

A HISTÓRIA DAS COMPREENSÕES SOBRE O PROCESSO DE DIGESTÃO HUMANA E AS COMPREENSÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO E DA UNIVERSIDADE

*Nádia G. S. de Souza**

RESUMO

Este artigo propõe-se a discutir algumas relações possíveis entre o estudo histórico do processo do conhecimento do conceito de digestão humana, as compreensões e os "quadros de referência" apresentados por estudantes em etapas finais de escolarização, ao final do Ensino Médio, e no início e final de cursos universitários em Ciências Biológicas.¹ Essa análise pode contribuir na reflexão dos critérios de seleção e organização dos conteúdos que integram os programas escolares; além disso, fornecer indícios sobre o caráter construído dos conceitos contribuindo para a compreensão da complexidade que configura o produção de conhecimento. **Palavras-chave:** Digestão Humana; Estudo Histórico; Conhecimento Científico; Compreensões dos(as) Estudantes; Processo Ensino-Aprendizagem.

THE HISTORY OF THE UNDERSTANDING OF THE PROCESS OF HUMAN DIGESTION AND THE WAY IT IS UNDERSTOOD BY HIGH SCHOOL AND UNIVERSITY STUDENTS

This article intends to discuss some possible relationships between the historical study of the process of the knowledge of the human digestion's concept, and its understanding and "reference charts" presented by students in final stages of their schooling, at the end of the high school, and in the beginning and the end of university studies in Biological Sciences. This analysis can contribute to the reflection on the criteria for selecting and organizing the contents that integrate school programs. Besides, this analysis can help to understand the processes of conceptual organization and contribute to understand the complexity of the knowledge production process.

Key Words: Human Digestion; Historical Study; Scientific Knowledge; Students' Comprehension Processes; Teaching-Learning Process.

* Depto. de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: desouza@netmarket.com.br

INTRODUÇÃO

O estudo histórico evidenciou que o conhecimento do conceito de digestão humana correspondeu a um processo produzido pelos sistemas de relações que constituíram esse conceito nas diferentes épocas² conferindo-lhe significado.³ Além disso, possibilitou-me perceber alguns fatos ou idéias⁴ que facilitaram, dificultaram (obstáculos epistemológicos)⁵ ou propiciaram mudanças nesse saber. A sua realização abrangeu os períodos compreendidos desde a Antiguidade até o século XX.

Ao relacionar a dimensão histórica do conceito de digestão humana com os tipos prevaletentes de compreensões apresentadas pelos/as alunos/as da amostra pesquisada sobre este conceito, busquei verificar as interrelações conceituais que eles estabeleciam e se essas incluíam a "dimensão contemporânea" do conceito, ou implicavam a "permanência" de elementos próprios a definições "mais antigas" sobre este processo. Adotar o ponto de vista histórico na análise não significou considerar que a apropriação conceitual dos/as alunos/as reproduza o percurso histórico, pois as condições e questões envolvidas nos dois processos são diferentes. Ressalto, também, que não pretendi defender a idéia de que se deva construir uma proposta didática a partir do modelo histórico, o que implicaria desconsiderar o contexto escolar. O ponto de vista histórico foi considerado um importante "sistema de referência" para analisar por comparação os processos de compreensão e os "quadros de referência" revelados nas respostas dos/as alunos/as sobre o conceito. Nesse sentido, a análise feita aproximou-se das adotadas por Giordan (1983, 1991), Chevallard (1985) e Grosbois *et al.* (1992).

COMENTÁRIOS SOBRE O PROCESSO HISTÓRICO DO CONHECIMENTO DO CONCEITO DE DIGESTÃO HUMANA E ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O estudo histórico do processo do conhecimento do conceito de digestão possibilitou-me perceber a existência de diferentes sistemas de relações ou inter-relações conceituais que constituíram o significado atribuído a esse conceito nas diferentes épocas. Para ilustrar as condições históricas de possibilidade de produção das compreensões sobre a digestão, passo a comentar alguns sistemas conceituais segundo os quais esse conceito foi referido e explicado.

As primeiras referências à digestão humana encontram-se na Antiguidade, período helênico, relacionadas à *teoria humoral*.⁶ Esta explicava a constituição do ser humano, suas peculiaridades e mudanças na *saúde e enfermidade*, em consonância com a preocupação predominante na época, que era o conhecimento sobre a *natureza* e a *constituição das coisas visíveis*. No sistema de idéias que constituiu a teoria humoral, a digestão foi referida como o fenômeno que possibilitava

o aproveitamento do alimento, ou seja, era ela que extraía os *elementos* existentes nos alimentos conforme o *gosto* da pessoa, que definia a quantidade de *elemento* a ser retirada de cada alimento.

Essas idéias sugerem que as primeiras referências à digestão humana relacionavam-na à explicações gerais sobre vida, à constituição da matéria e do corpo humano, ao aproveitamento do alimento, à saúde e à enfermidade.

Já no período greco-romano (séc.V e VI), as preocupações deslocaram-se da natureza para o homem, explicado conforme a compreensão de que a vida do corpo animal dependia da ação da *alma* ou *psiquê*, de natureza racional e divina, da qual o corpo se distinguia.⁷ Nesse sistema de pensamento, acrescido de idéias advindas da anatomia comparada, Aristóteles propôs que a *digestão* ou as *cocções* do alimento pelo *calor vital* ocorriam no estômago e coração, formando-se, respectivamente, um *líquido* e o *verdadeiro sangue*, que constituiria todas as partes do organismo.

Posteriormente, Galeno, seguidor da tradição helênica, admitiu a superioridade do *logos* (função racional e divina) sobre as demais funções do organismo, o que o levou a estabelecer uma ordenação das funções vitais e um correlato anatômico e, em consequência, perceber a anatomia e fisiologia dos órgãos como inseparáveis.⁸ Conforme essas idéias, suas explicações fisiológicas fundamentaram-se especialmente nas três *cocções* ou *digestões*. Estas correspondiam a transformações substanciais do alimento em *quilo*, *sangue* e *matéria do corpo*, respectivamente no estômago, no fígado e nas partes periféricas. Para ele o *sangue* recebia no *coração esquerdo* o *pneuma* ou *spiritus* e o *calor inato* desse órgão, transformando-se em *sangue pneumatizado* e *aquecido*, que era transportado para as *partes periféricas* do organismo.

Os modelos explicativos de Aristóteles e Galeno sobre o funcionamento do organismo sugerem que a digestão era percebida como um fenômeno de transformação (cozimento) associado a um princípio metafísico, o *calor vital*, cuja ocorrência não se limitava a órgãos pertencentes ao que atualmente se denomina sistema digestivo, mas ocorria também em órgãos de outros sistemas e que relacionava o alimento com a constituição do sangue e organismo; além disso, integraram esses modelos as compreensões das funções do coração⁹ e fígado,¹⁰ o que lhes conferia níveis diferentes de importância nesse processo, e o entendimento da circulação como um sistema aberto.

Ao procurar localizar nos textos históricos mudanças conceituais nessas explicações, percebi que esse modelo explicativo sobre o conhecimento anatomofisiológico humano predominou até o século XIII estendendo-se até a Renascença. Isso me levou a investigar as condições internas e externas à ciência estudada que possam ter contribuído na manutenção de tais idéias. Talvez, tal fato tenha sido decorrência, em parte, dos esquemas biológicos gerais e teleológicos segundo os quais foi explicado o funcionamento do organismo atribuindo-lhe uma única função, a *vida*; e, em outra parte, das suas explicações admitirem a existência de um princípio que determinava *a priori* o funcionamento dos órgãos do corpo

humano, seja os *spiritus vitais* para Aristóteles, seja o *Criador* para Galeno, este último em consonância com o crescente pensamento cristão da época. O sistema de pensamento segundo o qual os fenômenos eram divinamente estabelecidos ou explicados, não estando portanto, sujeitos a mudanças, talvez, tenha dificultado o surgimento de problematizações sobre a organização anatomofisiológica humana. Outro aspecto relevante refere-se às condições nas esferas social - o domínio da estrutura político-social romana sobre os Estados gregos e, posteriormente, o movimento islâmico - e cultural - o *escolasticismo* - sistema de pensamento que cultuava o universalmente conhecido e orientava as traduções das obras clássicas para o latim, no século X, colaborando na manutenção de um pensamento fundamentado na tradição. Tais aspectos sugerem que a produção de conhecimento¹¹ é influenciada por sistemas de pensamento e práticas sociais e políticas não se limitando, portanto, ao interior da ciência.

Por outro lado, na Renascença, ainda ocorrem importantes mudanças no contexto sócio - político com o surgimento dos Estados Nações, o fortalecimento da burguesia e os conflitos entre os poderes pontifício e imperial, que vão originar uma profunda crise nos ideais cristãos vigentes até então e na forma do homem conceber a Natureza. Em decorrência, o modelo explicativo fundamentado na fé foi gradativamente substituído pelo da razão humana. Tais mudanças refletiram-se, também, na forma do sábio conceber o conhecimento, introduzindo o humanismo científico, sistema de pensamento movido pelo espírito crítico, que orientou os estudiosos da época e levou à ruptura com a visão dos antigos. Embora nessa época as explicações anatomofisiológicas fossem descritivas, segundo a visão galênica, e os processos saúde e enfermidade continuassem a ser explicados segundo os humores corporais, o sábio passou a procurar no fundamento corpóreo as explicações, introduzindo os estudos anatômicos em cadáveres humanos. Novamente percebo a influência de elementos aparentemente externos à ciência na produção desse conhecimento pela introdução, neste caso, de uma outra forma de "ver" o objeto a ser conhecido. Nesse contexto, a partir do século XVI, passaram a coexistir dois sistemas de pensamento segundo os quais o corpo humano foi explicado, a visão *organicista*, na qual incluo as explicações de Paracelso baseadas na *quimiatría*, e a *mecanicista*, fundamentada nos estudos anatômicos desenvolvidos por da Vinci e Vesálio. A visão deste último, de buscar compreender a estrutura orgânica segundo o seu movimento, levou, posteriormente, ao desenvolvimento dos estudos fisiológicos. Essas duas concepções orientaram as compreensões sobre a fisiologia digestiva que, nos séculos XVII e XVIII, foi estudada e explicada segundo a *iatroquímica*¹² e a *iatromecânica*¹³ associadas a práticas de experimentação. Esses estudos possibilitaram, ao final do século XVIII, a compreensão do caráter químico e mecânico dos processos digestivos ao nível do estômago e da interferência do calor. Esses fatos chamaram-me a atenção para o longo período de tempo transcorrido desde as primeiras referências à digestão até o surgimento de uma explicação enfocando algumas compreensões que constituem, ainda hoje, as explicações desse

processo. além disso, alertou-me para a necessidade do surgimento de outras idéias (visão dinâmica, conceitos advindos da anatomia e fisiologia, explicações químicas e mecânicas), problemas (princípio vital, constituição humana, processos digestivos) e tecnologias (investigação no corpo humano, experimentação, método mensurativo aplicado ao estudo biológico, etc.), que possibilitassem uma outra forma de percepção do fenômeno.

Retomando a história, assinalo, ao final do século XVIII, as influências nas investigações das diferentes áreas, das idéias do "biólogo" John Hunter, que focalizavam os princípios mais gerais da vida e dos ensaios filosóficos de Goethe, que afirmavam a existência de uma uniformidade na organização dos seres vivos. Em consonância com esse sistema de pensamento, os estudos da química, física, fisiologia animal e comparada, anatomia, biologia entre outros, aliados aos avanços tecnológicos ocorridos ao longo do século XIX, passaram a enfocarem os fenômenos vitais numa perspectiva mais abrangente e integrada. Em relação às explicações sobre a digestão, foi durante esse período que se produziu a compreensão desse processo como integrando as funções ao nível de órgãos do mesmo sistema - incluindo o fígado e intestinos - de outros sistemas como a respiração e circulação e nutrição, e ao nível das células - e relacionado a outros seres vivos através da fotossíntese, respiração e alimentação.

A continuidade dos questionamentos sobre a vida, investigados em meados dessa época, segundo a compreensão da existência de um fluxo de matéria e energia no universo e da fisiologia da célula, vão direcionar os estudos para a constituição da célula e dos processos que ocorrem no seu interior. Em consonância com a crescente tendência do final do século passado, as investigações sobre a vida direcionaram-se, simultaneamente, do elementar para o todo do organismo; e, ao mesmo tempo, configuraram-se como analíticas e sintéticas, e, ainda, distintas e unificadoras. Nesse contexto, no início do século XX, desenvolveram-se as pesquisas bioquímicas sobre o metabolismo celular especialmente sobre a origem do calor e do movimento animal. Ao que parece a pergunta dos antigos sobre a constituição dos seres vivos é retomada num outro sistema de relações, o que lhe traz novos significados e explicações, sendo nesse conjunto de idéias que a digestão, ou melhor dizendo, o processo digestivo vai ser explicado. Conforme um sistema que relaciona macro e micro, constituindo a visão de um ciclo que abrange fenômenos em nível do ambiente como a fotossíntese, a alimentação e aspectos a ela relacionados, em nível do corpo, seus órgãos e metabolismo, até os processos que implicam a devolução desses constituintes ao ambiente.

Para finalizar essa discussão de caráter mais histórico do processo do conhecimento, ressalto, novamente, a compreensão da existência de inter-relações entre sistemas de pensamento internos e externos à ciência, que vão constituir as épocas segundo as quais os fenômenos são percebidos e explicados nas diferentes épocas. Lembro, também, que mudanças nesses sistemas de pensamento originam novas formas de "ver" o objeto.¹⁴ Tal compreensão introduz a visão do caráter

construído do objeto de construção, isto é, da existência de categorias que vão nortear o olhar ou a forma do cientista perceber o fenômeno. Ao mesmo tempo, ressalto que esta compreensão problematiza e relativiza a ideia da neutralidade científica e da existência de uma única verdade. Nesta perspectiva pode-se pensar o conhecimento científico como uma prática social de significação e re-significação do real, portanto, como produtora de verdades contingentes e históricas resultantes desse processo e, também, refletir-se sobre os critérios que constituíram/constituem essas explicações.

ALGUMAS APROXIMAÇÕES ENTRE O ESTUDO HISTÓRICO E AS COMPREENSÕES DOS/AS ESTUDANTES

Conforme o título indica, proponho-me discutir nesta seção a possibilidade de se estabelecer algumas relações entre a história da produção do conceito de digestão e o processo ensino-aprendizagem, através da análise de algumas compreensões apresentadas pelos/as estudantes frente a um instrumento de investigação.¹⁵

A compreensão adquirida que os conceitos são produzidos historicamente, constituídos, portanto, por um conjunto de conhecimentos que lhe conferem significado, levou-me inicialmente a procurar conhecer os "quadros de referência"¹⁶ dos/as estudantes sobre a digestão humana e os processos a ela vinculados. Nessa direção, percebi que as respostas dos/as estudantes ao explicarem, por exemplo, a importância da alimentação, corresponderam a um sistema de relações que integrou as ideias de aquisição, "de nutrientes" e/ou "de energia", e de finalidade, "para a vida", "para a realização de atividades", "para o funcionamento", "para a saúde e o crescimento". Elas também incluíam ideias sobre a estruturação orgânica do ser humano. Essas compreensões integraram e/ou integram as explicações formuladas sobre os alimentos nas diferentes épocas que referi na parte inicial deste artigo. Por exemplo, ao relacionarem a alimentação com a obtenção de energia e nutrientes, associaram-na à constituição do organismo, sugerindo continuidade da ideia que teve início na Antiguidade sobre o modo de aquisição de "elementos" do alimento para constituírem os *humores* corporais; já o predomínio da ideia da aquisição de energia através da alimentação levou-me a perceber a prevalência, ainda hoje, do modelo bioenergético de Lavoisier e Seguin, século XVIII, sobre o valor nutritivo do alimento. Em relação às funções dos constituintes dos alimentos essas foram associadas a processos gerais como "vida", "atividade e força", ou a conhecimentos contemporâneos, como o "funcionamento" à fisiologia, e saúde e crescimento à nutrição. Em relação à saúde pude perceber, também, que essa é uma compreensão que integra as explicações formuladas sobre a alimentação desde a Antiguidade. Além disso, ao relacionarem as funções dos constituintes dos alimentos à estruturação orgânica de ser humano os/as estudantes evidenciaram diferentes níveis de compreensão, que relacionei com os modos como a organização dos seres vivos foi

percebida nas diferentes épocas: ao nível do corpo ou organismo no século XVII, dos órgãos e células que vigorou até o século XIX; e do metabolismo, que constitui uma das formas mais atuais de explicação dos processos que ocorrem em todos os organismos.¹⁷ Essa análise ressalta, mesmo que parcialmente, o conjunto de conhecimentos implicados na estruturação do conhecimento dos/as estudantes e permite questionar as práticas pedagógicas fundamentadas na apresentação de conceitos determinados *a priori*, que desconsideram a existência desses "quadros de referência" segundo os quais os conceitos serão formulados ou interpretados. Desconsiderar a existência desses modelos ou constructos que desocificam e explicam a realidade pode dificultar as relações entre as novas informações e as já construídas pelos/as estudantes e provocar um "diálogo" incomensurável entre o modelo apresentado pelo/a educador e o construído pelos/as estudantes, o que frequentemente pode gerar a memorização temporária de conceitos e não a sua compreensão.

Um aspecto que considero relevante ressaltar refere-se à permanência e o preomínio de "dogmas"¹⁸ e/ou de idéias de "senso comum" nas explicações dos/as estudantes, mesmo entre os universitários, visando destacar a influência de outros espaços educacionais e a dificuldade de se modificar algumas noções previamente estabelecidas. Nesse sentido, a constatação de que nas explicações dos/as estudantes sobre os constituintes de uma dieta saudável, prevaleceram as proteínas, carboidratos e vitaminas, permitiu-me perceber tanto a permanência de conhecimentos mais "antigos" sobre a função dos nutrientes, como de idéias dogmáticas no caso das proteínas e vitaminas originadas no início desse século e que, ainda hoje, são intensamente divulgadas pela mídia; processo semelhante ocorre com a questão dos lipídios. Neste caso, há o predomínio de uma visão "negativa" quanto à presença desse nutriente nas dietas. Além disso, a constatação da prevalência, nas explicações dadas pelos/as estudantes sobre a localização dos processos digestivos - a digestão ocorre somente no estômago - e que é semelhante ao pensamento que circula na população em geral, introduz dois aspectos para discussão. Um é referente à permanência de um conhecimento mais "antigo", ou seja, que vigorou a partir do século XVIII de que a digestão se limitava aos processos químicos e mecânicos do estômago. Outro é relativo ao processo de produção de conhecimento; neste caso, as referências aos processos ocorridos no estômago, talvez, tenham evidenciado uma maior facilidade de emergência daquelas compreensões construídas de forma mais imediata, ou seja, em nível das percepções dos sentidos, e, também, uma dificuldade de integrar compreensões que exijam um certo grau de abstração e noções que ultrapassem a disciplina implicada, como é o caso, ao meu ver, das explicações relacionadas aos processos que ocorrem em nível dos intestinos. Este é um conhecimento do final do século passado, que para ser alcançado exigiu um conjunto de noções e formas de investigações no corpo humano que transcenderam os estudos biológicos, o que evidencia a complexidade e o caráter construído dessa compreensão. Tal constatação problematiza novamente as práticas que se fundamentam na

apresentação dos produtos desse processo e sugere a revisão dos conteúdos que integram os programas escolares. Em relação a esse último aspecto percebi, por exemplo, uma maior ênfase aos processos que ocorrem em nível do estômago nos livros didáticos utilizados no ensino médio.

Sem ter a pretensão de esgotar a discussão brevemente abordada, considero relevante discutir, ainda, um outro aspecto que se refere às relações que os/as alunos/as demonstraram estabelecer entre a digestão e os processos que possibilitam o fluxo de matéria e energia no organismo vivo e deste com o ambiente. Destaco que mesmo dentre os/as estudantes formados nos cursos de Ciências Biológicas poucos foram os/as que relacionaram a digestão a outros processos, tanto em nível do organismo, como do ambiente, neste caso à fotossíntese, com a aquisição e o fluxo de matéria e energia para o organismo. Esse é uma compreensão que também foi introduzida no século XIX, a partir dos estudos de fisiologia comparada entre as plantas e os animais, conforme a perspectiva crescente na época de investigar os fenômenos de forma abrangente e integrada; posteriormente, a preocupação de investigar o fluxo de matéria e energia no universo aplicada à célula introduziu outras compreensões que, desde meados do atual século, possibilitaram relacionar dieta alimentar e nutrição humana com os processos da planta em presença da energia solar. Perceber a perspectiva integrada que orienta a compreensão dos fenômenos, desde o final do século passado, sugere reflexões acerca das abordagens pedagógicas que, por apresentarem os conceitos desvinculados das questões teóricas e do quadro de referência que lhe conferem significado, os reduz a constatações ou definições fragmentadas; além disso, é revelador da necessidade de pensar-se modelos didáticos que possibilitem uma compreensão inter-relacionada dos conceitos, uma vez que esses, conforme os estados históricos, correspondem a construções de modelos explicativos que possibilitam a sua produção. Perceber o caráter construído dos conceitos e suas condições de possibilidade, introduz deslocamentos na dimensão temporal desse processo que, ao incluir a dimensão do contexto social e a possibilidade interpretativa do sujeito, problematiza a visão da pretensa existência de uma homogeneização nos tempos de produção do conhecimento, além de também questionar as práticas embasadas na simples apresentação de conceitos.

Para finalizar, este estudo configurou-se como uma possibilidade da autora pensar a questão da produção de conhecimento, num dado momento histórico da sua trajetória na pesquisa, as considerações que fiz a partir dele são, portanto, parciais e provisórias, o que abre possibilidades para outras formas de pensar-se as questões aqui apresentadas e discutidas.

BIBLIOGRAFIA

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BOMBASSARO, L. C. *As fronteiras da epistemologia: como se produz conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 1992.
- CHAVES, N. *Nutrição básica e aplicada*. Rio de Janeiro: Koogan, 1978.
- CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.
- ENTRALGO, P. L. e PIÑERO, J. M. L. *Panorama histórico de la ciencia moderna*. Madrid: Ediciones Guadarrama, 1963.
- FANTING, M. L. e GEYMONAT, L. *Historic del pensamiento filosófico*. Barcelona: Aial, 1985.
- GIORDAN, A. et al. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques: approche didactique de la construction des concepts scientifiques par les élèves*. Berna/Franfort Nancy: Peterlang, 1983.
- GIORDAN, A. et al. *Conceptos de Biología. 1: la respiración, los microbios, el ecosistema, la neurona*. Madrid: Centre de Publicaciones del MEC. Ciudad Universitaria, s/n. y Barcelona: Editorial Labor, S.A., 1988.
- GIORDAN, A. e VECCHI, G. de. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2. ed. Porto Alegre: Editora Artes Mécicas, 1996.
- GROBOIS, M. et al. *Du laboratoire a la classe le parcours du savoir*. Paris: ADAPT, 1992.
- GUYÉNOT, E. *Las ciencias de la vida: en los siglos XVII y XVIII el concepto de la evolución*. Mexico: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1956.
- GLYTON, A. C. *Fisiología humana*. 6. ed. Rio de Janeiro: Koogan, 1988.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- LEHNINGER, A. I. et al. *Principles of biochemistry*. 2. ed. New York: Worth Publishers, Inc., 1993.
- MACHADO, R. *Ciência e Saber: a trajetória da arqueologia de Foucault*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Graal, 1998.
- RADL, E. M. *Historia de las teorías biológicas: i. hasta el siglo XIX*. Madrid: Alianza Editorial, 1988.
- SINGER, C. *Historia de la biología*. Buenos Aires: Espasa-Calpe Argentina, 1947.
- VEIGA NETO, A. J. da. A perspectiva histórica da ciência e a sociologia da educação. *Episteme/Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências*. Porto Alegre: ILEA/UFRGS, v. 1, n. 1, p. 101-113, 1996.
- WORTMANN, M. L. C. É possível articular a epistemologia, a história da ciência e a didática no ensino científico? *Episteme/Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências*. Porto Alegre: ILEA/UFRGS, v. 1, n. 1, p. 59-72, 1996.

NOTAS

- 1 Este estudo constitui parte da minha dissertação de mestrado intitulada "Concepções sobre o processo digestivo humano: uma avaliação das diferentes compreensões percebidas em alunos/as do segundo grau e cursos de ciências biológicas, a partir de uma revisão histórica", vinculada à linha de pesquisa "Formação de Recursos Humanos em Ciências" do Curso de PG em Ciências Biológicas: Bioquímica, do ICBS/UFRGS.
- 2 Kuhn (1978, p. 22), ao discutir uma nova perspectiva no estudo histórico da ciência, refere seu caráter não-cumulative. Tal perspectiva foi introduzida na medida em que os historiadores da ciência procuraram apresentar a integridade histórica da ciência estudada, a partir da perspectiva de sua produção e de análises que buscam dar às opiniões dos grupos estudados o máximo de coerência interna.

- 3 Para Kuhn (1978, p. 180), são as relações com outros conceitos científicos, os procedimentos de manipulação e as aplicações do paradigma, que conferem significado aos conceitos científicos. mudanças no sistema de relações ou contexto originam revoluções nesses conceitos.
- 4 Segundo Bachelard (1938, p. 22), no estudo epistemológico deve-se considerar os fatos como se fossem idéias e estas inseridas num sistema de pensamento.
- 5 Segundo Bachelard (1938, p. 17), *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. O ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo-o e superando o que é obstáculo ao conhecimento científico.
- 6 A teoria *humoral*, de Hipócrates de Quio (460-370 a.e.), foi uma aplicação da teoria dos *quatro elementos* - fogo, ar, água e terra - que, segundo Empédocles (455? -435? A.C), seriam os constituintes fundamentais da cosmogonia e da física e explicariam as *physies* individuais e genéricas.
- 7 Canguilhem (apud Machado, 1988, p. 24), diferencia esta teoria, a qual denomina animismo do vitalismo do séc. XVIII.
- 8 Para Entralgo (1963, p. 62), essa visão de Galeno tornou o seu modo e "estilo" de conceber a anatomia distintos das concepções predominantes até então. Para o mesmo autor, o modelo explicativo da anatomofisiologia galênica compreendeu, em parte, a sistematização do saber morfológico alexandrino e derivou, de outra parte, das disseções que realizou em animais domésticos e selvagens.
- 9 Na antiguidade clássica, o coração era considerado o órgão mais importante do corpo, fonte da força vital, gerador de calor vital e assento de espírito. O coração significava para o corpo o mesmo que o sol para a terra (Radl, 1998, p. 24).
- 10 Em decorrência das funções atribuídas ao fígado por Galeno, tanto em suas explicações fisiológicas, como no desenvolvimento embrionário dos seres vivos, esse foi considerado o principal órgão de sua anatomofisiologia.
- 11 Para Canguilhem, a história epistemológica não deve limitar-se às inter-relações conceituais de uma ciência ou mesmo com outras ciências e saberes não-científicos, mas deve relacionar os conceitos também com as práticas sociais e políticas (Canguilhem apud Machado, 1988, p. 28).
- 12 Os iatroquímicos explicaram e investigaram os processos digestivos, tendo como princípio as fermentações.
- 13 Para os iatromecânicos, os processos digestivos decorriam de ações mecânicas ocasionadas pelo movimento.
- 14 Para Kuhn (1978, p. 164), nem o cientista ou o leigo aprendeu a ver o mundo gradualmente item por item, a não ser quando as categorias conceituais e de manipulação estão preparadas de antemão.
- 15 Para conhecer as compreensões dos/as estudantes formulei um questionário com questões abertas, que abrangiam diferentes níveis desde idéias espontâneas, definição e explicação de processos, ao estabelecimento de relações entre processos. Ressalto que para fins de análise e discussão das respostas dos/as estudantes considerei as compreensões apresentadas como referentes a um momento e a uma dada pergunta, portanto, provisórias.
- 16 Nesse estudo considerei o pensamento como resultante da estruturação que se dá ao longo da vida dos/as estudantes na interação com o contexto social a família, o grupo de amigos ou de trabalho, a escola, as diversas mídias, etc., sendo mediante essa estrutura de pensamento que o/a estudante decodifica e dá sentido às novas situações.
- 17 Para essa análise considerei a existência de níveis na história da compreensão da organização dos seres vivos, conforme os estudos de Jacob (1985).
- 18 O termo dogma está empregado neste texto no sentido de sistema de pensamento acerca da importância das vitaminas, que se instaurou com os estudos fisiológicos e bioquímicos desenvolvidos no início do século XX.