente vão além da compreensão sistêmica, devido ao alto grau de complexidade presente nesse processo, o que requer múltiplos olhares e abordagens em diversas direções, a partir de uma mesma problemática. A grande maioria dos processos biológicos é composta por articulações em níveis que não observamos à vista desarmada (estruturas e fenômenos microscópicos e submicroscópicos), promovendo eventos que podemos observar (macroscópicos). Além disso, há articulações no próprio nível microscópico. A interação de um organismo com o ambiente se dá em uma complexidade maior do que a maioria das pessoas consegue perceber, necessitando de um sistema de pensamento complexo que “busca a religação de domínios separados e conceitos antagônicos, como

¹ “a constelação de crenças, valores e técnicas partilhados pelos membros de uma comunidade científica” (KHUN, 1996, p. 225).

ordem e desordem, certeza e incerteza, a lógica e a desobediência à lógica. Trata-se de um pensamento de solidariedade, que busca aglutinar noções dispersas” (MARIOTTI, 2008, p. 36).

Portanto, o pensamento complexo está diretamente envolvido com os processos biológicos, nos quais há um paradoxo constante entre autonomia e dependência dos sistemas vivos. Ou, como diz Mariotti (2008 p.72), o pensamento complexo “[...] é melhor compreendido por um sistema de pensamento que englobe o raciocínio sistêmico (que examina as relações dinâmicas entre as partes) e o linear”.

Nessa perspectiva, há muitos temas frequentemente abordados na mídia e presentes no cotidiano das pessoas, como os voltados aos processos biológicos, que ao serem compreendidos com esse olhar, contemplam a articulação de diversas vertentes e conhecimentos. Como exemplo, a publicidade da lanchonete Mac Donald’s disponibiliza informações nutricionais², ainda que suas opções para consumo sejam hipercalóricas e mal equilibradas quanto aos nutrientes (notadamente carboidratos, lipídios e sódio). Ensinar Biologia em uma abordagem *sistêmico-complexa* requer do docente o entendimento de que compreender as partes e as suas inter-relações é fundamental para compreender o todo e a relação desse todo com o ambiente.

A aprendizagem de temáticas ligadas às interações dos processos biológicos requer olhares em várias direções, uma vez que são muitos os fatores que influenciam o equilíbrio do metabolismo orgânico, como o estresse, o sedentarismo e a obesidade. Tais fatores, que perfazem uma gama de conteúdos considerados complexos, elevam essa aprendizagem a um nível avançado de conhecimento. Segundo Carvalho (2007, p.1): “A aprendizagem nos níveis avançados é, geralmente, caracterizada pela complexidade dos assuntos” e “para se conseguir alcançar uma compreensão adequada de uma situação complexa é necessária a utilização de múltiplas abordagens ou perspectivas” (p. 3).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi analisar o momento representativo de um docente participante da pesquisa, em suas articulações conceituais, ao permear entre os níveis de organização biológica e os paradigmas cartesiano, sistêmico e complexo na perspectiva de Biologia *sistêmico-complexa*.

² Disponível em: www.mcdonalds.com.br.

Os paradigmas e o ensino da Biologia

O paradigma de Ciência assumido pelo professor reflete-se diretamente na sua forma de abordar o conteúdo disciplinar específico e na respectiva prática pedagógica. A visão cartesiana/linear, herança da Biologia tradicional, trata os conteúdos com tendência à simplificação, imediatismo e busca da causalidade simples. Este viés se reflete no conteudismo e na memorização (CARNEIRO-LEÃO et al., 2009).

À medida que essa perspectiva se mostra insuficiente para compreender o mundo, tende-se a transitar entre paradigmas (BEHRENS, 2009). Daí a crescente aceitação dos paradigmas Sistêmico e Complexo. Um dos princípios fundamentais do pensamento Sistêmico é a ênfase na inter-relação entre as partes, o que aparentemente nega a importância do paradigma Cartesiano. No entanto, “o pensamento complexo integra os múltiplos dados e ângulos de abordagem de um mesmo problema” (MARIOTTI, 2008 p. 36). Segundo Carneiro-Leão et al. (2009), a abordagem convencional da Bioquímica se mantém nos níveis celulares e moleculares. Contudo, ao buscar a compreensão dos fenômenos biológicos a partir do pensamento complexo, tentamos “reintegrar o que a compartimentação das disciplinas fragmentou e dividiu em especialidades separadas e, em muitos casos, praticamente incomunicáveis” (MARIOTTI, 2008, p. 36).

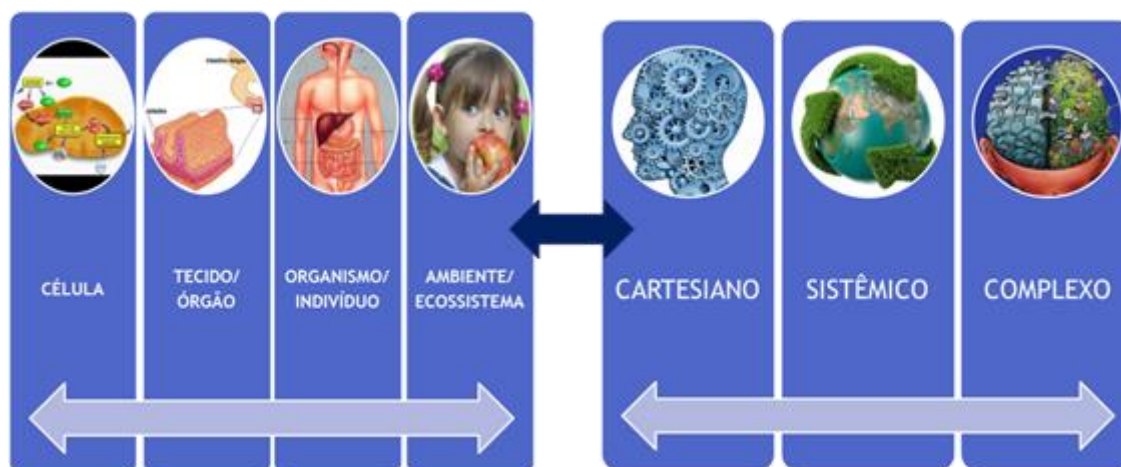
Ao estudar a vida, centrada no organismo, podemos distinguir diversos níveis, intrinsecamente hierárquicos de organização biológica, que vão do plano submicroscópico ao ambiental. Entretanto, para compreender esse organismo não basta reconhecer esses níveis, mas as somas das propriedades de cada um, integradas aos fenômenos ambientais, influenciando e sendo influenciadas simultaneamente. Isto foi adequadamente descrito por Bizzo (2010):

Os animais são formados por conjuntos de células interconectadas, que transmitem sinais, trocam substâncias entre si e exercem funções definidas, formando tecidos. Os tecidos também são diferenciados e interconectam-se formando órgãos, como por exemplo, o estômago, os pulmões e o coração. Os órgãos, por sua vez, estão integrados e realizam funções como a digestão dos alimentos, a respiração pulmonar e a circulação do sangue, compondo sistemas de órgãos. Um organismo possui vários sistemas de órgãos que funcionam de maneira integrada. Está integrado a outros organismos de sua espécie, e com elementos presentes no ambiente (p. 226).

Acreditamos, portanto, que articular os níveis de organização biológica com os paradigmas científicos favorece o ensino da Biologia em uma Visão Holística, como enfatizam Meghioratti et al. (2009): “Em relação ao contexto de ensino, a centralidade

do organismo permite a integração de diferentes níveis de organização e um ensino mais significativo” (p. 48), como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Articulação entre níveis de organização biológica e paradigmas científicos.



Fonte: Carneiro-Leão et al. (2013, p. 689)

A partir da necessidade de articulação dos processos biológicos, enfatizando o permear nos níveis de organização biológica, simultaneamente ao entremear entre os paradigmas da ciência, é possível inferir que se trata de um paradigma de compreensão *sistêmico-complexa*, pois “valoriza a reelaborada articulação das partes para a compreensão do todo” (BRAYNER-LOPES, CARNEIRO-LEÃO, JÓFILI, 2014, p. 06). Para tanto, essa docência assentada em um paradigma da complexidade e transitando entre os paradigmas da ciência, necessita de um agir sensível à flexibilidade cognitiva.

Metodologia

Esta pesquisa foi de natureza qualitativa, norteadas por uma intervenção crítico-colaborativa, uma vez que privilegiou a subjetividade do processo, a observação da realidade e a reflexão crítica sobre a ação dos participantes e do pesquisador. Descreveu ainda o cenário, analisou dados, identificou categorias e teceu comentários conclusivos (CRESWUELL, 2007).

A referida metodologia foi desenvolvida em um trabalho de tese, na qual optamos por trabalhar com docentes universitários, identificados por D-01 até D-08, das seguintes áreas: Ciências Biológicas, Saúde e Prática em Ensino de Biologia, uma vez que o processo biológico em análise abordou aspectos de ciência básica e algumas patologias,

para desenvolverem uma proposta didático-pedagógica na vertente da *Biologia sistêmico-complexa*.

Para tanto, foram desenvolvidas três etapas: 1) Instituído um grupo de privacidade secreta na rede social Facebook, no qual foram discutidos pelos participantes quinze (15) blocos de postagens em quatro (4) meses sobre os processos biológicos de Garfield; 2) A construção de um Esquema Conceitual Individual a partir de um conjunto de conceitos coletados dos diálogos ao longo do curso no Facebook e 3) A construção de um Esquema Conceitual Coletivo, com a finalidade de reelaborar as articulações feitas entre os processos biológicos de Garfield, na construção individual. A construção do docente D-08 e o seu transitar entre os níveis de organização biológica e os paradigmas cartesiano, sistêmico e complexo serão analisados neste trabalho.

Resultados e Discussão

CATEGORIA– MOMENTOS REPRESENTATIVOS DO DOCENTE D-08

A categoria enfatiza as interações realizadas pelo docente D-08, que transitam entre todos os níveis de organização biológica (molécula a ambiente) e oscilam quanto aos paradigmas da ciência (Cartesiano, Sistêmico e Complexo), o que justifica a análise dos momentos representativos deste docente.

		<p>“Metabolismo... carboidratos... proteínas... genética molecular...pq não?”</p> <p>“Olha que interessante: Durante o sono a glicemia - e consequentemente a taxa de secreção de insulina - aumenta em cerca de 150% acima do valor da vigília. No indivíduo normal, o balanço entre nível glicêmico e insulina é mantido, não ocorrendo nem hipo nem hiperglicemia. A privação do sono ou sua fragmentação estimulam a produção de glicocorticóides, aumentam a glicemia e causam resistência periférica a insulina.”</p> <p>“Segundo Dr. Saad, essa proteína To14 (que tem outras siglas, vou pesquisar mais) é ativada especialmente por conta da alimentação e está relacionada com o aumento da glicemia”.</p>	D-08	
Esquema conceitual individual	Desconstrução 2; Travessias Temáticas; Comentários Temáticos	<p>“o sistema digestório, está ligado ao circulatório. Os nutrientes para circularem pelo organismo precisam desse transporte, né? Que está também ligado ao sistema respiratório que é a questão da troca de gases {...} Eu coloquei o sistema urinário aqui como uma porta de saída. Ele elimina. Aqui você consegue perceber algumas estruturas do corpo”</p>	D-08	
		<p>“Eu coloco a obesidade como um fenótipo decorrente dessa questão aqui de alimentação, sedentarismo, exercício físico. Por quê? Porque esse seu modo de viver, ele vai interferir no metabolismo celular.”</p>		
		<p>“Então, sempre que o genótipo se expressa, a gente chama isso de fenótipo. Pra mim, a obesidade é um fenótipo de uma variação do organismo que seja genética, que seja de metabolismo, tá?”</p>		

Análise dos Momentos Representativos do Docente – D-08

As postagens do *Facebook* e o Esquema Conceitual do docente D-08, ao serem observados, demonstraram um perfil que não se enquadrava em nenhuma das categorias escolhidas pelas pesquisadoras. No entanto, revelaram um perfil bastante característico de como os processos cognitivos ocorrem diante de uma situação nova, na qual é necessário desconstruir, aprofundar e reconstruir. Nesse processo são perceptíveis oscilações paradigmáticas e de um permear entre os níveis de organização biológica.

No primeiro diálogo entre D-02 e D-08 que ocorreu a partir de uma imagem de Garfield comendo guloseimas compulsivamente, D-02 traz um questionamento colocando termos como “degustando” e “engolindo”. Em resposta, D-08 afirma que ele está engolindo, pela rapidez com que ingere os alimentos (sugerida pelo desenho) e faz uma relação direta com a primeira fase da digestão. Ou seja, sugere que se ele está comendo com tanta rapidez, provavelmente não está mastigando como deveria (e não está degustando), o que compromete a digestão do alimento no trato digestivo, como afirma Dr. Durval Ribas (médico nutrólogo e presidente da Associação Brasileira de Nutrologia (ABRAN, 2015): “Comer apressadamente favorece a má digestão, o empachamento gástrico (barriga estufada) e, principalmente, aumenta o estresse do organismo - ou seja, é um tipo de agressão física e psicossocial ao organismo humano” (p. 01). O Dr. Durval Ribas reforça seu argumento afirmando existir uma relação direta entre mastigação, degustação e saciedade:

[...] a digestão inicia na boca, onde os alimentos são misturados a enzimas presentes na saliva. A mastigação, a sensação do sabor dos alimentos tem papel na saciedade e participa da regulação do apetite, porque existem conexões neurais entre os receptores de sabor presentes na língua e no tubo digestivo e as regiões que regulam o equilíbrio energético (calórico) no cérebro (p.01).

Por conseguinte, quanto mais rápido se come, menos se sente o sabor, e mais tarde chegam ao sistema nervoso os estímulos que levam à percepção de saciedade, favorecendo a ingestão excessiva de alimentos. Assim, se essa postura alimentar for constante, o sobrepeso será uma consequência provável.

A partir de um texto que tratava de alimentos que influenciam no acúmulo de gordura na região abdominal (“aumentam a barriga”), foram registrados diálogos no *Facebook* cuja finalidade foi a de promover a discussão crítica do texto, a partir da pertinência ou dos erros conceituais, bem como se constituir em uma alternativa metodológica ao trabalho em sala de aula.

É interessante percebermos, que os diálogos feitos com base no texto, reforçam as questões sobre a compulsão alimentar de Garfield, porém, trazendo questionamentos sobre a pertinência em afirmar que existem alimentos que aumentam a deposição de gordura abdominal, o que é notório em suas representações.

D-08 enfatiza que a gordura na região abdominal pode ocorrer em decorrência de fatores diversos, não sendo exclusividade da alimentação. O estresse é um desses fatores, por promover um aumento na produção de cortisol, levando ao acúmulo de gordura na região abdominal, fato reforçado pela ABESO (2015):

Após extensa revisão de estudos, pesquisadores noruegueses concluíram que o ganho de peso e os níveis de **cortisol** (conhecido como hormônio do estresse) são muito maiores em pessoas que engordam por causa do **estresse**. Ou seja, quem tem cortisol elevado, ganha peso mais facilmente e, em um estudo publicado recentemente na Revista Nature Medicine revelou que o estresse pode levar ao acúmulo de gordura abdominal (p. 02).

Continuando o diálogo com D-02 no *Facebook*, agora se reportando ao oxigênio que é absorvido pelo organismo e não se dirigindo em sua totalidade para o SNC (Sistema Nervoso Central), D-08 sugere que esse oxigênio possivelmente está em maior concentração na região abdominal, explicando que no processo digestivo há uma necessidade aumentada da circulação sanguínea nessa região.

É necessário, no entanto, explicitarmos que o oxigênio tem importante participação no processo metabólico para a biossíntese celular de ATP para manutenção das atividades vitais nas células. Diversos níveis de organização biológica, constituintes do organismo humano, estão associados com a captação, condução, distribuição e utilização do oxigênio nesses processos. Assim, o trato respiratório (sistema) é o sistema condutor adaptado para a troca gasosa na chamada “respiração pulmonar” (órgão).

D-08, ainda no *Facebook*, menciona uma relação feita também pelo docente D-05: o sono. Mas por que é tão importante associar os processos metabólicos do organismo ao sono? Dessa forma, qual é o significado do sono? A Revista EUFIC (2005), explica que:

O sono é essencial para a vida e é a base de muitas funções fisiológicas e psicológicas do organismo, tais como a reparação de tecidos, o crescimento, a consolidação da memória e a aprendizagem. Embora nem todos os adultos precisem do mesmo número de horas de sono, os especialistas acreditam que menos de 7 horas de sono por noite, numa base contínua, pode ter consequências negativas para o corpo e para o cérebro (p. 01).

No entanto, existe uma questão bastante discutida, no sentido de inferir se a qualidade e a duração do sono impulsionam o metabolismo ou, se algumas situações metabólicas levam ao sono (OLIVEIRA et al. 2013).

Em sua construção esquemática, o docente D-08 enfatiza inicialmente, a relação existente entre os sistemas digestório, circulatório, respiratório e o sistema urinário. Existe a intencionalidade do docente em apontar uma das funções dos sistemas citados: o sistema digestório ligado ao nutriente; esse nutriente precisa ser transportado, e esse transporte é feito pelo sistema circulatório, o sistema respiratório realiza troca de gases e o sistema urinário elimina. No entanto, o sistema excretor é multifuncional, inclusive realiza a excreta de metabólitos oriundos de diferentes sistemas:

A função do sistema excretor é garantir a homeostasia, isto é, manter um ambiente interno equilibrado para que os demais órgãos e sistemas possam desenvolver suas atividades. O dióxido de carbono é um resíduo eliminado através do sistema ventilatório; a pele excreta resíduos através do suor; o sistema digestório excreta os resíduos da digestão; as glândulas salivares excretam certos resíduos para serem engolidos e eliminados nas fezes. Todas estas excreções são realizadas por órgãos de diferentes sistemas. Porém, o sistema excretor trabalha exclusivamente para excretar as toxinas que não são eliminadas através dos demais sistemas (SESI-WEBENSINO, 2015, p. 01).

Interessante percebermos que não há uma relação estabelecida entre a eliminação de restos metabólicos pelo trato digestivo e o próprio conceito de excreção. Assim, o sistema urinário é representado como o único relacionado aos processos de eliminação dos resíduos de metabolismo. Quando se percebe por essa ótica, deixa-se de considerar que o alimento passa por processos químicos que resultam em transformações no trato digestivo, resultantes da ação enzimática. Uma compreensão de que apenas o sistema urinário elimina, tende a fragmentar o processo.

D-08 trata a questão da obesidade como um fenótipo decorrente da expressão do genótipo, associada à alimentação, ao sedentarismo e ao exercício físico. Destaca inclusive, que o modo de vida de Garfield com todas essas influências, poderá interferir no metabolismo celular. Godoy (2014) relata que:

[...] gatos, assim como os humanos, também podem sofrer com o excesso de peso. E por mais que um felino rechonchudo à la Garfield pareça uma gracinha para muita gente, é importante os

proprietários fiquem alertas se observarem que o animal está engordando. A obesidade é uma doença e precisa de tratamento. Na maioria dos casos, a obesidade do bichano é consequência do manejo alimentar inadequado. Por desinformação ou descuido, as pessoas acabam oferecendo uma superalimentação e o pet vai ganhando peso (p. 01).

Corroborando com a ideia de a obesidade ser um fenótipo como uma expressão do genótipo, Godoy (2015) afirma que “um sinal claro de que o gato está com sobrepeso é quando se torna difícil sentir suas costelas, sua cintura não é facilmente identificável, seu abdome é distendido e está presente uma bolsa de gordura abdominal” (p. 02). Diante dessa perspectiva, Garfield pode ser considerado obeso.

A partir da análise feita das postagens e do Esquema Conceitual do docente D-08, observamos que ele demonstra momentos de ampla articulação entre os níveis de organização biológica e os paradigmas da ciência. Entretanto, em alguns momentos de reflexão, o docente se encontra basicamente em apenas um nível de organização biológica e não consegue sair da linearidade.

Essa oscilação sugere movimentos de cognição na busca de adquirir um novo conhecimento. Nesse caso, um conhecimento que amplia o olhar para as interligações dos processos biológicos numa perspectiva *sistêmico-complexa*, utilizando operadores cognitivos, que facilitam colocar em prática os pensamentos complexos. Tais operadores “fazem com que raciocinemos de outro modo e, com isso, permitem que cheguemos a resultados diferentes dos habituais” (MARIOTTI, 2015, p. 01). Sua utilização favorece os processos de religação e diálogos de saberes, advindos dos pensamentos linear e sistêmico, sendo chamados, igualmente, de operadores de religação.

De acordo com Mariotti (2015), Morin faz uma analogia entre o pensamento linear e o sistêmico, como “pensar mal” e “pensar bem”, respectivamente. No entanto, enfatiza que não há necessariamente oposição entre “pensar mal” e “pensar bem”, e que utilizar o pensamento complexo não significa ser oposto ao pensamento linear, mas incluí-lo e complementá-lo.

Nesse sentido foram elencados alguns dos operadores cognitivos para explicitar melhor as oscilações paradigmáticas observadas no docente D-08. Escolher alguns operadores

não significa isolá-los, mas devido às circunstâncias acima referenciadas, ter preferências por questões didáticas.

O operador da circularidade - “*os efeitos retroagem sobre as causas e as realimentam*” (p. 03), é considerado por Mariotti (2015) como sendo o fundamental, e que os demais estão muito ligados a ele. E o exemplifica apontando que:

O funcionamento do cérebro faz emergir os processos mentais. Por meio da linguagem e de outras formas de comunicação eles chegam à sociedade sob a forma de ideias e ações, e lá interagem com os processos de outras mentes. Desse modo constrói-se a mente social, que por sua vez retroage sobre as mentes individuais. Estabelece-se uma recursividade, isto é, uma circularidade por meio da qual é produzida a cultura. As sociedades, os indivíduos e as culturas são fenômenos que emergem dessa circularidade. Mudanças nos indivíduos mudam a sociedade e mudam a cultura. O caminho inverso também é verdadeiro (p. 04).

Dessa forma, é possível reconhecermos nas construções do docente, a presença desse operador, pois menciona mais de uma vez que a partir das escolhas alimentares de Garfield, e de seu comportamento diante do sedentarismo e do estresse, sua obesidade é efeito, mas também é causa (e vice-versa). Esse processo de retroalimentação explica em parte uma das suas características fenotípicas, de modo que às vezes é necessário substituir a noção de causa-efeito, pela relação de circularidade (não linear) entre causa e efeito. É, portanto, nesse sentido de circularidade que se mantêm ativos os organismos vivos.

Outro operador identificado no processo do docente é o dialógico, que traz em seu enunciado: “*Há contradições que não podem ser resolvidas. Isso significa que existem opostos que são ao mesmo tempo antagônicos e complementares*” (p. 08).

Ao oscilar entre os paradigmas da ciência (Cartesiano, Sistêmico e Complexo) ora refletindo a partir de um pensamento linear, ora de um pensamento complexo, a atuação de D-08 pode sugerir antagonismo porém sempre permeando amplamente os níveis de organização biológica. E, ainda no processo de construção de um novo olhar para o complexo, tendo como referencial os processos biológicos de Garfield, essa oscilação tem um sentido de complementariedade. Como afirma Mariotti (2015): “*a dialógica procura lidar com as variáveis e as incertezas que não podem ser eliminadas*” (p. 11).

Quando partimos dessa dialogicidade, entre opostos antagônicos, porém, complementares, percebemos muito presente no processo construtivo desse docente, o operador hologramático, que apresenta o seguinte enunciado: “*As partes estão no todo, mas o todo também está nas partes*” (p. 11).

Mariotti (2015), afirma que Morin considera que o pensamento complexo apresenta alguns princípios que caracterizam essa relação do todo com as partes, dos quais se destaca o princípio da emergência (o todo é superior a soma das partes) e o princípio da imposição (o todo é inferior a soma das partes). Os dois princípios, vistos de forma superficial e linear, são claramente antagônicos. Todavia, o princípio da complexidade dos sistemas:

Reconhece que os dois princípios anteriores são ao mesmo tempo antagônicos e complementares. Por isso, ele estabelece que o todo é ao mesmo tempo maior e menor que a soma de suas partes, pois a relação entre (a) e (b) é circular e não linear (p. 12).

Nesse caso, não fica difícil compreendermos, que o docente, ao fazer referência à obesidade como uma característica fenotípica macroscópica de Garfield (como parte do todo que é o seu organismo), indica que ela é composta por características e propriedades que lhe conferem complexidade e complementariedade (que faz parte do todo, que ainda assim é Garfield). Desta forma, D-08 determina que o todo é, ao mesmo tempo, maior e menor que a soma das suas partes.

Quando o foco da análise passa a ser o docente, com sua formação e sua prática pedagógica, entendemos que há uma relação direta do paradigma de ciência com o paradigma de prática, perfazendo a história do paradigma da educação, bem inferido por Behrens (2007):

A tentativa de entender os paradigmas da educação que caracterizam cada tempo histórico pode ser alicerçada a partir dos paradigmas da ciência. Ou seja, de um lado, uma abordagem conservadora baseada na racionalidade newtoniana cartesiana, e de outro lado, uma abordagem inovadora que atende a uma visão da complexidade, da interconexão e da interdependência (p. 441).

Considerando esse paradigma de educação, entrelaçado aos paradigmas da ciência, entendemos que é imprescindível ao docente na atualidade, especialmente o da biologia: rever sua forma de olhar para os processos biológicos e promover um (re)olhar para sua prática de sala de aula. Sabemos que a abordagem enciclopédica acompanhou e

acompanha os docentes por muitos anos, fato que implica diretamente em uma resistência à mudança, uma vez que traz arraigado em seu percurso profissional o jargão de que o saber-fazer garante o saber-ensinar.

Porém, é muito importante para solidificar o olhar *sistêmico-complexo* da biologia, na perspectiva de um ensinar inovador, a percepção de que já existem docentes que estão caminhando para alcançar a realidade que se apresenta. A análise dos momentos representativos do docente D-08 retrata que é nesse debruçar diante do novo desafio que está posto, não se deixando vencer pelas limitações paradigmáticas, que está assentada a possibilidade de olhar para os processos biológicos sob várias óticas, e perceber, a partir de então, as novas possibilidades de ensinar biologia, na perspectiva *sistêmico-complexa*.

Conclusões

Foi possível materializar uma possibilidade de formação em serviço de docentes universitários, na perspectiva contínua, visando ao aprimoramento do Ensino de Biologia.

Os participantes, a partir de atividades desenvolvidas individual e cooperativamente, refletiram e reelaboraram a compreensão conceitual específica na perspectiva *sistêmico-complexa*.

Referências

ABESO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABOLICA. Estresse, Sedentarismo e Má Alimentação. Disponível em:

<<http://www.abeso.org.br/enoticia/842/estresse+e+obesidade+em+c%C3%ADrculo+vincioso.shtml>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

ABRAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA. Disponível em:

<<http://abran.org.br/>>. Acesso em 17 mar. 2015.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 3. ed. São Paulo: Vozes, 2009.

BEHRENS, M.A. O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários. **Educação**. Porto Alegre/RS, n. 3, v. 63, p. 439-455, set./dez. 2007.

BIZZO, N. **Novas Bases da Biologia**: das moléculas às populações. Ensino Médio. São Paulo. Ed. Ática. Vol.1. 2010.

BRAYNER-LOPES, F.M. et al. O trabalho em grupo cooperativo na rede social facebook: contribuição para a formação contínua de docentes universitários na perspectiva do ensino crítico da biologia sistêmica. **Colóquio Internacional de Pesquisas em Educação Superior: formação de professores e ensino por competência**, Paraíba, 2014.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A. et al. Ensinando biologia numa perspectiva de complexidade. In. JÓFILI, Z.; ALMEIDA, A. V. de (Org). **Ensino de biologia, meio ambiente e cidadania**: olhares que se cruzam. 2 ed. revista ampliada. Recife: UFRPE/Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5, 2009.

CARVALHO, A. A. A. **Abordar a complexidade através da desconstrução e da reflexão**: implicações na estruturação de objetos de aprendizagem. Braga, Pt: Universidade do Minho, 2007.

CRESWUELL, J. W., **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 2007.

GODOY-MATOS, A.; BRANDÃO, A. A.; NOGUEIRA, A. R.; BRANDÃO, A. P.; OLIVEIRA, C. C; OLIVEIRA, J. E. P.; OLIVEIRA, J.; ZAGURY, L.; CARRARO, L. M.; ELLINGER, V. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 84, Supl. I, 2005, 27 p.

GODOY, K.R. Obesidade felina exige tratamento especializado. Disponível em: <<http://www.gateiro.com.br/obesidade-felina-exige-tratamento-especializado/>>. Publicado em 29 de janeiro de 2014. Acesso: em 10 de fevereiro de 2015.

KHUN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 4. ed. São Paulo: Perspectivas, 1996.

LOPES, F.M.B. **Ciclo Celular**: estudando a formação de conceitos no ensino médio. 2007, 101f. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ensino das Ciências e Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco), Recife, Pernambuco, 2007.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego**: complexidade, política e solidariedade. 3. ed. São Paulo: Palas Athena, 2008.

MARIOTTI, H. Os operadores cognitivos do pensamento complexo. Disponível em: <http://escoladedialogo.com.br/escoladedialogo/index.php/biblioteca/artigos/os-operadores-cognitivos-do-pensamento-complexo/>. Acesso em: 25 jan. 2015.

MASETTO, M. (Org.) **Docência na Universidade**. 11 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

MEDEIROS, E. P. Formação do conceito sistêmico de respiração: um estudo articulando fenômenos macro e microscópicos. 2011, 176 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2011.

MEGLHIORATTI F.A et al. A formação de conceitos no ensino de biologia e química: a centralidade do conceito de organismo no conhecimento biológico e no ensino de biologia. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 287 p. ISBN 978-85-7983-041-9. **Available from SciELO Books**. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

OLIVEIRA, C.; SCARABELOT, V. L.; CIOATO, S. G.; CAUMO, W. Inter-relação entre síndrome metabólica, estresse crônico e ritmos circadianos de marcadores adipogênicos: uma revisão. **Revista HCPA**. v. 33, n. 3/4, p. 257-268, 2013

PEREIRA, A. F. Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos. 2008, **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação no Ensino das Ciências, UFRPE), 2008.

REVISTA DO EUFIC (European Food Information Council). Privação do sono e as suas consequências metabólicas. 05/2008. Disponível em: <<http://www.eufic.org/article/pt/artid/Privacao-do-sono-as-suas-consequencias-metabolicas/>>. Acesso em 24 de março de 2015.

SÁ, R. G. B. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**. 2007, 161 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

SESI-WEBENSINO. 2ª fase – Biologia Humana: sistema excretor. Disponível em: sesi.webensino.com.br/sistema/.../investigando_caminhos.html. Acesso em: 15 de março de 2015.