

# UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE RESPIRAÇÃO

## A STUDY ON THE CONCEPTUAL EVOLUTION OF BREATH

*Risonilta Germano Bezerra de Sá*<sup>2,3</sup> (*risogermano@gmail.com*)  
*Zélia Maria Soares Jófili*<sup>1</sup> (*jófili@gmail.com*)  
*Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão*<sup>1</sup> (*amanjos2001@gmail.com*)

<sup>1</sup>*Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) -  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)*

<sup>2</sup>*Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEDUC)*

<sup>3</sup>*Secretaria de Educação do Recife (SEEL)*

### Resumo

O presente estudo teve como objetivo traçar um perfil da evolução do conceito de respiração entre estudantes de diferentes níveis de escolaridade, desde a Educação Básica até a pós-graduação *stricto sensu*, a partir da identificação das representações conceituais e das dificuldades de aprendizagem relacionadas a este conceito. Utilizamos ainda a noção de perfil conceitual desenvolvida por Amaral e Mortimer, a partir da premissa de que um único conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico e apresentar características ontológicas diversas. Os resultados permitem observar o movimento evolutivo a partir da agregação das concepções trabalhadas na escola com as anteriormente existentes no pensamento do indivíduo. O perfil evolutivo proposto pode facilitar a avaliação da prática docente, da aprendizagem do indivíduo e do currículo proposto para as diferentes modalidades de ensino.

**Palavras-chave:** Formação de Conceitos, Perfil Conceitual, Evolução Conceitual, Respiração, Metabolismo Energético.

### Abstract

This study aims to trace a profile of the conceptual evolution of breath among students of different modalities of education, from the identification of their conceptual representations and difficulties of learning involving the breath concept. We still use the notion of conceptual profile developed by Mortimer, where an only concept can be contained in different ways of thinking. The results make possible to observe the evolution from the aggregation of the conceptions worked in the school with the previous ones in the thought of the individual. This profile can be useful to evaluate the teachers' performance, the students' learning as well as the curriculum of different modalities of education.

**Keywords:** Concepts formation, Conceptual Profile, Conceptual Evolution, Breath, Energy Metabolism.

## **Introdução**

A premissa básica deste estudo são as propostas de Mortimer (2000), de um modelo para análise da evolução conceitual em sala de aula. Tal modelo se caracteriza pela ideia de que a construção de novos conceitos não pressupõe o abandono das concepções prévias, mas sim uma tomada de consciência do contexto onde as concepções são aplicadas. Sugere, assim, que a aprendizagem no ensino das Ciências deve promover a evolução dos perfis conceituais dos estudantes (MORTIMER, 1995).

O conceito de respiração foi utilizado como recorte específico (biológico) para avaliar o perfil de estudantes ao longo da escolarização, partindo da Educação Básica, perpassando por estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas até a Pós-Graduação *stricto sensu* em um programa afim, considerando, a *experiência escolar*. Buscamos identificar, neste estudo, as representações conceituais da respiração pulmonar e celular, considerando as relações entre o universo biológico macro e microscópico. Assim, os resultados apresentados referem-se à evolução do conceito de respiração entre estudantes de diferentes modalidades de ensino, a partir da identificação das representações conceituais e das dificuldades de aprendizagem envolvendo esse conceito.

Segundo Mortimer (1996), a partir da década de 70 do século XX, vários estudos sobre a compreensão do conhecimento que o estudante já tem em relação aos conceitos científicos trabalhados na escola, começam a aparecer na literatura. Os resultados revelam, segundo o autor, que as ideias apresentadas pelos estudantes, eram fortemente influenciadas pelo contexto do problema e muito estáveis e resistentes a mudanças, mantendo-se até na Educação Superior.

A proposta de identificar o pensamento científico através deste viés de Perfil Conceitual facilita a observação de como um único conceito pode estar contido em diferentes formas de pensamento, assim como observar que o indivíduo pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, utilizando-as em contextos diferenciados. A investigação de como se dá a evolução dos conhecimentos científicos no ensino de Ciências é importante tanto do ponto de vista do ensino como da aprendizagem. As mudanças na prática pedagógica evidenciam uma crescente preocupação em “saber como se aprende”, a partir da compreensão de teorias de aprendizagem que entendem o estudante como construtor de seu próprio conhecimento e responsável pela sua aprendizagem a partir de intervenções diretas no processo ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, Alzate (2001) afirma ser importante conhecer os obstáculos mais relevantes e suas transformações como resultado da experiência escolar.

Diante desse contexto, o professor passa ser um aliado, mediador no processo de desenvolvimento do educando. Assim se faz necessário conhecer melhor os mecanismos que envolvem a construção do conceito, o modo como aprendem quais conhecimentos já foram construídos em relação a determinado conceito.

## **Formação de Conceitos**

Uma das grandes preocupações existentes no contexto do ensino-aprendizagem é a de conhecer os mecanismos pelos qual a aprendizagem escolar pode ser facilitada. Essa necessidade, segundo Coll (2001), faz com que o professor reflita sobre a sua ação e, para isso, são necessárias teorias que forneçam instrumentos de análise e reflexão sobre a prática docente e sobre o processo de ensinar.

Tanto as funções psicológicas em Vygotsky quanto os sistemas de conhecimento em Piaget podem ser estudados enquanto processos de formação. Ambos descrevem o sujeito

ênfatizando sua atividade na aquisição do conhecimento, bem como o caráter qualitativo das mudanças no desenvolvimento. (GARCÍA, MADRUGA 1991, *apud* CASTORINA, 1996).

Em nossas análises consideramos o diálogo entre a noção de Perfil Conceitual - desenvolvido por Mortimer, a epistemologia genética e a teoria sócio-interacionista, uma vez que as duas últimas constituem linhas teóricas bastante discutidas e que possuem algumas características em comum na explicação dos processos cognitivos.

**Epistemologia Genética:** Segundo Carvalho *et al.* (1992), a Teoria da Equilibraco afirma que “todo indivíduo possui um sistema cognitivo que funciona por um processo de adaptação (assimilação/acomodação) que é perturbado por conflitos e lacunas, reequilibrando-se através de três fases de compensaco: alfa, beta e gama” (p. 86), conforme pode ser observado no Quadro 1.

Explicam ainda que nas disequilibracoes que se sucedem, o conhecimento exógeno é complementado por reconstruoes endógenas que são incorporadas ao sistema do indivíduo. Dessa forma se entende que as “estruturas cognitivas utilizáveis na abordagem de objetos e fatos são então desenvolvidas, propiciando o progresso na construo do conhecimento” (CARVALHO *et al.*, 1992, p. 86).

**Quadro 1 - Resumo das fases do mecanismo de Equilibraco**

	Comportamento alfa	Comportamento beta	Comportamento gama
<b>Estrutura cognitiva</b>	Há uma tentativa de neutralizar a perturbação através de mecanismos como o de não reconhecê-la como relevante, chegando a deformá-la como forma de não considerá-la.	A perturbação do sistema ocorre sem ser ignorada. Teorias são criadas para poder explicá-la.	A reorganização iniciada na fase beta é completada. Isto é possível através de mecanismos de antecipação por previsão ou deduco das possíveis variáveis.
<b>Equilíbrio</b>	Nesta etapa, o equilíbrio é frágil e instável, pois a tentativa de restaurá-lo é parcialmente compensada sendo facilmente perturbado.	Há uma modificação no sistema até atingir um novo equilíbrio. Os disturbios que surgem são variações da própria estrutura que se reorganiza.	A perturbação é eliminada como tal e inserida no sistema já transformado para conte-la como mais uma possibilidade e não como um disturbio.

Na teoria da equilibraco percebemos a importância das lacunas conceituais enquanto tipos de perturbação, uma vez que “a falta de informações para interpretar os resultados de um experimento é obstáculo maior que o conflito entre idéias dos estudantes e os resultados” (MORTIMER e CARVALHO, 1996, p. 7). Outra característica importante considerada por Mortimer e Carvalho (1996) na teoria da equilibraco, são as dificuldades percebidas no processo da “construo de totalidades, com forte poder de explicação, que podem ser generalizadas a um grande número de fenomenos” (p. 7). Ou seja, para os autores os estudantes muitas vezes permanecem num plano de esquemas, procedimentos e rituais não

passando para um nível superior dos princípios e das explicações que permitam a superação da ideia inicial, os autores continuam afirmando, que os estudantes neste nível não reconhecem as explicações como gerais na leitura de fenômenos diversos e sim como mais um esquema localizado. Nesse caso, Mortimer e Carvalho (1996) propõem a construção de uma estratégia de ensino que possa auxiliar os estudantes a superarem suas dificuldades em generalizar.

**Teoria Sócio-Interacionista:** Vygotsky focalizou em sua obra os mecanismos pelos quais se dá o desenvolvimento cognitivo numa perspectiva social. Segundo Moreira (1999), a teoria de Vygotsky está apoiada em três pilares. O primeiro afirma que os processos mentais superiores do indivíduo se originam de processos sociais; o segundo explica que só podemos entender os processos mentais superiores se entendermos os signos e instrumentos que os mediam; e o terceiro é o método utilizado na análise do desenvolvimento cognitivo do ser humano, chamado de método genético-experimental (MOREIRA, 1999).

Um fato relevante observado por Vygotsky nos seus experimentos dos processos intelectuais no adolescente é que as formas mais primitivas do pensamento, caracterizadas como sincréticas e pensamento por complexos, bem como os conceitos potenciais vão desaparecendo gradualmente ou vão sendo usados cada vez menos a partir do momento que os verdadeiros conceitos se formam. O adolescente, porém, não abandona por completo suas formas mais elementares do pensamento. Vygotsky afirma que “elas continuam a operar ainda por muito tempo, sendo na verdade predominantes em muitas áreas do seu pensamento” (VYGOTSKY, 1999, p. 98). Podemos observar esse fenômeno, ao traçarmos as zonas no perfil conceitual de respiração, pois consideramos as agregações de novas idéias na mesma zona conceitual ou entre outras zonas do perfil traçado.

**Evolução Conceitual:** Alzate (2001) informa que nas últimas décadas, vêm aumentando as pesquisas voltadas para o estudo da evolução conceitual. Destaca que os principais campos de interesse estão centrados na formação das concepções alternativas, formação e evolução dos conceitos científicos e inteligência artificial.

Um aspecto polêmico que Alzate (2001) destaca em seus estudos sobre a evolução conceitual diz respeito às diferentes visões de Toulmin (1977) – de que a aprendizagem se dá de forma gradual – e de Kuhn (1971), de que acontece através de revoluções científicas que levam às mudanças globais.

A ideia que podemos formar é que ao “vencer obstáculos ontológicos e epistemológicos parece transcender a lógica da equilíbrio sujeito-objeto” (MORTIMER e CARVALHO, 1996, p. 7), necessitando haver uma negociação em sala de aula. A proposta para acompanhar a evolução conceitual através da noção de perfil conceitual, defendida por Mortimer (2000), prevê a ideia de evolução conceitual compreendida como modificações das concepções existentes na estrutura cognitiva do estudante, ou seja, a ideia de que as pessoas podem apresentar diferentes maneiras de ver e representar o mundo sendo usadas em contextos diferenciados.

**Perfil Evolutivo do Conceito:** Mortimer (2000) propôs um modelo diferente para análise de evolução conceitual em sala da aula, que significa uma tomada de consciência do contexto onde as concepções são aplicadas. Sugere que a aprendizagem no ensino das Ciências deve promover a evolução dos perfis conceituais dos estudantes (MORTIMER, 1995). Considera ainda a noção de perfil conceitual como sendo:

[...] um sistema supra-individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura... é, portanto, dependente do

contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo; e depende do conteúdo, já que, para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. (MORTIMER, 2000, p. 80).

Segundo Mortimer (2000) o indivíduo ao iniciar seu contato com os conceitos científicos, forma em sua mente, o que denomina de “perfil conceitual”, ou seja, um conjunto de duas ou mais visões para um mesmo conceito. Esse conjunto comporta simultaneamente as concepções cotidianas e científicas, mesmo que sejam incompatíveis entre si. As Zonas estabelecidas no Perfil Conceitual diferem entre si não apenas pela questão epistemológica, mas também pelos aspectos ontológicos do conceito (El-HANI e BIZZO, 1999). Cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar a realidade e com um determinado domínio ou contexto a que essa forma se aplica (AMARAL e MORTIMER, 2001).

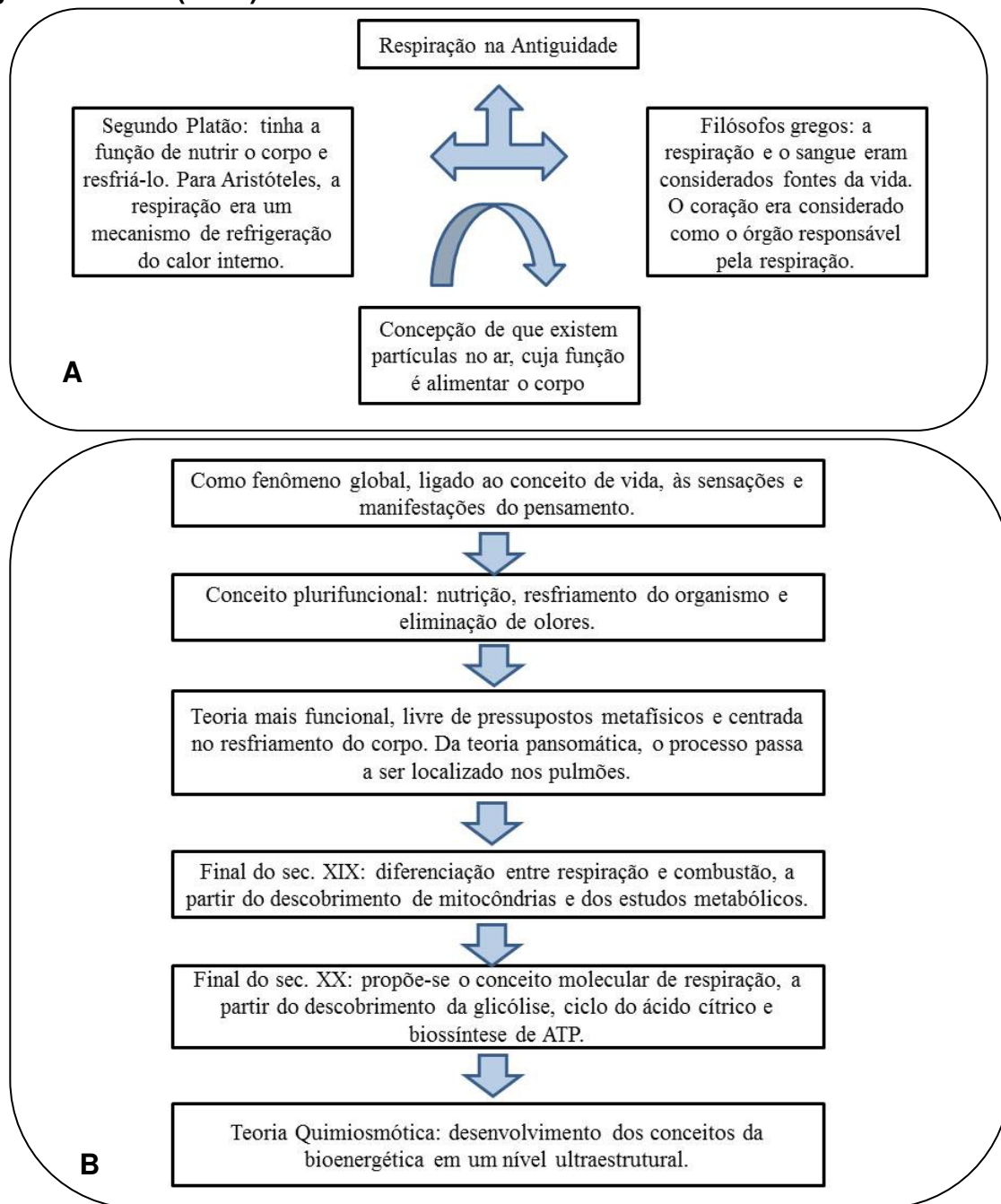
A intenção de Mortimer (2000) ao estabelecer a noção de perfil conceitual foi a de introduzir novas características para descrever a evolução das idéias, tanto no espaço social da sala de aula quanto nos indivíduos, mostrando ser possível às pessoas representarem as idéias a sua volta de diferentes formas.

Baseadas na noção de perfil conceitual proposto por Mortimer e fundamentadas na Teoria da Equilibração (Piaget) e na Teoria Sócio-Interacionista (Vygotsky) desenvolvemos, neste trabalho, a proposta de elaborar o perfil da evolução do conceito de respiração, a partir das concepções dos estudantes sobre respiração em diferentes níveis de escolarização. Enquanto o objeto de análise no perfil conceitual desenvolvido por Mortimer é o indivíduo, no perfil evolutivo proposto neste trabalho, é o conceito. Com a descrição do perfil da evolução do conceito de respiração, espera-se conhecer de que forma esse conceito é construído e quais são as relações estabelecidas entre as novas idéias e as concepções alternativas construídas ao longo da experiência escolar. Tomamos como referência para elaboração das zonas do Perfil de evolução do conceito de respiração, marcos histórico onde a idéia de respiração teve um trajeto evolutivo expresso através de diferentes concepções. Assim foi possível identificar as possíveis construções do conceito de respiração considerando a experiência escolar.

### **Marco Histórico: Conceito de respiração**

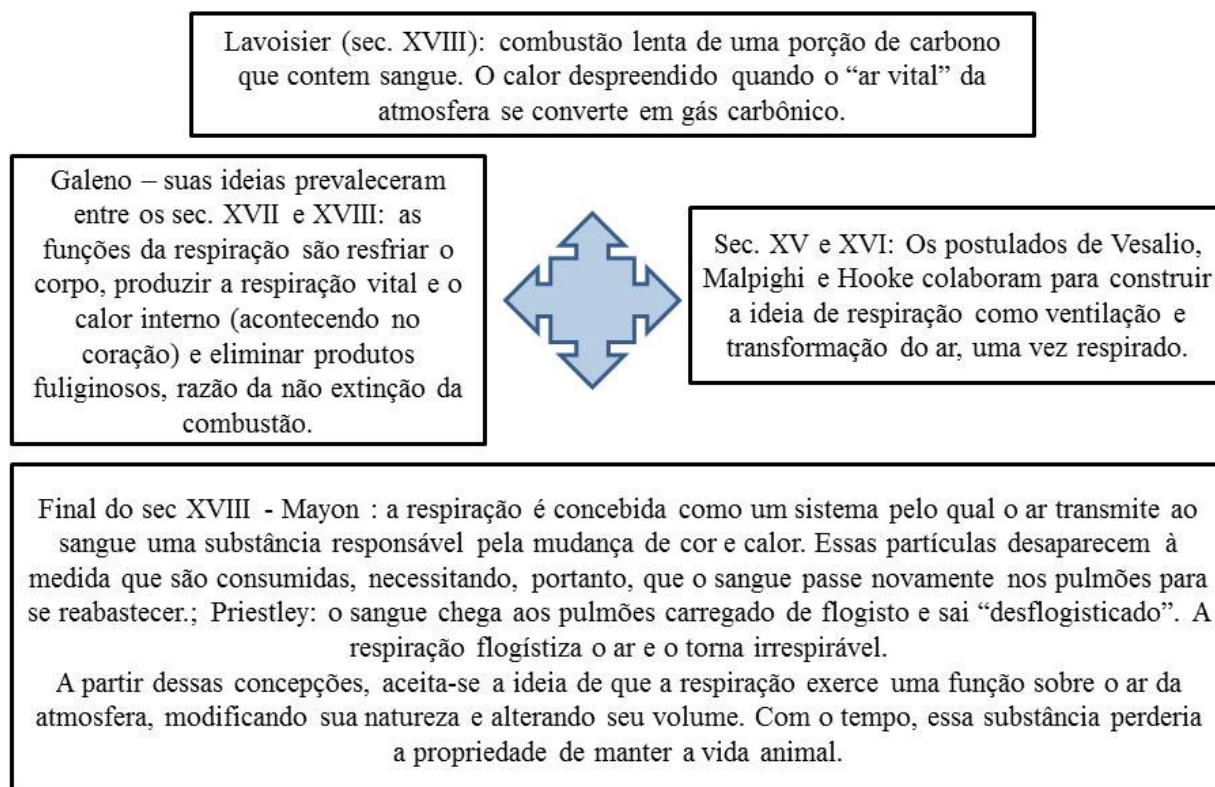
De acordo com Giordan (1978), o processo respiratório é percebido por alguns estudantes como sendo um processo visível, que acontece nos pulmões, envolvendo o ar atmosférico e algumas vezes chegando a ser confundido com a circulação do sangue. Sá, Jófili e Carneiro-Leão (2005) em estudos com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental sobre o conceito de respiração pulmonar, encontraram evidências de que as ideias dos estudantes são marcadas pela experiência cotidiana. Por exemplo, relacionam o processo respiratório com o circulatório porque conseguem associar a frequência respiratória com a frequência cardíaca numa experiência de correr. Alzate (2001) realizou um levantamento acerca do campo conceitual de respiração incorporando um movimento de mudança ao longo do tempo, o qual foi esquematizado para efeito deste trabalho, destacando as concepções diante de cada momento histórico (Figuras 1 e 2).

**Figura 1 – Representação esquemática sobre as concepções de respiração segundo Alzate (2001)**



**A, Vitalista; B, Determinista**

**Figura 2 – Evolução das ideias a respeito do campo conceitual da respiração até o séc. XX (baseado em Alzate, 2001)**



## Metodologia

O modelo de pesquisa adotado neste estudo se enquadra na definição de pesquisa qualitativa proposta por Lüdke e André (1986), que descrevem o estudo qualitativo como envolvendo a obtenção de dados descritivos a partir do contato direto do pesquisador com o seu objeto de investigação. O objetivo desse estudo foi o de traçar o perfil da evolução do conceito de respiração, de forma descritiva, diante de diferentes etapas de escolarização dos indivíduos pesquisados. Trabalhamos com 43 estudantes, sendo 20 do Ensino Fundamental (5º ano ao 9º ano), 10 estudantes do Ensino Médio (3ª ano) de uma escola pública estadual; nove estudantes do curso de Licenciatura em Biologia e quatro mestrandos em Bioquímica, de IES.

Utilizamos vários e diferentes instrumentos de coleta de informação em todos os níveis e modalidades de ensino, com a perspectiva de ter um maior entendimento do objeto em estudo. Na elaboração das questões foi considerado o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes nas diferentes etapas de escolarização. Para tal trabalhamos com questionários, construção de esquema mental, situações-problema, experimento, leitura de gráficos, desenhos e entrevista. Os instrumentos foram respondidos individualmente, buscado o máximo de informações por parte do estudante, sobre o conceito de respiração, abrangendo tanto os fenômenos macroscópicos quanto os microscópicos.

Para o levantamento das concepções dos estudantes foram construídos indicadores de análise a partir de suas respostas, visando: (a) categorizar as respostas tomando como referência o conhecimento científico e as teorias que dão suporte ao entendimento dos mecanismos utilizados na gênese do conhecimento e (b) analisar as concepções dos estudantes à luz dos diferentes modelos construídos historicamente sobre respiração na construção do perfil.

## Apresentação dos Resultados/Considerações Finais

### Perfil Evolutivo do Conceito

Para caracterizar as zonas do perfil evolutivo de respiração foram propostas as seguintes categorias: vitalista, mecanicista, ultra-estrutural e sistêmica, baseadas no estudo das concepções alternativas e na construção do conceito de respiração através da história (Quadro 2).

### Quadro 2 - Categorias de análise do perfil conceitual de respiração

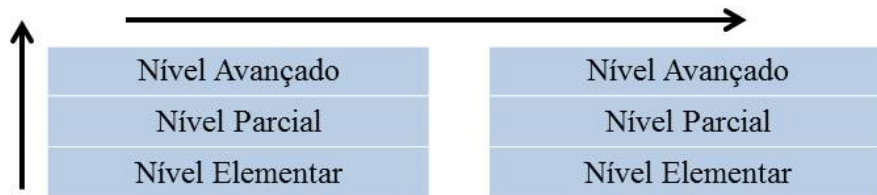
Zonas do perfil de respiração	Características
<b>Vitalista</b>	Tem sua origem nos séculos XVIII e XIX. Defende a ideia de que os seres vivos são controlados por um impulso vital de natureza imaterial. Doutrina da Escola de Montpellier, segundo a qual “há , em todo indivíduo, um princípio vital que governa os fenômenos da vida”.
<b>Mecanicista</b>	A Biologia Moderna considera os seres vivos explicáveis por meio de uma série de causas e efeitos, de origem estritamente físico-química, dando continuidade à hipótese cartesiana de animal-máquina.
<b>Ultra estrutural</b>	A partir do aprofundamento nos conhecimentos específicos nas áreas de Biologia Celular e Bioquímica, foram ultrapassados os aspectos possíveis de serem compreendidos através da microscopia óptica.
<b>Sistêmica</b>	Visão conspectiva, estrutural de um sistema, que o percebe em seu conjunto, disposto de modo ordenado, metódico e coerente.

Observamos em nosso estudo que as concepções apresentadas sobre respiração evoluem em dois sentidos no perfil evolutivo conceitual: um vertical, que ocorre dentro da zona do perfil, e o segundo horizontal, de uma zona para a outra (Figura 4). Nos nossos dados observamos que, o estudante ao entrar em contato com um novo conceito, apresenta resistência à mudança. É possível observar na experiência docente, estudantes argumentando diante de um novo conceito, a partir de suas concepções.

Observamos a existência de alterações no perfil evolutivo do conceito respiração que podem ser justificadas a partir das incorporações de novas idéias às pré-existentes. As alterações dentro da mesma zona podem ocorrer a partir da manutenção da idéia principal do tipo da zona conceitual, ampliada com novas idéias que se aproximam das que caracterizam as demais zonas. Observamos então, que a evolução conceitual pode acontecer a partir da ampliação do campo conceitual do estudante com novas idéias e a partir da experiência escolar. Se considerarmos a Teoria Sócio-Interacionista, poderíamos pensar que há um processo de interação mediado por signos e instrumentos. Para Vygotsky (1999), a formação de conceitos é um processo que evolui acompanhando o desenvolvimento biológico do indivíduo. Ele explica que:

[...]“o desenvolvimento dos processos que finalmente resultam na formação de conceitos começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que numa combinação específica, formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurece, se configura e se desenvolve somente na puberdade” (p. 72).

**Figura 4 - Esquema de evolução conceitual entre zonas do perfil conceitual e dentro da mesma zona conceitual**



Essas alterações das concepções dentro e entre as zonas conceituais, necessariamente não seguem uma ordem pré-estabelecida, ou seja, do nível elementar ao avançado, mas são influenciadas pela capacidade que o estudante possui de interligar informações, de tal forma, que seja possível ampliar suas concepções. Podemos encontrar no sistema piagetiano, a partir do processo de adaptação (assimilação/acomodação), explicações que podem ajudar a compreender como o indivíduo efetivamente constrói seu conhecimento, melhora suas noções, aprimora sua argumentação e como se aproxima do conhecimento aceito cientificamente.

A formação do conceito de respiração é complexa, pois implica a análise da sua construção a partir de diferentes referenciais. Faz interface com vários conceitos, objetos de estudo de diferentes áreas como a Física, a Química, a Biologia Molecular, a Biologia Celular, a Fisiologia, a Histologia e a Ecologia, quando consideramos o homem integrado ao meio físico. É um conceito que exige ser compreendido numa dimensão macro e microscópica, o que possibilita analisar a construção de conceitos formulados num plano abstrato.

Ao elaborarmos as categorias das zonas de perfil (Tabelas 1 a 5), percebemos o quanto é difícil acompanhar a evolução de um conceito e definir em que categoria determinada idéia se enquadra. Acreditamos que essa dificuldade se deve ao fato da construção do conceito ser um processo permeado por diferentes formas de interações e dependente da realidade e desenvolvimento social e biológico do indivíduo.

Elaboramos as zonas do perfil evolutivo do conceito de respiração (Figura 5) a partir de algumas idéias encontradas na história evolutiva desse conceito e que foram observadas nas concepções dos estudantes investigados. Os dados desta pesquisa corroboram com as conclusões de Mortimer (2000), El-Hani e Bizzo (1999) e Amaral e Mortimer (2001) de que não é possível afirmar a existência de uma única forma de conceber uma idéia e de que a evolução conceitual não necessariamente exige o descarte de concepções já existentes no campo conceitual do indivíduo, pois este convive com essas diferentes formas de pensar a realidade. Além disso, a experiência escolar representa uma possibilidade de evolução a partir da interação com novas formas de pensar a realidade. As Tabelas 1 a 5 apresentam dados utilizados para a elaboração do Perfil Conceitual de Respiração.

Os estudantes que participaram do estudo, independente do nível de formação em que estavam, apresentaram idéias dominantes de três zonas do perfil (vitalista, mecanicista e ultra estrutural). Não encontramos entre os estudantes concepções que se enquadrassem na quarta zona - a *sistêmica*, que consideramos em nosso estudo como pertencente ao perfil evolutivo do conceito de respiração.

O traçado do perfil evolutivo do conceito de respiração permite observar a convivência das concepções alternativas entre estudantes que vivenciaram um processo de ensino que trabalha essencialmente com concepções tidas como científicas. Mostra também o movimento evolutivo a partir da agregação das concepções trabalhadas na escola com as já existentes no pensamento do indivíduo. Esse perfil pode servir como elemento facilitador na avaliação da

prática docente e do currículo proposto para as diferentes modalidades de ensino, bem como ser utilizado como um instrumento de acompanhamento da aprendizagem do indivíduo.

**Tabela 1 – Levantamento de concepções alternativas com estudantes do Ensino Fundamental 1**

<b>A- COMO EXPLICAM A RESPIRAÇÃO</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Relaciona a respiração à preservação da vida ou perda do fôlego	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10	90
<b>B- COMO IDENTIFICAM A LIBERAÇÃO DE ENERGIA PARA EXECUTAR DIFERENTES ATIVIDADES</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Associam a liberação de energia exclusivamente aos alimentos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	100

**Tabela 2 – Levantamento de concepções alternativas com estudantes do Ensino Fundamental 2**

<b>A- COMO EXPLICAM A RESPIRAÇÃO</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Relação com a sobrevivência	2, 4, 5, 6, 7, 9, 10	70
<b>B- COMO IDENTIFICAM A LIBERAÇÃO DE ENERGIA PARA EXECUTAR DIFERENTES ATIVIDADES</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Através da digestão	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	90

**Tabela 3 – Levantamento de concepções alternativas com estudantes do Ensino Médio**

<b>A- COMO EXPLICAM A HEMATOSE</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Troca gasosa e ocorre nos pulmões	3, 4, 5, 6, 10	50
<b>B- SOBRE RESPIRAÇÃO CELULAR – IMPORTÂNCIA DO OXIGÊNIO</b>		
Indicadores de análise	Estudantes	%
Importante para a sobrevivência	5, 6, 8, 9	40

**Tabela 4 - Levantamento de concepções alternativas com licenciandos em Ciências Biológicas**

PROCESSO MACROSCÓPICO			TRANSPORTE			PROCESSO MICROSCÓPICO		
Indicador	Estud.	%	Indicador	Estud.	%	Indicador	Estud.	%
Trocas gasosas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	88,9	Não faz referência	1, 2, 4	33,3	Não faz referência	4,8,9	33,3
Relaciona trocas a outro(s) processo(s) fisiológico (s)	4, 6, 7	33,3	Identifica a circulação	3, 5, 6, 7, 8	55,6	Identifica a relação entre o metabolismo da glicose e a síntese do ATP, mas não demonstra compreender o processo	1, 2,3,5	44,5

**Tabela 5 - Levantamento de concepções alternativas com mestrandos em Bioquímica**

PROCESSO MACROSCÓPICO			TRANSPORTE			PROCESSO MICROSCÓPICO		
Indicador	Estudantes	%	Indicador	Estudantes	%	Indicador	Estudantes	%
Trocas gasosas pulmonares	1, 2, 4	75	Transporte feito pelo sangue	1, 3, 4	75	Integra o O <sub>2</sub> à via glicolítica como metabolismo necessário a síntese de ATP	1	25
Relaciona trocas a outro(s) processo(s) fisiológico (s)	3	25	Circulação	2	25	Cita as etapas do metabolismo da glicose, sem detalhar	3	25
EXPLICAÇÃO DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE ENERGIA POR HUMANOS								
Vias metabólicas na degradação de alimentos, promovendo a obtenção de energia (OBS: O estudante 3 identifica trocas gasosas fazendo parte do processo)							1, 3	50
Respiração + nutrientes → energia							2	25
Fatores externos + reações químicas orgânicas							4	25

Consideramos a evolução do conceito como sendo um processo complexo, necessitando ser melhor compreendido pelos professores e outros atores envolvidos com o processo ensino-aprendizagem.

**Figura 5 – Categorias internas das zonas do perfil conceitual de respiração**

VITALISTA	MECANICISTA	ULTRA ESTRUTURAL	SISTÊMICA
Energia x alimento EF 1 – 100% EF 2 – 90%	Trocas gasosas associadas a outros processos fisiológicos  LB – 33,3% MSc – 25%	Percepção do metabolismo energético a partir das reações moleculares  MSc – 50%	Percepção do metabolismo energético integrando fenômenos macro e/ou microscópicos envolvidos no processo
Oxigênio – elemento essencial para a vida  EM – 40%	Trocas gasosas tissulares  -	Percepção do metabolismo energético a partir da via glicolítica  LB- 44,5% MSc – 25%	-
Preservação da vida  EF 1 – 90% EF 2 – 70%	Trocas gasosas com o ambiente  EM – 50% LB – 88,9% MS – 75%	Percepção do metabolismo energético integrado com a digestão  LB- 55,6% MSc – 50%	

A aprendizagem de conceitos complexos como o que foi estudado neste trabalho requer a avaliação não só da prática docente como dos currículos e do planejamento de intervenções voltadas para a construção de conceitos numa visão sistêmica. O Ensino Médio representa um espaço importante de investigação, onde os estudantes tiveram dificuldades em expressar suas concepções tanto no contexto macroscópico como no microscópico. Já na graduação e pós-graduação é interessante constatar que um estudante apresente dificuldades em transitar entre um conceito aprendido e formulado em um nível abstrato à novas situações concretas e vice-versa.

## Referências

- AGUIAR JR, O. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. **Ensaio** – Pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, jun. 2001. Disponível em: <[http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3\\_n1/orlandoaguiar.PDF](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n1/orlandoaguiar.PDF)>. Acesso em: 20 out. 2006.
- ALZATE, O. E. T. **Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional.** Aplicación al concepto de respiración. 2001. 328 f. Tesis (Doctoral Didáctica de la Matemática y de las Ciencias experimentales) - Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, 2001.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista ABRAPEC.** São Paulo, v. 1, n. 3, p. 5-14, set./dez. 2001.
- BASTOS, F. *et al.* Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências: revisando os debates sobre Construtivismo. In: **Pesquisas em Ensino de Ciências** - Contribuições para a formação de professores. São Paulo: Escrituras. 2004, p. 9-55.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* Pressupostos epistemológicos para pesquisa em ensino de ciências. **Cad. Pesquisa**, São Paulo, n. 82, p. 85-89, ago. 1992.

CARVALHO, A. M. P. Construção do Conhecimento e ensino de Ciências. **Em Aberto**, nº 55, p. 09-16, jul./set. 1992

CASTORINA, J. A. *et al.* **Piaget – Vygotsky - Novas contribuições para o debate**. São Paulo: Editora Ática, 1996.

COLL, César (Org). **O Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Editora Ática (traduzido de El Constructivismo em el aula por Claudia Schilling), 2001.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 1999, Valinhos – SP. **Anais...** São Paulo: ABRAPEC, 1999, p. 1 – 25. Disponível em: [http://www.fae.ufmg.br/io/v4\\_n1/4113.pdf](http://www.fae.ufmg.br/io/v4_n1/4113.pdf). Acesso em: 28 set. 2006.

GIORDAN, A. **La enseñanza de la Ciencia**. Madrid, 1978. p. 149-181.

KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. México: F. C. E, 1971.

LERNER, D. O ensino e o aprendizado escolar; argumentos contra uma falsa oposição. In: CASTORINA, José A. *et al.* **Piaget – Vygotsky - Novas contribuições para o debate**. São Paulo: Editora Ática, 1996, p. 85-146.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e ensino de ciências? Para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 1, p. 20-39, 1996. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/ienci/artigos/Artigo\\_ID8/v1\\_n1\\_a2.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/ienci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf). Acesso em: 12/07/2011.

MORTIMER, E. Conceptual change or conceptual profile? **Science & Education**, v.4, p. 267 – 285, 1995.

MORTIMER, E.F.; CARVALHO, A. M. P. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de ciências. **Cad. Pesq.**, São Paulo, n. 96, p. 5-14, fev. 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

OLIVEIRA, M. K. Pensar a educação: contribuições de Vygotsky. In: CASTORINA, José A. *et al.* **Piaget – Vygotsky - Novas contribuições para o debate**. São Paulo: Editora Ática, 1996, p. 85-146.

OLIVEIRA, S. S. Concepções Alternativas e ensino de biologia: Como Utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciandos. **Educar**, Curitiba, n. 26, p. 233 – 250, 2005.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: Uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; JÓFILI, Z. Concepções prévias sobre respiração pulmonar pelos estudantes do Ensino Fundamental I. In: ... Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru – SP **Anais ...** Bauru – SP: ABRAPEC, 2005.

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceitual na sala de aula**: Um desafio epistemologicamente fundamentado. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

TOULMIN, S. **La racionalidad humana**: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Alianza: Madrid, 1977.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.