

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**Movimentos de horizontalidade e verticalidade em
conteúdos temáticos de Biologia: proposta de um
exercício de mediação em diferentes escalas.**

FINCO-MAIDAME, G.

Movimentos de horizontalidade e verticalidade em conteúdos temáticos de Biologia: proposta de um exercício de mediação em diferentes escalas.

Gabriela Finco-Maidame
gabrielafinco@hotmail.com

Resumo

Neste trabalho, expõe-se ideias e sugestões do que acredito ser uma possível aplicação de metodologias da pedagogia crítica do lugar/ambiente (COMPIANI, 2013), na apresentação de conteúdos temáticos, das disciplinas de Biologia/Ciências do ensino Básico.

Busca propor uma forma diferenciada de abordagem, dentre as inúmeras possíveis, de fenômenos e estruturas biológicas, mais especificamente do processo da digestão, ao indicar paralelos entre as escalas macro e micro, vislumbrando uma melhor compreensão da complexidade do assunto.

Utiliza como base de referência bibliográfica, o texto de Iná Elias de Castro (1995), denominado O Problema da Escala, onde o termo “escala” é discutido na sua polissemia, além do trabalho de Compiani, acima mencionado.

E o termo “escala”, assim como muitos outros vocábulos, permite várias conceituações, vários sentidos, em concordância com a linha de estudos da Análise de Discurso francesa de Michel Pêcheux e Eni Orlandi (apud CASSIANI, GIRALDI e LINSINGEN, 2012), e essas possibilidades variadas de interpretações são exploradas no trabalho de Castro.

E o dizer sobre a escala, de Boudon (apud CASTRO, 1995), de que ela “introduz a necessidade de coerência entre o percebido e o concebido”, será útil na proposta de um exercício alternativo, objetivando um ganho na compreensão de algumas estruturas e processos biológicos ensinados na escola Básica.

Introdução

Estruturas, processos e organismos biológicos milimétricos, quando apresentados ou estudados isoladamente, sem nenhuma conexão a outros processos, eventualmente não são compreendidos pelos estudantes, no que se refere às suas reduzidas dimensões e também descontextualização. E como poderia ser pensada uma abordagem, para se facilitar o entendimento desses fenômenos nessa microescala?

Uma sugestão que esse trabalho de conclusão de disciplina traz é a apresentação de conteúdos temáticos, neste caso da área biológica, aos estudantes do ensino Básico, baseada em alguns trabalhos e estudos sobre o movimento de compreensão de processos e fenômenos em diferentes escalas, e que permitam comparações e similaridades.

Acreditando numa forma menos engessada de se desenvolver, com os alunos, o conhecimento de conteúdos disciplinares do currículo escolar, cito as palavras de Smith (apud COMPIANI, 2013), que diz que “quando os estudantes e professores tornam-se criadores do currículo, o muro entre a escola e a comunidade se torna muito mais permeáveis”. E completando a ideia anterior, creio ser possível a flexibilidade desse currículo para uma aprendizagem mais interessante, adequada e efetiva.

E o movimento de horizontalidade/verticalidade/histórico-orgânico (COMPIANI, 2013) auxiliará no sentido da apresentação de similaridades em processos com diferentes escalas, como veremos ainda introdutoriamente neste tópico.

É sabido que alguns mecanismos e leis não são transferíveis de uma escala macroscópica para a microscópica (CASTRO, p. 131), e que os processos e parâmetros mudam com o tamanho (idem, p. 121), mas há similitudes e analogias que podem ser utilizadas, no caso, interessantes para o ensino.

Compiani compreende a dimensão horizontal como uma relação entre as partes e o todo e, horizontalizando o dinamismo do assunto biológico escolhido para este trabalho, ou seja, a digestão/processo e estruturas digestivas, e fazendo um paralelo em diferentes escalas métricas, pode-se presumir, por exemplo, que a compreensão e entendimento desse processo biológico pudessem ser melhorados no desenvolvimento da metodologia do movimento horizontal, vertical e histórico-orgânico. E esse movimento parece-nos ser viável também à apresentação de outros processos biológicos em diferentes espécies de organismos fisiologicamente aparentados, como a respiração, a excreção, entre outros.

Apresentar parencas e pistas da evolução no desenvolver da complexidade desses fenômenos seria uma alternativa de comparação, voltada para a fisiologia dos vertebrados, mas neste trabalho vamos atentar para possíveis aproximações em escalas métricas diferentes, na pretensão de um melhor entendimento dos processos e estruturas. Não se deve desconsiderar, também, que esses processos são representados por modelos, além de alguns não terem visibilidade a olho nu.

Ao verticalizar, ou seja, ao se atentar para o modelo, o pontual, neste movimento de contemplar as estruturas e processos, e após, no movimento histórico-orgânico, em que se tem os sentidos se transformando, sofrendo síntese e resignificação, é que surge a oportunidade de se conhecer aprofundadamente detalhes, particularidades.

A escala é, na verdade, a medida que confere visibilidade ao fenômeno (CASTRO, p.123). E porque não procurar processos e estruturas que permitam equivalências, em diferentes escalas?

Nesta proposta de um exercício de mediação, será utilizada a díade parte/todo, baseada nos estudos de Compiani (2013), sobre a “pedagogia crítica do lugar/ambiente”. E, segundo suas ideias, “a compreensão e o entendimento se transformam, nesse movimento de tentar entender, buscar padrões”.

Assim, ele defende que é nessa dinâmica das “três dimensões da dialética e cognições da Terra e do Mundo”, ou seja, horizontalidade, verticalidade e histórico-orgânico, que os fenômenos e as coisas podem ser tratados para a sua melhor compreensão.

Apoio teórico: as diferentes dimensões, a escala e suas relações

O trabalho de Castro (1995), em que o conceito de escala é discutido, inicia-se com a afirmação de que para a matemática, “a escala é, e sempre foi, uma fração que indica a relação entre as medidas do real e aquelas da sua representação gráfica” (p.117).

Aqui, fez-se uso desse termo polissêmico, no sentido de uma ferramenta facilitadora de analogias, mesmo estando cientes de que “na relação entre fenômeno e tamanho, não se transferem leis” (idem, p.118). Mas o tratamento que nos interessa, dado por Castro ao termo escala, é o de que ela é tida “como um problema metodológico essencial para a compreensão do sentido e da visibilidade dos fenômenos numa perspectiva espacial” (ibidem, p.120).

Podemos nos apoiar na afirmação de Castro, de que,

“a escala é uma projeção do real, mas a realidade continua sendo sua base de constituição..., e como o real só pode ser apreendido por representação e por fragmentação, a escala constitui uma prática, embora intuitiva e não refletida, de observação do mundo” (p.132).

No seu significado mais simples, ela permite um recorte intencional, realizado pelo sujeito, e essa ação consiste num bom mecanismo para a prática do ensino com analogias de estruturas e processos.

Compiani faz uso dessa ferramenta (escala), quando discute a tríade horizontalidade, verticalidade e histórico-orgânico (que, segundo o autor, são movimentos do pensamento), em seu trabalho sobre as três dimensões da dialética e cognição da Terra e do mundo, como vemos resumidamente a seguir, no quadro¹ (modificado por Compiani, 2013 – no prelo):

Dimensões	Cognições sobre /na Terra
- horizontal (relação das partes e do todo) (contextualização)	- descoberta e estudo de processos naturais e sociais contemporâneos pelas várias ciências - descoberta de traços de processos similares no passado da Terra e da História (SIMULTANEIDADE, SINGULARIDADE, PARTICULARIDADE) (MOMENTO DESCRITIVO QUALITATIVO)
- vertical (fenômeno e essência) (descontextualização)	- propriedade e categorização dos fenômenos e processos; busca de padrão espaço-temporal da Terra e do Mundo como sistemas e ciclos (PARTE, CAUSALIDADE) (MOMENTO DA ANÁLISE E GENERALIZAÇÃO)
- histórico-genética	- estudo das condições, tempo, lugar e leis de

¹ Este quadro é um resultado de correlacionar os princípios da dialética da natureza de Engels (1979) e dialética do concreto de Kosik (1976) com o estudo sobre espaço de Lefèbvre (1991) e Santos (2006), de onde Compiani resignificou a sua compreensão sobre as dimensões horizontal e vertical de Lefèbvre e Santos e introduziu a terceira dimensão histórico-orgânica. E é de sua autoria cruzar e integrar as três dimensões com os princípios da dialética da natureza.

(caráter orgânico estruturado)	desenvolvimento dos processos históricos naturais e sociais do Planeta Terra
(periodização histórica e síntese espacial)	(MUDANÇA-PROCESSO) (MOMENTO DAA SÍNTESE E DAS TENDÊNCIAS GERAIS)

Fonte: COMPIANI, M. *Os trabalhos de campo vistos como pedagogia crítica do lugar/ambiente*, 2013 (no prelo).

Compiani admite, em relação às atividades da pedagogia crítica do lugar/ambiente, que “precisamos de referenciais teóricos que nos ajudem nessa busca de uma metodologia e epistemologia na qual a categoria de totalidade, o raciocínio de síntese e metodologias históricas tenham grande importância” (p.1).

E, baseado no quadro apresentado anteriormente, faz uma longa discussão ressaltando o papel epistemológico e da prática científica de duas importantes Ciências da Terra; a Geologia (ciência histórica que foca a Terra e a sociedade com uma de suas esferas) e a Geografia (outra ciência histórica que foca, a partir da sociedade, as intrínsecas e complexas relações entre sociedade/ambiente).

Mas voltando à proposta deste trabalho, ou seja, de um exercício de correlação, na tentativa de se estimular a visualização das partes para se reconsiderar o todo, nos baseamos na afirmação de Compiani de que,

“a ideia das três dimensões horizontal, vertical e histórico-orgânica é que os fenômenos/coisas consigam ser tratados pelos princípios da dialética. As três dimensões são como se fossem perspectivas, recortes que nos auxiliam a compreensão de um fenômeno, da coisa como totalidade e em movimento histórico, e que são, também, um método de abordagem, que junto com as escalas, orientam os processos de obtenção de informação e interpretação” (p.16)

Na proposta deste trabalho, envolvendo temas biológicos, a horizontalidade nos proporcionará o olhar sintético do processo e estruturas da digestão, que possui similitudes entre os vertebrados. Digamos, simploriamente, que se trata de um fenômeno fisiológico que consiste na quebra e direcionamento dos nutrientes para eventual aproveitamento, através de um sistema formado por órgãos especializados, juntamente com o processo de formação e separação do material a ser excretado.

Mas voltando aos detalhes das ideias de Compiani, na sua concepção,

“a integração vertical é analítico-conceitual, ela interpreta diferentes fenômenos em si e em suas relações contextuais ou não, pois descontextualiza o fenômeno para buscar uma generalização aplicável para diferentes contextos, ou seja, a integração não é em um dado ponto da superfície mas é uma hierarquização vertical conceitual (p.16).”

Já a horizontalidade, segundo Santos e Moreira (*apud* COMPIANI, 2013),

“é descritivo-sintética uma vez que relaciona fenômenos pelo contexto espaço-temporal, não perdendo de vista as referências de origem contextual, ou seja, a localização relativa com suas contiguidades e vizinhanças são cruciais, porém o

horizontal é mais do que isso ao trazer resultados de coabitação e da coexistência do diverso (p.17).”

Ao apresentar as bases da pedagogia crítica do lugar/ambiente, para uma melhor compreensão dessas ideias, Compiani cita várias díades importantes para a interpretação e entendimento geral, e as relacionam com a tríade das dimensões do conhecimento dialético, ou seja, a horizontalidade, verticalidade e histórico-orgânico.

A intenção que essas idealizações visam, segundo Compiani,

“é caminhar no sentido de práticas e concepções de educação, que modifiquem os paradigmas atuais de um ensino descontextualizado para atividades teórico-práticas calcadas em trabalhos práticos no lugar de vida da comunidade escolar, enfocando dialeticamente o local/global, o particular/geral e o generalizável/histórico” (p.10).

E a presente proposta (neste trabalho de monografia) sugere um paralelo, um exercício de correspondência entre a díade parte/todo, e conteúdos curriculares com enfoques biológicos, como vemos a seguir.

Proposta e discussão de um exercício de mediação

Com base nos referenciais acima citados, pensou-se em propor um exercício visando facilitar a compreensão, por parte dos alunos, do processo e estruturas da digestão. E Compiani orienta que, usualmente, começa-se o estudo de um fenômeno pela horizontalidade.

Considerando o processo e estruturas digestivas dos seres do Filo *Chordata*², sugerimos a sua apresentação, observação e discussão, em escalas diferentes, utilizando o movimento da horizontalidade, verticalidade e histórico-orgânico. E uma proposta de etapas a serem seguidas seria:

- a) Na escala macro, ou seja, considerando a escala da espécie humana/indivíduo homem, iniciariamos com o estudo da digestão como um processo geral, comum aos cordados, com seu sistema completo e complexo, e formado por órgãos especializados na quebra e separação dos nutrientes encontrados na alimentação desses seres. Aqui, há a prática do movimento da horizontalidade ao comparar o sistema digestório de várias espécies desse Filo, apresentando as semelhanças estruturais e funcionais (por exemplo, com o auxílio das figuras a seguir). Essa comparação, concomitantemente, contribuiria para ganhos na percepção da evolução fisiológica desses seres.

² Ou seja, os cordados, que compartilham muitas características em comum, entre elas a presença de simetria bilateral, notocorda, tubo nervoso dorsal, sistema digestório completo, entre outras.

Anatomía de un reptil

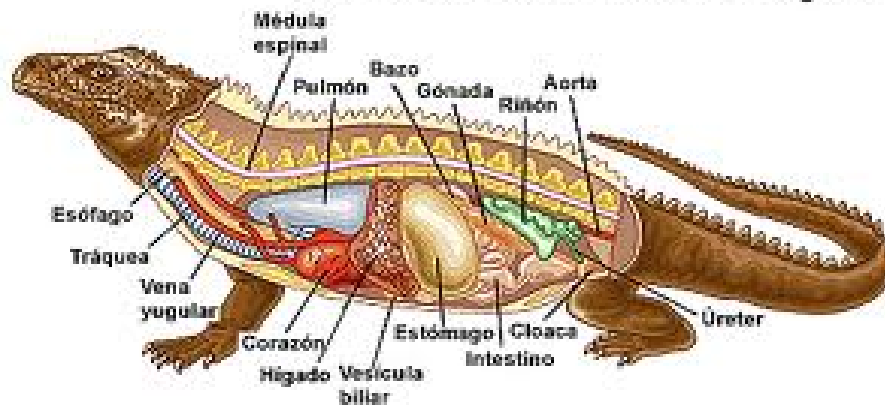


FIGURA 1 – Anatomía digestiva de un réptil (Fonte: www.angonese.blogspot.com.br, em 06/12/2013.)

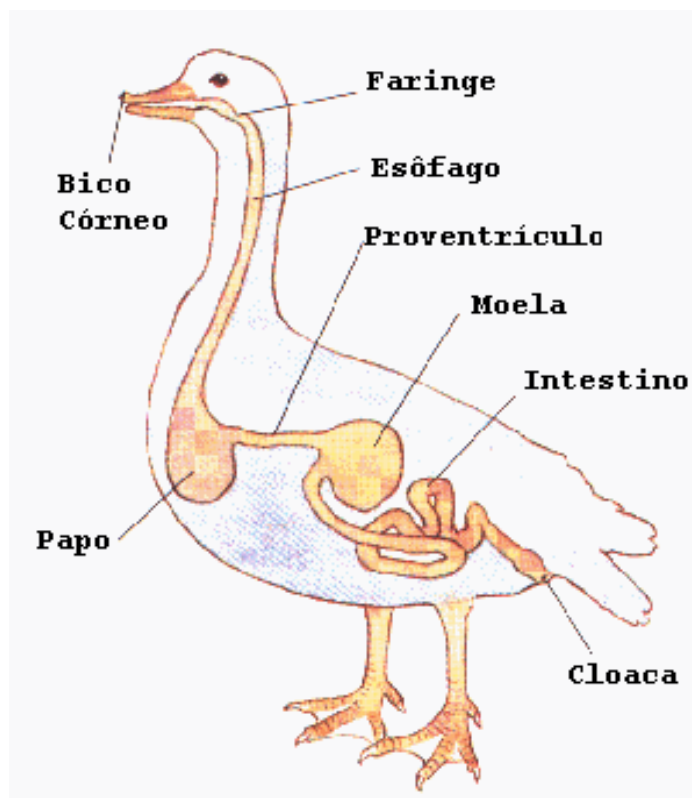


FIGURA 2 – Anatomía digestiva de una ave (Fonte: www.sobiologia.com.br, em 06/12/2013.)

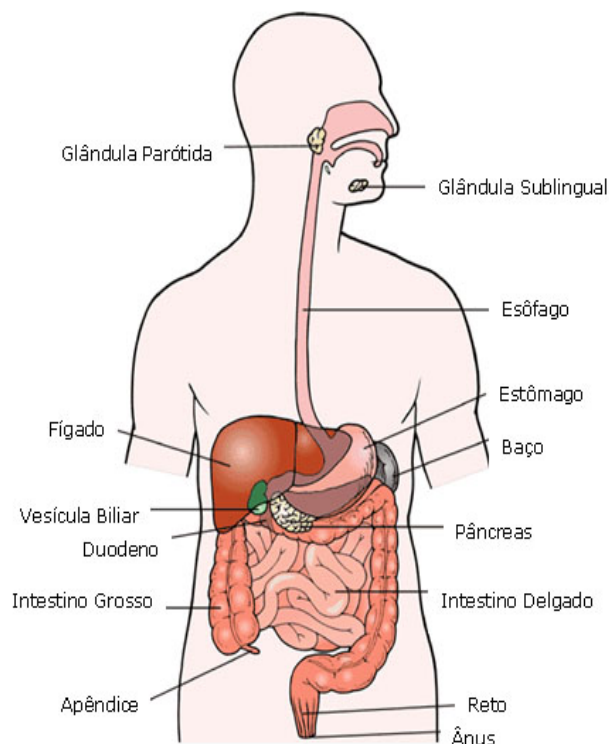


FIGURA 3 – Anatomia digestiva do homem (Fonte: www.estudopratico.com.br, em -6/12/2013)

- b) Na escala micro, agora olhando para a unidade *célula*, mais especificamente para os processos de endocitose celular³ numa célula animal, detalhes seriam apresentados e discutidos como, por exemplo, a origem desses nutrientes que são novamente “capturados” e quebrados na presença de enzimas específicas, disponibilizando assim energia e moléculas ainda menores para a formação e desenvolvimento de estruturas intracelulares.

Neste momento, exercitaríamos um diálogo entre a verticalidade (e a horizontalidade), que é a dimensão da descontextualização, nas suas especificidades, no detalhar do modelo, das organelas, enzimas e estruturas celulares envolvidas, tentando-se em seguida conduzir para o raciocínio de relações com a escala macro, na busca de padrões entre ambas (ver figura 4). A compreensão de processos mais gerais e as relações de causa e efeito também aparecem nesse campo da verticalidade.

³ Processo metabólico através do qual são captadas, pelas células, macromoléculas, substâncias em forma de partícula, e em certos casos, outras células. Em outras palavras, as partículas em questão passam do meio extracelular para o meio intracelular, através de vesículas (vesículas de endocitose) formadas durante o processo de englobamento delas. Esse englobamento pode ser de dois tipos – endocitose e pinocitose, sendo que seu processo contrário, ou seja, o movimento de expulsão de substâncias da célula, denomina-se exocitose.

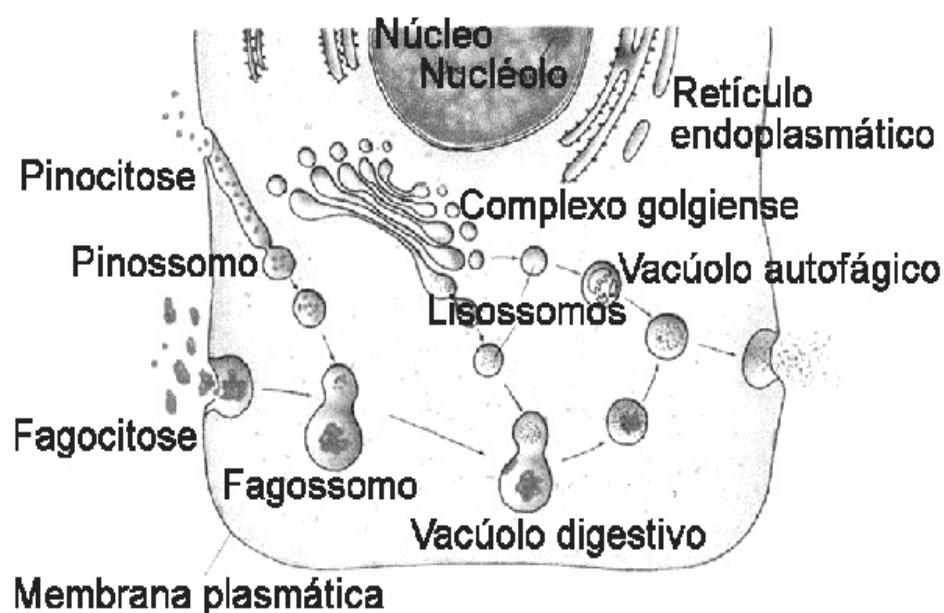


FIGURA 4 – Esquema do processo de endocitose celular (Fonte: www.djalmasantos.wordpress.com, em 06/12/2013).

- c) E voltando ao sistema digestório, no caso, da espécie humana, estimular a discussão, a análise e a tentativa de correlações com o processo de captura externa do alimento e a sua quebra e utilização a nível celular. Compiani trata essa dimensão como um movimento ou uma “mudança em que tudo se transforma”. Nessa dimensão, é propício o encorajamento à capacidade interpretativa dos alunos, por meio de, por exemplo, manifestações orais ou escritas, para que os conhecimentos estudados se (re)construam durante o desenvolvimento dessa prática.

Trata-se de um exercício relativamente simples, mas que abre possibilidades de uma abordagem interessante, no sentido de estimular o entendimento através de analogias, para se pensar numa aprendizagem mais sintética, mais dependente e dinâmica desse processo fisiológico.

Nas duas escalas adotadas no exercício proposto, seria desejável que o aluno compreendesse que o nutriente, seja ele o ingerido através da boca, ou aquele cuja célula engloba (via fagocitose⁴ ou pinocitose⁵) e utiliza, consiste na mesma substância que sofre várias quebras e libera energia para os processos vitais e manutenção das estruturas fisiológicas. A compreensão dessas quebras, liberação de energia e aproveitamento dos nutrientes, em diferentes escalas, pode provocar uma clarificação do assunto e correlação da parte (digestão intracelular) com o todo (digestão no interior dos órgãos).

⁴ Processo de captura e englobamento de partículas sólidas (ou de maior porte) através da formação de prolongamentos citoplasmáticos, os quais praticamente “abraçam” a partícula a ser capturada. Fonte: AMABIS & MARTHO. Fundamentos da Biologia Moderna, p. 83.

⁵ Processo de englobamento de substâncias no estado líquido (ou partículas pequenas) através de invaginações na membrana citoplasmática, denominados canais de pinocitose. Fonte: AMABIS & MARTHO. Fundamentos da Biologia Moderna, p. 85.

Nesta sugestão de abordagem, para esse conteúdo curricular, também é possível apontar algumas particularidades do processo digestório associadas a conteúdos didáticos que permeiam enfoques em outras disciplinas (ou perspectivas interdisciplinares), como por exemplo, às *reações químicas*, comum ao currículo da disciplina de Química, ou às *transformações de energias* (no caso, energia química em calorífera), do currículo da disciplina de Física. Comentar sobre a existência de ligações e reações específicas, além do produto energético desse processo, seria interessante e coerente, e ao mesmo tempo, sugeriria uma oportunidade de interface entre essas áreas.

Servimo-nos da horizontalidade quando comparamos alguns sistemas das Classes dos Anfíbios, das Aves e dos Mamíferos (pertencentes ao Filo dos Cordados), e verificamos similaridades em suas estruturas e fisiologia. Isso pode ser percebido, por exemplo, no processo da digestão e no conjunto de órgãos especializados que quebram e liberam inicialmente os nutrientes para eventuais processos intracelulares. Compiani fala em “aspectos da realidade presos por laços necessários e recíprocos”. Recíprocos no sentido da interdependência do fenômeno/processo e estruturas, e da possibilidade de correlações entre ambos.

No movimento da verticalidade, teríamos uma compreensão maior desse fenômeno em estudo, com melhor detalhamento. E na terceira dimensão buscaríamos a integração das primeiras, almejando uma reestruturação da visão geral, no sentido de funcionamento conjunto e dependente. Para Compiani, no caminho da “formulação de tendências gerais”.

Para o autor dessas ideias, “uma parte analiticamente aprofundada resignifica o todo e novas compreensões reorientam as possibilidades analíticas”. Isso quer dizer que ao olhar para a célula e tentar compreender o seu funcionamento metabólico de obtenção e quebra de nutrientes, é natural que a pergunta “de onde vem o alimento” surja. Com o retorno para o “geral”, temos o movimento genético-orgânico que possivelmente levará a resposta dessa questão.

Deste modo, acreditamos que a visão do processo digestório nas diferentes espécies de cordados, considerando o sistema (conjunto de órgãos especializados) e a digestão intracelular, não se dissociam, e sim se posicionam no espaço e nos seus respectivos papéis, tratando na sua complexidade (e com uma metodologia mais compreensível dessa complexidade) desta forma, a falta de relação entre parte e todo, e o modo compartimentado como os conteúdos curriculares são apresentados. E que também o estudo desses processos, em diferentes escalas, contribui para essa ideia de síntese, de subordinação e de conexão.

Considerações finais

Neste trabalho de conclusão de disciplina, sugeriu-se um exercício de mediação, em diferentes escalas de observação, utilizando como referencial a movimentação que a pedagogia da horizontalidade/verticalidade e histórico-orgânico permitem, aplicada a conteúdos do currículo biológico.

Para a apresentação do processo e fisiologia da digestão, foi proposta uma abordagem inicial, na totalidade desse fenômeno, com uma visão geral do funcionamento desse sistema no Filo *Chordata*. Em seguida, indicou-se um estudo e análise na escala micro, olhando para esse processo a nível celular, buscando a apreensão do conceito, de detalhes sobre as estruturas envolvidas, das relações substrato (nutriente) X enzimas, do processo em si e da sua relevância para os seres. E por fim, retornando à escala macro, na expectativa de que relações sejam inferidas,

no sentido de uma reestruturação das ideias e do entendimento do todo para o funcionamento e manutenção do organismo.

O estudo de fenômenos fisiológicos, em diferentes escalas, pode auxiliar no entendimento dos mesmos, respeitando algumas particularidades. Mas Castro ressalta um ponto importante a se conhecer, porém sem relação direta com essa proposta que intenciona encontrar similaridades de um fenômeno em escalas distintas, com a finalidade de uma correlação de processos dependentes entre si. Castro (1995, p.130) menciona que “a noção de escala inclui tanto a relação como a inseparabilidade entre tamanho e fenômeno”.

Um interessante exemplo que concorda com a afirmação de Castro, no campo da nanotecnologia⁶, é a interferência quase nula da gravidade em fenômenos com escala nanométrica, comparados a processos na escala micrométrica, como vemos na tabela a seguir, extraída do texto de Medeiros, Paterno e Mattoso (2006), intitulado *Nanotecnologia*:

Unidade de medida	Do tamanho de	Efeitos predominantes
Metro (m) 1,0 m	Criança pequena, bicicleta, etc.	Gravidade, atrito, combustão
Centímetro (cm) 0,01 m	Polegar humano, moedas, etc.	Gravidade, atrito, combustão
Milímetro (mm) 0,001 m	Grão de açúcar, etc.	Gravidade, atrito, combustão, força eletrostática
Micrômetro (µm) 0,00001m	1/40 do diâmetro de um cabelo humano	Força eletrostática, van der Waals, movimento browniano
Nanômetro (nm) 0,00000001m	Comprimento de uma fila de 5 a 10 átomos	Força eletrostática, van der Waals, movimento browniano, mecânica quântica
Angstrom (Å) 0,000000001m	1 átomo, 10 vezes o comprimento de onda de um elétron	Mecânica quântica

Efeitos predominantes com a redução da escala desde dimensões de Metros até Angstroms (Fonte: Medeiros, Paterno e Mattoso. *Nanotecnologia*, p.11).

Observando os dados da tabela acima, podemos verificar que, na escala nanométrica, outros efeitos (força eletrostática, van der Waals, movimento browniano e mecânica quântica) são predominantes em relação à gravidade.

⁶ A nanotecnologia estudo de manipulação da matéria numa escala atômica e molecular. Geralmente lida com estruturas com medidas entre 1 a 100 nanômetros ao menos uma dimensão, e inclui o desenvolvimento de materiais ou componentes e está associada a diversas áreas de pesquisa e produção na escala nano. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>, em 07/12/2013.

Segundo os estudos desses autores, na nanoescala (assim como em outras magnitudes) temos a mudança do comportamento de algumas forças. E ressaltam também que,

“no mundo dos seres humanos, os força gravitacional e a força de atrito são as predominantes, e que adicionalmente às forças naturais, encontram-se as forças dominadas pelo homem como a proveniente dos motores de combustão interna ou as forças eletromotoras que impulsionam as máquinas elétricas. Essas forças são dominantes desde a escala macroscópica até dimensões de até cerca de um milímetro, permitindo a tecnologia industrial (p. 11)”.

Contudo, no nosso caso, ou seja, na comparação sugerida no exercício sobre o processo e estruturas da digestão, não é foco intencional a predominância ou não de tais efeitos e forças, mas sim a essência, o entendimento do processo propriamente dito e a subordinação entre si, ou seja, as suas correlações e correspondências.

No exemplo do processo biológico eleito e utilizado no exercício proposto anteriormente (da digestão dos cordados, intracelular e humana), temos “nutrientes” com tamanhos e características diferentes, que são ingeridos e que necessitam de enzimas (catalisadores naturais) específicas para cada reação de quebra. E similaridades podem ser sugeridas nas diferentes escalas ao se visualizar o processo de uma forma geral e se entender as suas relações de sujeição.

E esse movimento de visualizar o global, para em seguida se ater aos detalhes, e finalizar com um diferente (re)entendimento da compreensão inicial é que permite um reconhecimento mais contextualizado dos processos e fenômenos e, de acordo com Compiani,

“A análise e a busca da generalização comandam os olhares e pensamentos na verticalidade, já que a partir de partes dos fenômenos pela análise e raciocínios de causalidade busca-se apreender primeiro cada parte, suas conexões internas e os processos de causa e efeito, que conjugados som a dimensão horizontal, propiciam apreender o conjunto dessas conexões relacionado ao desenvolvimento e o movimento (devir) da coisa, que é a dimensão histórico-orgânica (p.18).”

Referências bibliográficas

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. (1990). *Fundamentos da Biologia Moderna*. Editora Moderna, São Paulo, 428 p.

CASSIANI, S.; GIRALDI, P. M. e LINSINGEN, I. V. (2012). *É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais? Contribuições da análise de discurso para a educação em ciências*. Educação: Teoria e Prática, v.22, n.40, mai/ago.

CASTRO, I. E. de. (1995). O problema da escala. In: *Geografia, conceitos e temas*.

COMPIANI, M. (2013). Os trabalhos de campo vistos como pedagogia crítica do lugar/ambiente. In: *Novas perspectivas em Geografia*. Ed. Bertrand, Rio de Janeiro, (no prelo).

COMPIANI, M. (2007). *O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos; implicações para o ensino de ciências e educação ambiental*. Rev. Ciência e Educação, v. 13, n. 1, p. 29-45.

MEDEIROS, E. S., PATERNO, S. G. & MATTOSO L. H. C. (2006). Nanotecnologia. In: *Nanotecnologia: Introdução, Preparação e Caracterização de Nanomateriais e Exemplos de Aplicação*. Artliber Ed.

SOARES, J. L. *Biologia - volume único (1997)*. Ed. Scipione, 9ª edição, São Paulo, 509 p.