

## UM CONTEXTO DE ENSINO E A APRENDIZAGEM DA FISIOLOGIA HUMANA

**Viviane Galvão Villani**

Faculdade de Filosofia e Ciências  
Universidade Estadual Paulista-Unesp-Marília  
Caixa Postal 420; CEP: 17516-310  
Av. Hygino Muzzi Filho - 737, Marília-SP, Brasil

### **Abstract**

The effectiveness of the use of David Ausubel's theory principles to organize teaching contexts of discipline Human Physiology is shown in the results of the subjects' learning: increase in conceptual understanding, changes in syntax characteristics and in the representations of the knowledge of functional living organism. The analysis of subjects' knowledge suggests that the lack of Physical-Chemical meaning of the 'living matter' is a factor of resistance to the building of the concept of "cellular action potential".

### **Introdução**

A dificuldade de compreensão da construção de conhecimentos, decorrente da própria complexidade da natureza humana, conforme coloca Morin (1986), tem justificado inúmeras investigações no campo do ensino da ciência à luz do paradigma construtivista com o (re)conhecimento das inúmeras variáveis intervenientes no processo da aprendizagem escolar (de natureza sintática, sócio-psico-pedagógica e cultural), internas e externas aos sujeitos. E, para além disso, com o reconhecimento da necessidade da manipulação consciente e responsável destas variáveis no ambiente de aprendizagem escolar, segundo princípios organizativos e programáticos, entre outros.

O contexto de ensino escolar favorecedor à aprendizagem significativa das ciências, segundo David Ausubel e adeptos como Novak (1981), Moreira (1980,1997), Moreira e Axt (1986), entre outros, configura-se em interações específicas entre o sujeito que aprende e o objeto de estudo, mediadas pelo professor, de forma deliberada e preditiva, no sentido de favorecer a transformação de idéias e conceitos que os estudantes constroem no dia-a-dia a partir de princípios de lógica muitas vezes distanciados da lógica científica.

Considerando o que se coloca acima, nos propusemos a organizar o contexto de ensino na disciplina Fisiologia Humana, oferecida a estudantes de 1º ano de um curso de Fonoaudiologia articulando os saberes da disciplina e os saberes dos estudantes por meio do emprego de princípios, estratégias e recursos didáticos ausubelianos, já utilizados com sucesso por Mansini (1976), Ronca (1976), Okekuka e Jegede (1988), entre outros.

O nosso conhecimento a respeito das concepções prévias dos estudantes (consideradas "chave" à aprendizagem da Fisiologia Humana) e das possíveis relações com determinados aspectos do contexto de ensino vivenciado por eles em momento anterior, constituiu o "ponto de partida" à organização do contexto de ensino e nos permitiu 'visualizar' e compreender melhor aspectos específicos da estrutura conceitual prévia dos estudantes e, conseqüentemente, selecionar e implementar, de forma deliberada e mais preditiva, um programa de ensino potencialmente capaz de ser assimilado por eles em sala de aula.

A forma de organizar e vivenciar o contexto de ensino na disciplina favoreceu também o (re)pensar da nossa prática de ensinar, ao vivenciarmos as inúmeras dificuldades no contexto da “sala de aula”, impeditivas da implementação de propostas metodológica de ensino de caráter estritamente experimental, na concepção tradicionalista do termo, praticadas através de instrumentos e estratégias rígidas, já utilizados (ou replicados) em estudo similares. Contrariamente a isso, a aplicação de princípios e pressupostos teóricos na perspectiva construtivista exigiu refletir as ações e reações de todos os participantes, professor e alunos, de forma consciente e reflexiva, na busca de métodos interdependentes: o de aprender a ensinar e o de ensinar, conforme analisam Sacristian & Gomez (1998).

Os resultados de aprendizagem dos estudantes revelam tanto a efetividade da organização do contexto de ensino na disciplina à luz dos pressupostos ausubelianos de ensino e aprendizagem, como aspectos importantes das idéias e representações dos estudantes, sobretudo a respeito da estrutura morfológica e funcional do organismo vivo, confirmando resultados de estudos no campo de ensino das ciências biológicas e que merecem atenção.

### **Justificativa teórico-metodológica: breves comentários**

De forma simplificada, podemos afirmar que as teorias cognitivistas pressupõem a aprendizagem significativa processos dinâmicos de (re)estruturação de idéias, significados e sentidos, contextualizados bio-psico e socialmente, conforme analisa Moreira (1997).

Para Ausubel (1963), a aprendizagem significativa revela-se através do “isomorfismo sintático” entre o saber do aprendiz e o formal (legitimado pela comunidade científica) e de forma substancial, ao ser utilizado na resolução de problemas, em situações imprevisíveis.

Este pressuposto ausubeliano, justifica a necessidade da organização do contexto de ensino por meio de princípios programáticos, estratégias e recursos de ensino no sentido de favorecer a interação necessária do saber dos aprendizes à estrutura do saber formal para a (re)construção de significados e sentidos dos estudantes, segundo a lógica científica.

Os princípios organizativos ausubelianos são denominados “Diferenciação Progressiva” e “Reconciliação Integrativa”. O primeiro deles refere-se à hierarquização dos conceitos segundo o maior grau de generalidade, enquanto que o segundo possibilita a identificação e a retomada de inconsistências conceituais aparentes dos estudantes durante a implementação dos conteúdos de ensino tendo em vista a lógica científica, a qual deve nortear os sentidos que os estudantes constroem ao interagirem com o objeto de estudo.

As estratégias e recursos didáticos propostos por Ausubel (1963) e adeptos da sua teoria como Novak (1981), são instrumentos que permitem a manipulação das variáveis do processo ensino-aprendizagem e são eles os “Organizadores Prévios” e os “Mapas Conceituais”.

Estes ‘dispositivos’ constituem recursos amplamente utilizados em situações de pesquisa e ensino e já foram empregados por Ronca (1979) e Mansini (1979) e Stewart et al. (1979), Moreira e Buchweitz (1987), Okekuka e Jegede (1988), entre outros.

Os “Organizadores Prévios” são conteúdos instrucionais que ao serem apresentados aos estudantes permitem relações específicas com o conteúdo novo a ser aprendido, disponibilizando saberes e predispondo os estudantes à nova aprendizagem.

O “Mapa Conceitual” é um instrumento que permite a representação da estrutura de conhecimentos e pode ser utilizado tanto em situações de avaliação da aprendizagem como de exposição de conteúdos de ensino.

### **A organização do contexto de ensino na interrelação dos saberes disciplinar, pedagógico e os saberes dos sujeitos**

No campo de estudo da Fisiologia Humana, os princípios gerais de funcionamento e controle orgânicos são aplicáveis a todos os níveis de organização estrutural da matéria viva e explicam o funcionamento e a manutenção da vida, ainda que com graus variados de causalidade. E o processo de construção desses princípios de funcionamento orgânico resulta da compreensão da natureza da sua organização estrutural, nos seus vários níveis de complexidade e das suas interações no ambiente físico-social (Vander et al., 1981). Tais significados são nas ciências morfofuncionais.

As formas gerais de funcionamento e controle orgânicos que propusemos para estudo na disciplina Fisiologia Humana, referem-se às formas de funcionamento que, ocorrendo em nível celular e tecidual, participam do funcionamento dos diversos órgãos e sistemas. E, em razão disso, consideramos a hipótese de que o entendimento prévio dos estudantes sobre o funcionamento orgânico geral a partir da presença de significados a respeito da natureza e das propriedades funcionais da matéria viva, em nível celular, de membrana plasmática, ainda que em um nível amplo de generalidade, facilitaria a compreensão de formas mais específicas de funcionamento e controle orgânico as quais exigem um conjunto maior de significados e relações entre eles envolvendo níveis maiores de complexidade organizacional da matéria viva.

Consideramos que a implementação de conteúdos instrucionais na disciplina, organizados segundo o conhecimento prévio dos estudantes a respeito do organismo funcional (figura 01), poderia facilitar a (re)construção de conceitos ausentes e/ou errôneos - uma hipótese confirmada neste estudo uma vez que os estudantes demonstraram conceber inicialmente o organismo como um sistema fechado, estático, como se fosse de natureza apenas física, assim como algumas estruturas celulares, nomeadamente, a membrana plasmática.

Na área de estudo das ciências fisiológicas a homeostasia do organismo é explicada em razão de mecanismos homeostáticos, inerentes às especificidades das interações entre o organismo vivo e o meio (interno e externo), concebidas pela ciência como de natureza físico-química, independentemente do nível de organização estrutural - celular, tecidual, de órgãos e/ou sistemas (Berne e Levy, 1988). E, por essa razão a compreensão de organismo vivo funcional, ainda que em um nível pequeno de generalidade, é possível a partir do conhecimento de princípios de funcionamento, independentemente da complexidade da organização morfológica.

Pelas razões acima, consideramos que pretender uma visão por parte dos estudantes de organismo humano funcional, aberto/fechado, em estado funcional dinâmico e progressivo,

exigiria da nossa parte, num primeiro momento, compará-lo à um sistema físico aberto/fechado, conforme defende Waddington (1979). E que esta idéia poderia ser ampliada a partir do entendimento das propriedades físico-químicas da matéria viva e dos princípios de funcionamento e controle orgânico que explicam o transporte de substâncias químicas transmembrana e a sua manutenção nas relações da célula e meio interno, conforme pressupôs Claude Bernad ao explicar a importância da manutenção do meio interno para a homeostasia orgânica (Gutnisky, 1984).

Entre as propriedades funcionais do organismo vivo a “permeabilidade celular” é a que permite o entendimento da relação de troca entre célula e meio interno, da qual decorre a variação do potencial celular (gradiente elétrico e de concentração celular) e o fenômeno “potencial de ação celular” por meio do qual as funções orgânicas, independentemente do nível de complexidade morfológico, podem ser mantidas, geradas e controladas.

A partir dos pressupostos e considerações acima, organizamos o contexto de ensino da disciplina Fisiologia Humana levando em conta: a) o conhecimento prévio dos estudantes a respeito de conceitos considerados essenciais, “chave” à aprendizagem de um corpo de conhecimentos no campo das ciências biológicas (figura 01); b) a estrutura substancial e sintática de um programa de ensino da disciplina Fisiologia (figura 02); c) a articulação dos conteúdos da disciplina com as demais disciplinas do curso de Fonoaudiologia; d) princípios e estratégias de ensino da teoria de ensino e aprendizagem de David P. Ausubel, consonantes com os pressupostos construtivistas do conhecimento humano.

O conhecimento dos estudantes foi identificado tanto através de entrevistas clínicas individuais, com roteiro específico de perguntas, como por meio da aplicação de testes de múltipla escolha, tanto em momentos anterior como posterior à implementação da disciplina.

As entrevistas clínicas individuais foram aplicadas em uma amostra de 12 estudantes, o correspondente a 34.2% dos matriculados na disciplina, enquanto que os testes de múltipla escolha foram aplicados em 100% deles.

A elaboração desses instrumentos de avaliação conceitual foi baseada também em referenciais teórico-metodológicos ausubelianos, defendidos e/ou empregados por Ausubel et al (1980) e adeptos como Ronca (1976), Dominguez (1985), Silva (1986), Silveira et al (1986) e, mais recentemente, Correia e Martins (1998).

Após a identificação do conhecimento prévio dos sujeitos, a respeito do corpo de conhecimentos indicado na figura 01, elaboramos o programa de ensino, o organizamos e o implementamos segundo os princípios, estratégias e recursos didáticos assentados em pressupostos ausubelianos de ensino-aprendizagem (figura 02).

Com a finalidade de entendermos os possíveis condicionantes do conhecimento prévio dos sujeitos, em nível de segundo grau, analisamos dois materiais escritos (livros-texto) que os sujeitos haviam utilizados e que contemplam os assuntos investigados.

O processo de implementação dos conteúdos programáticos da disciplina ocorreu após vencidas duas das fases do processo de organização do contexto de ensino: a. identificação do conhecimento dos estudantes a respeito do corpo de conhecimentos indicados na figura 01, considerado pré-requisito à assimilação significativa de conceitos novos da área da Fisiologia; b. análise das possíveis relações entre a estrutura conceitual dos estudantes e variáveis do

contexto de ensino com o qual os estudantes haviam interagido em nível de segundo grau (livros didáticos).

Os conceitos e idéias dos sujeitos do ponto de vista morfofuncional sobre “organismo vivo”, “membrana plasmática”, “transportes transmembrana”, “meio interno” etc, identificados inicialmente ausentes ou errôneos foram priorizados na implementação de conteúdos.

Os resultados das avaliações do domínio conceitual da maioria dos estudantes, em momento anterior ao da implementação da disciplina de ensino (resultados obtidos através da aplicação do pré-teste e através de entrevistas clínicas), norteou também a indicação de leituras específicas, de diversos autores, antes mesmo da implementação da disciplina.

Para cada uma das unidades de conteúdos do programa de ensino, utilizamos a estratégia “Organizadores Prévios”, apresentando assuntos que pressupostamente fariam a “ponte cognitiva” entre o conhecimento dos estudantes e o conhecimento novo e apresentamos, em seguida, os mapas conceituais dos conteúdos instrucionais, tornando explícitas as relações sintáticas do conhecimento disciplinar.

A exposição dos assuntos ocorreu de forma dinâmica, dialetizada, uma condição que favoreceu o nosso conhecimento a respeito das concepções e idiosincrasias das falas dos interlocutores, conforme concebe Wachowicz (1989) e configurou momentos inéditos de conscientização das inconsistências conceituais a partir das quais encontramos caminhos às ações de ensino e de aprendizagem.

As inconsistências conceituais também foram valorizadas e trabalhadas após cada avaliação sistemática na disciplina, quando destinamos um período de quatro horas-aula para discussões a respeito disso.

As aulas práticas da disciplina foram realizadas no sentido enfatizar, ainda que de forma demonstrativa, relações entre estrutura e funcionamento, valorizando princípios teórico-metodológicos das ciências morfofuncionais.

### **Os resultados de aprendizagem dos sujeitos**

A avaliação da aprendizagem dos sujeitos foi realizada tanto em processo (resultados não mostrados) como por meio da análise comparativa dos resultados dos pré e pós testes (figura 05) e das entrevistas individuais realizadas antes e após a implementação do programa de ensino.

Os resultados obtidos por meio de entrevistas individuais subsidiaram a construção de mapas da estrutura de conhecimentos dos sujeitos identificados antes e após cursarem a disciplina, conforme mostram as figuras 03 e 04, representativos de um dos sujeitos.

A análise comparativa desses mapas mostra que houve construção de determinados conceitos e significados identificados como estando ausentes, nomeadamente relacionados ao meio interno e, ainda, transformação de conceitos revelados anteriormente errôneos a respeito de célula (estrutura e função), fato que pode justificar o aumento no nível de domínio

conceitual dos estudantes revelado nos resultados dos testes de múltipla escolha, conforme discutido a seguir.

A análise estatística das porcentagens médias de acerto por estudante nos testes de múltipla escolha, antes e após a implementação da proposta metodológica da disciplina, seguiu a metodologia apresentada por Levin (1987) e ao tabularmos as respostas a estas questões, em porcentagens médias de acerto, submetemo-las a tratamentos estatísticos com o objetivo de pesquisarmos as variâncias internas das porcentagens médias de acerto em questões dos blocos A, B e C, em cada momento da avaliação.

O teste “H” de Kruskal-Wallis e o teste ANOVA foram utilizados com a finalidade de pesquisarmos as diferenças médias de acerto, por estudante, em cada Bloco de questões, antes e após a implementação da disciplina.

O histograma mostrado na figura 05 representa a variação, em porcentagens médias de acerto, do nível de domínio de conhecimentos avaliados por meio destas questões de múltipla escolha. As colunas indicadas pelas letras A, B e C mostram porcentagens de acerto em Blocos de questões de múltipla escolha relativas aos assuntos: célula, meio interno e mecanismos de funcionamento e controle orgânicos, respectivamente.

O aumento do domínio conceitual dos estudantes mostrado nos três blocos de conteúdos avaliados pode ser explicado em razão do que segue:

- a) as porcentagens médias de acerto dos estudantes em questões de múltipla escolha, respondidas antes e após a implementação da disciplina, para cada Bloco de questões A, B e C são estatisticamente diferentes;
- b) a porcentagem média de acerto em questões do Bloco A é significativamente maior que a porcentagem média de acerto em questões dos Blocos B e C.
- c) as porcentagens médias de acerto em questões dos Blocos B e C são estatisticamente iguais;
- d) as porcentagens médias de acerto em questões de múltipla escolha dos Blocos A, B e C, respondidas pelos estudantes após a implementação da disciplina, não apresentam diferença significativa.

A comparação dos dados resultantes das duas mensurações, temporalmente distintas, da mesma amostra, revela que em cada Bloco de questões, respondidas em cada momento, existe uma diferença significativa entre as porcentagens médias de acerto. Para cada Bloco de questões, as porcentagens médias de acerto mostraram-se significativamente maiores após a implementação da disciplina.

Considerando-se que o nível de domínio de conhecimentos em momento anterior, a respeito de célula, foi maior comparado com o conhecimento a respeito de meio interno e de mecanismos gerais de funcionamento e controle orgânicos e, após a implementação da proposta metodológica de ensino, tais diferenças desapareceram, é possível afirmar que os estudantes tiveram elevados seus níveis de conhecimentos em todos os assuntos investigados e, principalmente, em conhecimentos a respeito de meio interno e mecanismos de funcionamento e controle orgânico.

Os resultados de aprendizagem dos estudantes obtidos tanto através das entrevistas (figuras 3 e 4) como através das questões de múltipla escolha (figura 5) mostram-se

convergentes e apontam para a efetividade do emprego dos pressupostos, princípios e recursos didáticos ausubelianos na organização do contexto de ensino da disciplina Fisiologia Humana. Mas, apesar disso, alguns aspectos cognitivos revelados por eles, nomeadamente, a ausência de conceitos e/ou idéias errôneas sobre estruturas e fenômenos biológicos (figura 04), indicam da ausência de significados físico-químicos da matéria viva.

A ausência de significados físico-químicos da matéria viva foram apontadas por Banet & Nunes (1989), Correia e Martins (1998), Serrano (1987) e Caballer e Giménez (1992, 1993), citados por Palmero (1998), ao investigarem o conhecimento de estudantes da Biologia a respeito da estrutura viva e da função da célula e do organismo vivo.

Estes pesquisadores afirmam que a grande maioria dos estudantes não relaciona estrutura e função e, ainda, que a maior dificuldade é compreender a célula e/ou os seres vivos do ponto de vista do funcionamento.

Giménez e Caballer (1992) citados por Palmero (1998), por exemplo, explicam esta situação de dificuldade de aprendizagem em razão do desconhecimento da natureza físico-química, biológica e bioquímica dos processos celulares, além da ausência de representação mental clara da célula, principalmente das suas estruturas internas.

Considerando-se o tipo de representação da membrana plasmática dos sujeitos deste estudo, por meio de analogias com objetos tais como “peneirinha”, “veuzinho furadinho” e, ainda, a explicação do caráter seletivo da célula “a célula absorve o que é útil e excreta o que é tóxico” é possível afirmar, a exemplo dos pesquisadores acima citados, que a causa destas características cognitivas seja, de fato, a ausência de significados sobre a natureza físico-química da matéria viva.

Além do que se coloca acima, como mostra a figura 04, os sujeitos não demonstraram conhecimento sobre “Potencial de Ação celular”, mesmo após terem cursado a disciplina, um fato que pode ser decorrente da ausência de significados a respeito da natureza da matéria viva, entre outros, necessários ao entendimento de potencial celular, gradiente elétrico e de concentração etc, todos eles imprescindíveis à construção do conceito de “potencial de ação celular”.

Considerando-se os achados deste estudo e o que afirma Palmero (1998) p.18,19 a respeito das dificuldades de compreensão, conceitualização e aplicação do conceito de célula (falta de idéia clara sobre a célula enquanto unidade funcional; ausência de relação entre estrutura celular e funções fisiológicas; desconhecimento físico-químico dos processos celulares, entre outras), e, ainda, tendo em vista as implicações desta realidade ao processo de construção do conhecimento nas ciências biológicas, faz-se necessário e premente investigar as possíveis relações dessas características conceituais com o processo de escolarização desde as séries iniciais.

### **Referências bibliográficas**

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Holt Rinehart & Stratton, 1993.

\_\_\_\_\_;NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANET,E.E & NUNES, F. Ideas de los alumnos sobre la digestion: aspectos fisiologicos. *Enseñanza de las Ciencias*,v.1, n.7, p. 34-5, 1989.

BERNE, R.M. & LEVY, M.N. *Fisiologia*. Rio de janeiro:Guanabara Koogan, 1990.

CORREIA,M.R.V. & MARTINS,I.P. Um caso de reconstrução conceptual no 10º ano de escolaridade-permeabilidade à água em sistemas biológicos. *Cadernos Didácticos- Série Ciências*, Universidade de Aveiro, Portugal,1998.

DOMINGUEZ, D.E. Detecção de alguns conceitos intuitivos em eletricidade através de entrevistas clínicas. Porto Alegre, Instituto de Física da UFRGS, 1984. *dissertação de mestrado*.

GUTNISKY, A . Propriedades e composição do sangue. Características quantitativas.IN:

HOUSSAY, B.*Fisiologia Humana*.Rio de Janeiro: Guanaba Koogan, 1984.

LEVIN, J. *Estatística aplicada às ciências humanas*. São Paulo: Arbra, 1987.

MANSINI,E.A.S. Sistematização e aplicação de recursos facilitadores de aprendizagem significativa, propostos por Ausubel, numa situação de sala de aula. São Paulo: PUC, 1976. *dissertação de mestrado*.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 1996.

MOREIRA,M.A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, v.4, n. 32, abril, 1980.

MOREIRA, M. A, AXT,R. Referenciais para análise e planejamento de currículo em ensino de ciências. *Ciência e Cultura*, v.3, n.39, p. 250-8, 1986.

MOREIRA.M.A. Aprendizagem significativa:um conceito subjacente. *Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos. Espanha, 15 a 19 de setembro de 1997.

NOVAK, J.D. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira, 1981.

OKEKUKA, P A , JEGEDE, O J. Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping. *Science Education*, v.4, n.72, p. 489-500, 1988.

Revisión Bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular [online] *Investigação em Ensino de Ciências*.Porto Alegre:Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997[cited 06 dez 1998] Available:<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n2/palmero.htm>.

RONCA, A.C.C. A influência de organizadores prévios na aprendizagem significativa de textos de ensino. São Paulo:PUC, 1976 ( *dissertação de mestrado*).

GOMEZ, A P. A função e formação do professor no ensino para a compreensão: diferentes perspectivas. IN: SACRISTIAN, G.J. & GOMEZ, A P. *Compreender e transformar o ensino*, Artes Médicas, Porto Alegre, 1998.

SILVA, L.E.F. Concepções espontâneas em termodinâmica: um estudo em um curso universitário, utilizando entrevistas clínicas. Porto Alegre, Instituto de Física de UFRGS, 1986 ( *dissertação de mestrado*).

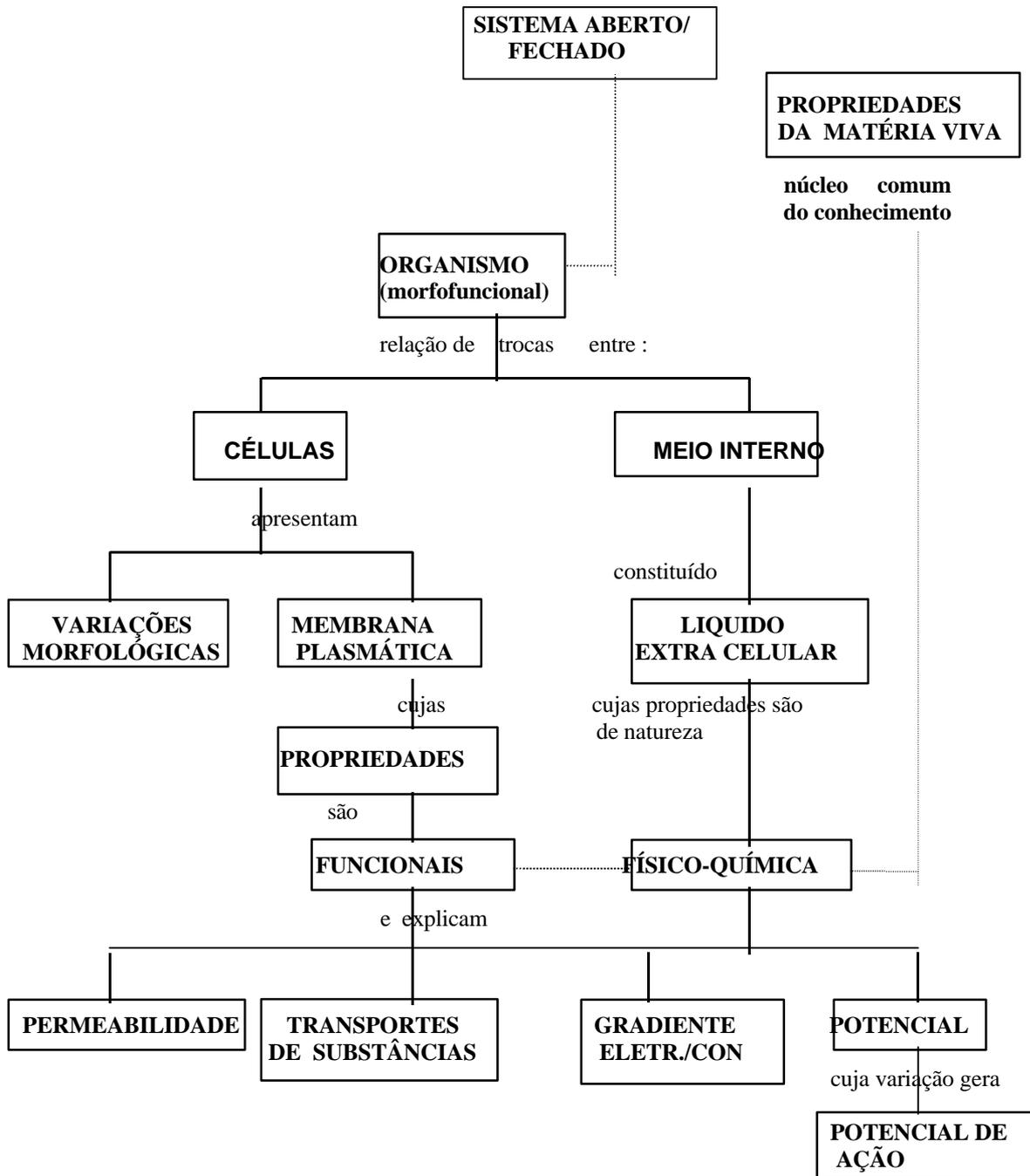
SILVEIRA, F.L.; MOREIRA, M.A. & AXT, R. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. *Ciência e Cultura*. v.38, n. 12, 1986.

VANDER, A J.; SHERMAN, J.H.; LUCIANO, D.S. *Fisiologia humana*. São Paulo: Mac Graw-Hill do Brasil, 1981.

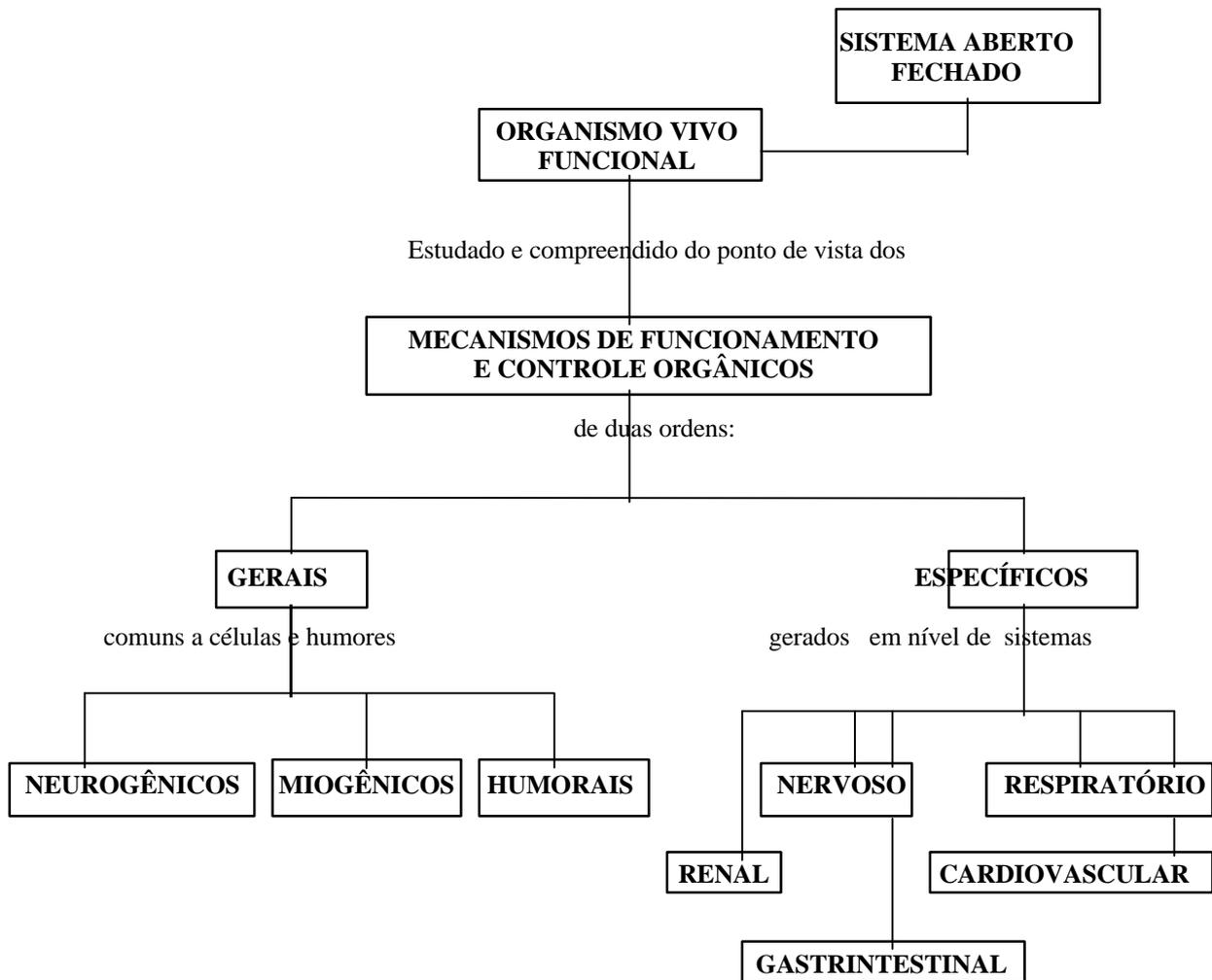
WACHOWICZ, L.A. . *O método dialético da didática*. Campinas: Papyrus, 1989.

WADDINGTON, C. H. *O Homem e a ciência: instrumental para o pensamento*. São Paulo: EDUSP, 1979.

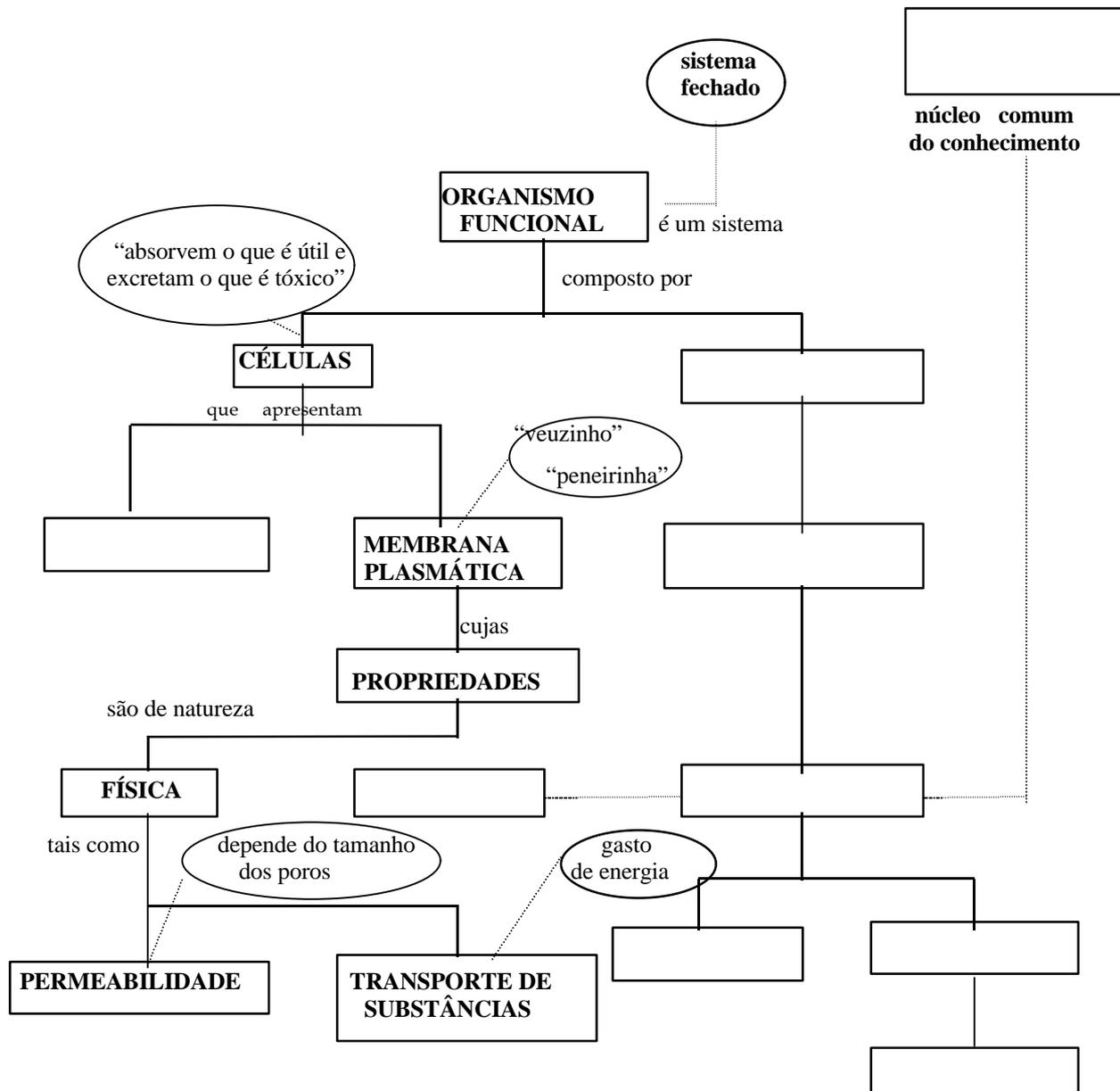
**Figura 01.** Corpo de conhecimentos selecionado para investigação (conceitos “chave”).



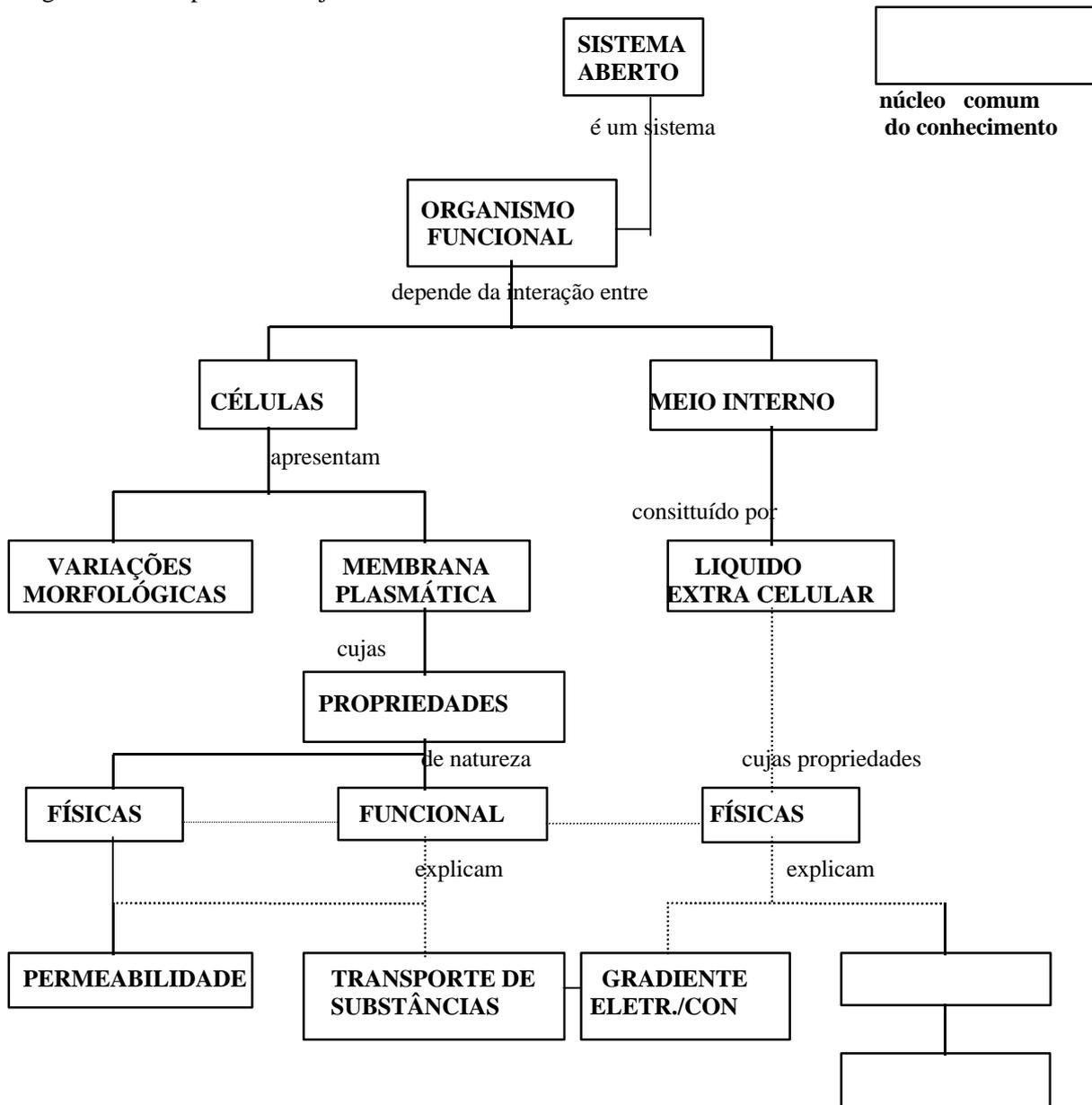
**Figura 02.** Corpo de conteúdos instrucionais implementados na disciplina Fisiologia.



**Figura 03.** Mapa da estrutura conceitual identificada em um dos sujeitos (A1) ao iniciar a disciplina. As palavras inseridas nos círculos indicam alguns dos conceitos espontâneos, errôneos, utilizados nas explicações dos fenômenos biológicos investigados; as linhas cheias indicam relações entre conceitos; os "boxes" vazios indicam ausência de conceitos; os círculos ligados ao corpo de conceitos através de linhas pontilhadas, representam idéias errôneas.



**Figura 04.** Mapa da estrutura conceitual identificada em um dos sujeitos (A1) entrevistados após o término da disciplina Fisiologia. As linhas pontilhadas indicam a presença da relação conceitual em algumas das respostas do sujeito.



**Figura 05.** Histograma representativo dos níveis de conhecimento dos estudantes, antes e após a implementação da disciplina.

