

REFLETINDO A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO SISTÊMICO DE RESPIRAÇÃO ENTRE ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*

REFLECTING ON THE CONSTRUCTION OF THE SISTEMIC CONCEPT OF BREATHING AMONG POSTGRADUATE STUDENTS

Risonilta Germano Bezerra de Sá¹
Zélia Maria Soares Jófili²
Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão³

¹SEDUC /PE e SEDUC/Recife, e-mail risogermano@gmail.com

²UFRPE/ PPGEC, e-mail jofili@gmail.com

³UFRPE/DMFA e PPGEC, e-mail amanjos2001@gmail.com

Resumo:

Este estudo teve como objetivo identificar as concepções de estudantes de um curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em área específica, acerca do conceito científico de respiração. Utilizamos como referencial teórico na formação de conceitos científicos os estudos de Vygotsky, por acreditarmos que seus postulados se aproximam da realidade observada em sala de aula na perspectiva do ensino de conceitos abstratos na área de Biologia. Foram utilizados diversos instrumentos para aferir a compreensão dos estudantes sobre os conceitos envolvidos no processo de respiração. Os resultados atestam lacunas conceituais nos estudantes, que dificultam a utilização de conceitos abstratos, supostamente aprendidos, em situações concretas e sugerem mais estudos tanto para identificar as causas das dificuldades em transitar do concreto para o abstrato e vice-versa, como para propor intervenções fundadas numa visão sistêmica que favoreçam uma compreensão significativa dos conceitos envolvidos.

Palavras-chave: Formação de Conceitos; Respiração; Metabolismo Energético; Concepções de estudantes; Perfil conceitual.

Abstract:

This study aimed to identify the concept of breathing among students of a postgraduate course in Biochemistry. We had as theoretical background to concepts formation, the studies of Vygotsky, because we found their postulates close to reality observed in the classroom when teaching biological abstract concepts. It was utilized different instruments to evaluate the students' comprehension of breathing. The results evidence students' conceptual gaps that difficult the use of abstract concepts, supposed learned, in concrete situations and suggest more studies both to identify obstacles to go between concrete to abstract and vice-versa, as well as to propone interventions based in a systemic view in order to promote a meaningful comprehension of the involved concepts.

Keywords: Concepts formation; Breath; Energy Metabolism; Students conceptions; Conceptual Profile.

FORMAÇÃO DO CONCEITO CIENTÍFICO A PARTIR DE UMA VISÃO SÓCIO-INTERACIONISTA

Vygotsky (2005) entende a formação de conceitos como algo além da unificação de impressões desordenadas (típica do pensamento por complexos), ou seja, vê a necessidade de “*abstrair, isolar* elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte.” (VYGOTSKY, 2005, p.95). Contudo, ressalta a importância de unir e separar os componentes constituintes de um conceito para analisá-los e compreendê-los. Para ele: “Um conceito só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados novamente, e a síntese abstrata daí resultante torna-se o principal instrumento do pensamento”. (VYGOTSKY, 2005, p.98).

Em relação ao desenvolvimento do pensamento, Vygotsky relaciona a fala como sendo o processo do pensamento verbal diretivo para a formação dos conceitos verdadeiros, pois permite centrar de forma ativa a atenção, abstrair traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo. No entanto, embora diretivo não é determinante, uma vez que seus estudos confirmam que “[...] o desenvolvimento do pensamento verbal é possível usando-se o significado das palavras como unidade analítica” (2005, p.151). Nesse contexto, Vygotsky afirma que o uso da palavra como mediadora na formação de conceitos “é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência” (VYGOTSKY, 2005, p. 73).

Os conceitos oriundos da experiência pessoal foram classificados por Vygotsky como conceitos cotidianos ou espontâneos e os elaborados a partir da experiência escolar como conceitos científicos. Defende o estudo do conceito científico como forma de compreender os mecanismos necessários para a sua construção, enfatizando que “os conceitos científicos e espontâneos diferem quanto à sua relação com a experiência da criança, e quanto à atitude da criança para com os objetos” (VYGOTSKY, 2005, p. 108), por isso podem se diferenciar na sua construção do início até o fim. Ele identifica, no estudo dos conceitos científicos, importantes implicações para a educação e afirma que “descobrir a complexa relação entre o aprendizado e o desenvolvimento dos conceitos científicos é uma importante tarefa prática” (VYGOTSKY, 2005, p. 109).

Em seus estudos sobre o processo de formação de conceitos em suas várias fases evolutivas, Vygotsky considerou que “para se iniciar o processo, é necessário confrontar o sujeito com a tarefa” (VYGOTSKY, 2005, p. 72), introduzindo gradualmente os meios para a solução do problema apresentado ao sujeito. Alerta, porém, que a existência de um problema por si só, não pode ser considerado a causa do processo. Explica, ainda, que é importante considerar o uso do signo, ou palavra, como mediador dos processos mentais estabelecidos para a solução do problema. Defende ainda que o “conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim, uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução de problemas” (VYGOTSKY, 2005, p. 66-67).

Ao estudar a formação de conceitos em todas as suas fases dinâmicas, Vygotsky procurou apresentar o problema ao sujeito logo de início, permanecendo o mesmo até o final. Concluiu que:

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (VYGOTSKY, 2005, p. 72-73).

O Quadro 1 resume, a partir das idéias desenvolvidas por Moreira (1999), as técnicas utilizadas por Vygotsky em seu estudo sobre a formação de conceitos, utilizando o método da dupla estimulação.

Técnicas Observadas no Método de Estudo de Vygotsky	
1º	Introdução de obstáculos que perturbam o andamento normal da solução de um problema.
2º	Fornecimento de recursos externos para a solução de um problema.
3º	Solicitação às crianças para resolverem problemas que excedam seus níveis de conhecimento e habilidades.

Quadro nº 1 - Resumo de técnicas utilizadas por Vygotsky segundo Moreira (1999)

O meio cultural é defendido por Vygotsky (1999) como estimulador do intelecto. Para ele é preciso compreender as “relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento” (p.73). Considera o processo de formação do conceito “como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio” (VYGOTSKY, 2005, p. 73). Van Der Veer e Valsiner (1999) deixam bem claro que nos estudos de Vygotsky as operações mentais superiores não desfazem os resultados de operações realizadas anteriormente: elas ficam retidas, de uma forma peculiar, de modo que novas concepções podem ou não complementá-las. Sobre isso Vygotsky afirma: “elas continuam a operar ainda por muito tempo, sendo na verdade predominantes em muitas áreas do seu pensamento” (VYGOTSKY, 2005, p. 99).

Vygotsky considera que na adolescência, as funções existentes passam a fazer parte de uma nova estrutura. Uma nova síntese surge como parte de um todo complexo, com leis que o regem, determinando o destino de cada uma das partes. A capacidade, por parte do adolescente, de regular seus processos mentais através de meios auxiliares (signos ou palavras) é um aprendizado que resulta no seu desenvolvimento cognitivo.

EVOLUÇÃO CONCEITUAL

Bastos (2004) afirma que nos últimos anos muitos trabalhos publicados fazem críticas às propostas construtivistas para o ensino das ciências considerando *o ensino por mudança conceitual*, a exemplo de Suchting (1992); Solomon (1994); Mortimer (1995; 2000); Osborne (1996); Matthews (2000); Cachapuz (2000) e Laburú & Carvalho (2001). El-Hani e Bizzo (1999) relacionam esses sinais de esgotamento ao fato de que “o consenso em torno das suposições centrais do construtivismo pode não ser suficiente para delimitar um domínio paradigmático único, não sendo mais que o resultado de pontos de concordância entre abordagens diferentes” (p. 7). Bastos (2004), porém, faz uma análise crítica em relação ao construtivismo considerado. Ele explica que várias ideias têm sido abrigadas sob o rótulo de “construtivismo” e o uso desse rótulo em vários debates faz com que uma crítica específica, no caso, *ensino por mudança conceitual* se confunda com outras ideias e teorias também conhecidas como construtivistas. O autor continua em sua análise, afirmando que os modelos e propostas resultantes dessa análise crítica, como por exemplo, o ensino por pesquisa, encontrado nos estudos de Cachapuz (2000); Gil Pérez *et al.* (1999a e 1999b); e o ensino a partir do perfil conceitual proposto por Mortimer (2000), apoiam-se, também, em bases teóricas fornecidas pelo construtivismo (Piaget, Vygotsky, entre outros) (EL-HANI e BIZZO, 1999).

El-Hani e Bizzo (1999) consideram que os estudantes não abandonam suas concepções a partir de exposições de conceitos científicos com as quais se encontram em conflito. Explicam ainda ser preciso o aluno reconhecer as próprias crenças preexistentes e tecer uma apreciação de seu valor e de sua precisão diante de novas informações para, então, decidir reestruturar o conhecimento.

É possível levar o aluno a compreender os conceitos e as teorias científicas, sem esperar que ele venha a crer naqueles conceitos ou considerar aquelas teorias válidas ou verdadeiras. “Neste caso, não se pode dizer que houve *troca conceitual*. No entanto, pode-se dizer que houve *mudança do perfil conceitual* do aluno” (EL-HANI e BIZZO, 1999, p. 18).

A Figura 1 explica, de forma esquemática, as ideias desenvolvidas por El-Hani e Bizzo (1999), adaptado de Corben (1996), sobre de que forma a visão de mundo pode interferir no processo de construção do conceito:

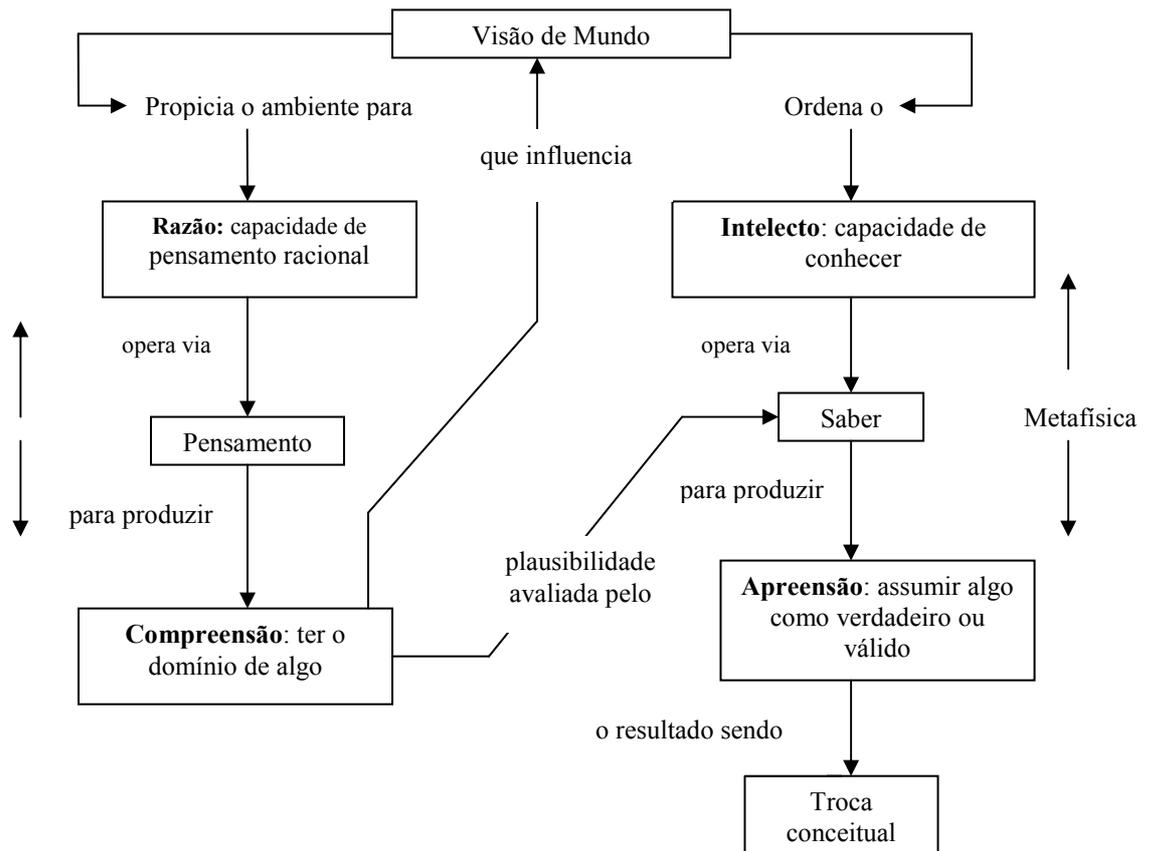


Figura nº 1 - Visão de mundo, compreensão, apreensão e troca conceitual.
(Adaptado de Cobern, 1996 por El-Hani e Bizzo, 1999)

Mortimer (2000) propôs um modelo diferente para análise da evolução conceitual em sala de aula. Este modelo se caracteriza pela ideia de que a construção de novos conceitos não pressupõe o abandono dos conceitos espontâneos, mas sim uma tomada de consciência do contexto onde as concepções são aplicadas. Mortimer (1995) sugere que a aprendizagem no ensino das Ciências deve promover a evolução dos perfis conceituais dos estudantes que define como

[...] 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 dependente 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.

Da mesma forma que o perfil epistemológico, o perfil conceitual estabelece uma hierarquia entre as diferentes zonas na construção de conceitos, por conter categorias de análise com poder superior às anteriores. Essas zonas, porém, diferem entre si não apenas pela questão epistemológica, mas também pelas características ontológicas (AGUIAR JR, 2001). Segundo Amaral e Mortimer (2001) as zonas pertencentes a um perfil conceitual podem estar relacionadas com uma forma de pensar e com um determinado domínio, ou contexto, a que essa forma se aplica.

Outra característica importante do perfil conceitual é a de que seus níveis considerados pré-científicos não são fundamentados em nenhuma escola filosófica, mas sim nos compromissos ontológicos e epistemológicos dos indivíduos, características estas fortemente influenciadas pela cultura (MORTIMER, 2000).

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

Baseadas na noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer, desenvolvemos, em trabalho anterior (SÁ, 2007), a ideia de perfil evolutivo conceitual, a partir das concepções de estudantes desde o ensino fundamental até a Pós-Graduação *Stricto Sensu*, sobre respiração. Enquanto o objeto de análise no perfil conceitual é o indivíduo, no perfil evolutivo conceitual estamos propondo analisar como o conceito de respiração se formou ao longo da escolaridade dos indivíduos em estudo. Com a descrição do perfil evolutivo conceitual, esperava-se conhecer de que forma esse conceito foi construído e quais as relações estabelecidas entre os conceitos espontâneos e as novas ideias construídas.

Neste estudo, enfocaremos as concepções de pós-graduandos em bioquímica, sobre o processo de respiração celular.

METODOLOGIA

Utilizamos em nosso estudo, de forma aproximada, o método clínico utilizado por Piaget no estudo da inteligência. Embora o método clínico estude o sujeito, Piaget buscou o que é universal nele (BATISTELLA *et al.*, 2005). Segundo Deval, o método clínico:

[...] estuda o sujeito individualmente, motivando as intervenções do pesquisador de acordo com a atuação do sujeito, buscando esclarecer qual o sentido que ele está dando ao que lhe foi proposto (1994).

[...] Baseia-se no pressuposto de que os sujeitos têm uma estrutura de pensamento coerente, constroem representações da realidade à sua volta e revelam isso ao longo da entrevista ou de suas ações (DELVAL, 2002, p. 70).

Batistella *et al.* (2005) em seu estudo destacam algumas características do método clínico que o diferenciam de outros métodos: (a) não tem uma sequência fixa de questões, o que o torna bem flexível; e (b) o investigador pode modificar o vocabulário no decorrer dos questionamentos, adequando-o aos traços do sujeito que pretende estudar, pois serão as respostas deste que direcionarão o ritmo e a sequência da entrevista, enquanto o investigador lança novas hipóteses para comprovar e deixar claro o curso do pensamento.

A análise dos dados consiste numa tarefa complexa e difícil, pois a utilização de questões abertas faz com que os dados sejam muito variados, o que requer do investigador

atenção aos seus objetivos e a sua hipótese para definir o que é importante em seu estudo, tendo como resultado a categorização das respostas em estágios de desenvolvimento (DELVAL, 1994; 2002).

O estudo foi conduzido com quatro pós-graduandos de Bioquímica.

INSTRUMENTOS

Procuramos utilizar variados tipos de instrumentos para avaliar, com clareza, o pensamento dos estudantes sobre o conceito em questão. Na figura 2 apresentamos, em forma de esquema, a sequência de aplicação dos instrumentos.

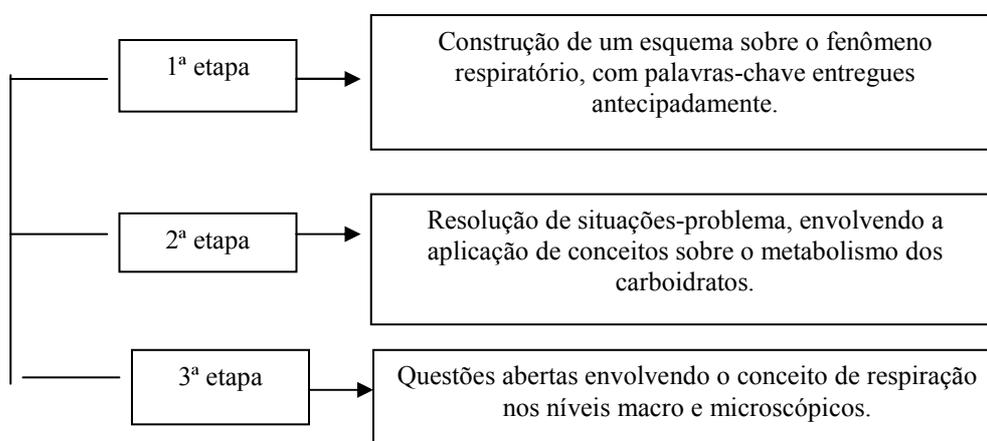


Figura nº 2 – Sequência de aplicação dos instrumentos

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nos levantamentos feitos com mestrandos em Bioquímica, observamos uma tendência dos mesmos em particularizar as observações em torno do objeto de estudo. Os estudantes, ao analisarem as questões propostas, verticalizaram suas análises restringindo-se ao universo microscópico (molecular) onde o fenômeno ocorre, esquecendo-se da conexão com o todo e das possibilidades da ocorrência de interação/ inter-relação/ contextualização com outras vias e níveis de organização biológica, considerando o indivíduo e seu ecossistema como um todo. Assim, perdeu-se a perspectiva sistêmica e contextualizada, necessária à compreensão holística do ‘ser vivo’. Constatamos, ainda, uma maior facilidade em descrever o fenômeno no campo macroscópico, ou seja, os fenômenos e sistemas foram mais facilmente compreendidos na perspectiva concreta.

Concepções dos Estudantes do Mestrado em Bioquímica

A Tabela 1 nos mostra que três dos estudantes investigados, ao representarem seus esquemas conceituais sobre respiração, identificaram o processo como trocas gasosas, não descrevendo as relações anátomo-fisiológicas com os outros sistemas. Apenas um estudante, estabeleceu a relação respiração/circulação. Todos identificaram a corrente sanguínea como via de transporte de gases, porém, ao representarem o processo no ambiente microscópico, se limitaram a generalizações, não apresentando um esquema compreensível envolvendo o

processo respiratório (Figura 3). As relações com a respiração celular (eventos que envolvem a glicólise e a síntese mitocondrial de ATP) são ilustradas com superficialidade e escassa conexão com os demais níveis de organização biológica (respiração/circulação). A despeito do termo “jejum” estar incluído entre as palavras-chave, o contexto energético do corpo é ignorado, assim como quaisquer relações entre a aquisição de glicose via digestão.

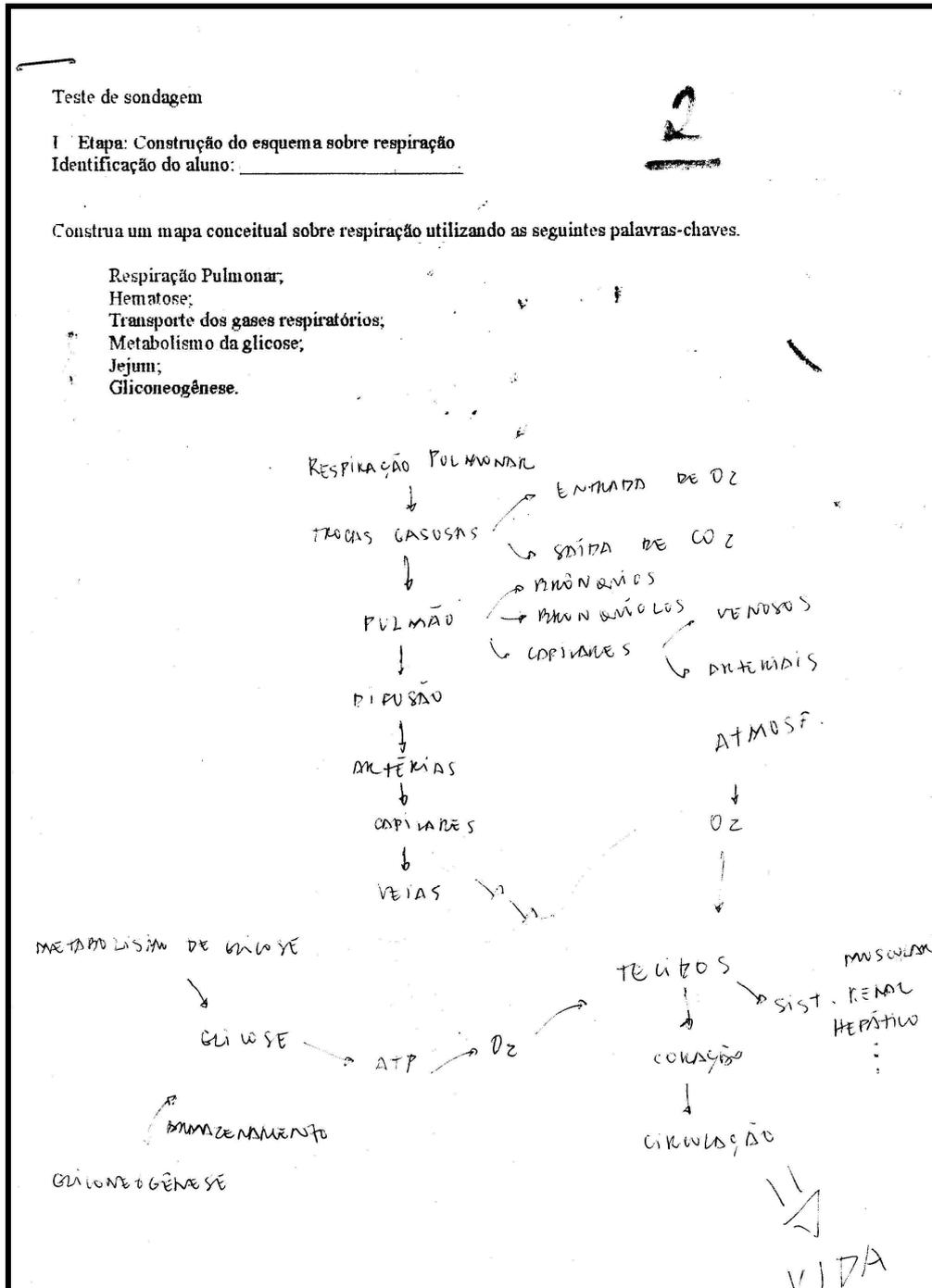


Figura nº 3 - Representação do conceito de respiração de um mestrando em Bioquímica

Tabela nº 1 - Síntese da representação de respiração expressa em mapa conceitual, considerando os processos macro e microscópicos numa visão sistêmica dos mestrandos (1ª etapa)

Processo macroscópico			Transporte			Processo microscópico		
Indicador	Estudante	N	Indicador	Estudante	N	Indicador	Estudante	N
Trocas gasosas pulmonares.	1, 2, 4	3	Transporte feito pelo sangue	1, 3, 4	3	Integra o O ₂ a via glicolítica e a identifica como metabolismo necessário a síntese de ATP	1	1
Relaciona trocas gasosas com outro(s) processo(s) fisiológico(s).	3	1	Circulação	2	1	Cita as etapas do metabolismo da glicose sem explicar	3	1
						Não apresenta clareza na explicação	2	1
						Indica os processos de homeostase e equilíbrio iônico	4	1

Quanto à aplicação do conhecimento em bioquímica na elucidação de situações-problema, observamos que os estudantes formulam hipóteses utilizando-se de um conhecimento geral, porém de pouca clareza e precisão. A pobreza da construção do esquema conceitual apresentado na Figura 1 permite compreender tal dificuldade nas questões problematizadas. Nas Tabelas 2 e 3 estão sintetizadas as concepções dos estudantes na elucidação das situações-problema envolvendo a hiperventilação em um nadador e o controle da glicemia. Foi possível observar, não só nessa etapa de resolução de questões, como também nas demais, a dificuldade da aplicação de um conceito quando apreendido e formulado num nível abstrato e aplicado a situações concretas que devem ser resolvidas a partir de um plano abstrato. Esse fato vem corroborar a seguinte afirmação de Vygotsky: “a transição do abstrato para o concreto mostra-se tão árdua para o jovem como a transição primitiva do concreto para o abstrato” (2005, p. 100).

Tabela nº 2 - Síntese das respostas da situação – hiperventilação de um nadador

Indicadores	Estudante	N
Desmaio por causa da diminuição de O ₂ .	2	1
Usa vocabulário da área, porém sem sentido.	3, 4	2
Grande quantidade de O ₂	1	1

Tabela nº 3 - Síntese das respostas da situação – controle de glicemia

Indicadores	Estudantes	N
Hipoglicemia / gliconeogênese/	1	1
Hipoglicemia/ glicogenólise/ gliconeogênese	3, 4	2
Hipoglicemia relacionando com baixa pressão arterial sistêmica	2	1

Observamos, na sequência apresentada na Tabela 4, que os estudantes também apresentaram dificuldade em reconhecer a respiração como um fenômeno participante do metabolismo energético, restringindo seu significado às trocas gasosas. Embora conheçam os termos específicos da área apresentam lacunas conceituais que os impedem de explicar os

fenômenos que ocorrem no processo respiratório com mais clareza, a exemplo da influência do gás carbônico, produto metabólico da respiração celular, no ritmo respiratório.

Os estudantes também identificam o O_2 como elemento importante do metabolismo energético, porém não especificam a função e a origem desse gás no contexto do processo, chegando a responder que na ausência do referido gás a célula morre e o metabolismo energético fica deficiente (2). Essa resposta ilustra o uso de concepções alternativas sobre a importância do gás oxigênio tida como 'vital'. Estabelecem ainda uma relação geral da respiração com os nutrientes, sem aprofundamento de aspectos moleculares.

Quanto à identificação do papel das coenzimas NAD^+ e $FADH_2$ e os fenômenos relacionados ao sistema transportador de elétrons, observa-se a existência de lacunas conceituais, visto que as respostas foram pouco esclarecedoras.

Tabela nº 4 – Síntese das respostas dos mestrands sobre o fenômeno respiratório pulmonar e o metabolismo energético a partir dos processos macroscópicos e microscópicos envolvidos nos eventos (3ª etapa)

A – Significado de respirar		
Indicadores de análise	Estudante	N
Levar O_2 até a célula onde é o aceptor final de elétrons	1	1
Trocas gasosas	2, 3, 4	3
B - Relação da taxa de CO_2 com o ritmo respiratório		
Aumento do ritmo respiratório relacionado com a quantidade de CO_2 no organismo para que se eleve a captação de O_2	1, 3	2
Aumento do ritmo respiratório eleva a taxa de CO_2	4	1
↑ Ritmo respiratório → ↓ eliminação do CO_2 → ↑ CO_2 armazenado no organismo.	2	1
C - representação do caminho do O_2 do ar até as células		
O_2 - vias respiratórias – pulmões – corrente sanguínea - células Obs: o estudante 2 não cita células	1, 2, 3, 4	4
D - Explicação do processo de síntese de ATP 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	2
Respiração + nutrientes → energia	2	1
Fatores externos + reações químicas orgânicas	4	1
E - Papel do NAD e do FAD		
Carregadores de elétrons Al 01 -para o O_2 do ciclo de Krebs até fosforilação oxidativa para ser reoxidado.	1, 4	2
Equivalentes na glicólise e outras vias metabólicas que são reduzidos a $NADH$ e $FADH_2$ entrando no CTE e FO para se converter em energia	3	1
Transportadores de energia (O_2)	2	1
F – Como a energia é liberada em quantidade discreta na cadeia transportadora de elétrons		
Através do fluxo de elétrons através desta cadeia, que também promove uma bomba próton-motriz que vai permitir a fosforilação do ADP em ATP (energia).	1	1
Quando a mudança nos níveis energéticos, na forma de ATPs.	2	1
Pela quantidade (entrada) controlada de equivalentes redutores, que na verdade, na CTE haverá transporte de elétrons para posterior produção de energia.	3	1
Através da oxidação dos elétrons	4	1
G – O que acontece na ausência de O_2 no fim da cadeia respiratória		
A célula morre e o metabolismo energético fica ineficiente	2, 3	2
Não haveria fluxo de elétrons o que ocasionaria a não existência da CTE	1	1
Não haveria a oxidação dos elétrons ocasionando o fim da geração de energia	4	1

Perfil Evolutivo de Respiração

As alterações no perfil conceitual se justificam a partir das incorporações de novas ideias às pré-existentes. Observamos, em nosso estudo, que as concepções dos estudantes sobre respiração evoluem em dois sentidos no perfil conceitual: (i) horizontal, que ocorre entre as zonas do perfil conceitual, e (ii) vertical, numa mesma zona, onde as alterações ocorrem a partir da manutenção da ideia principal do tipo da zona conceitual, ampliada com novas ideias que se aproximam das que caracterizam as demais zonas.



Figura nº 4 - Esquema de evolução conceitual entre zonas do perfil conceitual e dentro da mesma zona conceitual

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em estudo anterior (SÁ, 2007), ao elaborar as categorias das zonas de perfil conceitual, percebemos como é complexo acompanhar a evolução de um conceito e definir em que categoria se enquadra determinada concepção. Acreditamos que essa dificuldade se deve ao fato da construção do conceito ser um processo permeado por diferentes formas de interação, e dependente da realidade e desenvolvimento social e biológico do indivíduo.

Identificamos, naquele estudo, a possibilidade de existirem quatro zonas no perfil conceitual de respiração e que, em cada zona, existiam dois níveis internos de evolução: um, num sentido vertical, dentro da própria zona; e outro, num sentido horizontal, entre as zonas. Os estudantes que participaram do estudo, independente do nível de formação em que se encontravam (ensino fundamental, médio e superior), apresentaram idéias dominantes de três zonas do perfil (vitalista, mecanicista e ultra-estrutural). Não foram encontrados entre os estudantes concepções que se enquadrassem na quarta zona (a sistêmica).

Observamos, também, naquele estudo, que conforme Mortimer (2000), El-Hani e Bizzo (1999) e Amaral e Mortimer (2001), não é possível afirmar a existência de uma única forma de conceber uma ideia e que a evolução conceitual não necessariamente exige o descarte das concepções alternativas existentes no campo conceitual do indivíduo. Constatamos que o indivíduo convive com essas diferentes formas de pensar a realidade e que a experiência escolar representa um espaço de interação, que possibilita a evolução a partir da interação com novas formas de pensar essa mesma realidade.

O traçado do perfil evolutivo conceitual de respiração permitiu, então, verificar a convivência das concepções alternativas entre estudantes que vivenciaram um processo de ensino que trabalha essencialmente com concepções tidas como científicas. Mostrou, ainda, o movimento evolutivo a partir da agregação das concepções trabalhadas na escola com as já existentes no pensamento do indivíduo. Esse retrato pode constituir-se num elemento

facilitador na avaliação da prática docente, do currículo proposto para as diferentes modalidades de ensino e, também, um instrumento de acompanhamento da aprendizagem do indivíduo.

Neste estudo, buscamos identificar as concepções de mestrandos de bioquímica sobre respiração. Observamos que permaneceram, no que tange ao ambiente microscópico, grandes dificuldades na apresentação de esquemas compreensíveis sobre o processo respiratório. Com relação às situações-problema, envolvendo o metabolismo dos carboidratos, identificamos, também, dificuldades na aplicação de conceitos, aprendidos abstratamente, na resolução de situações concretas, o que foi uma comprovação cabal da tese de Vygotsky acerca da dificuldade na transição abstrato-concreto (VYGOTSKY, 2005, p. 100). Finalmente, constatamos lacunas conceituais impedindo explicações claras sobre os fenômenos envolvidos no processo respiratório, apesar do “conhecimento” da nomenclatura específica da área... De fato, o conhecimento da terminologia, tão exigido na academia, não é suficiente para uma compreensão significativa dos fenômenos.

A aprendizagem de conceitos complexos como o abordado neste trabalho requer intervenções voltadas para a construção de conceitos onde seja possível desenvolver uma visão sistêmica, tendo em vista a dificuldade dos estudantes em expressar suas concepções tanto no contexto macroscópico como no microscópico. É preciso investigar mais os motivos que podem levar um estudante a apresentar dificuldades em transitar do conceito apreendido e formulado em um nível abstrato às novas situações concretas e vice-versa.

Tendo em vista que a noção de perfil conceitual tende a descrever o processo de formação de conceito na sala de aula, adotamos essa perspectiva para analisar a compreensão do conceito de respiração entre estudantes de um nível elevado de escolarização. Esclarecemos que este estudo, pela sua intenção, é preliminar, necessitando ser aprofundado nas caracterizações das zonas do perfil. Sinaliza, no entanto, para questões importantes no ensino de conceitos abstratos e complexos, como é o caso do conceito de respiração.

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>. Acesso em: 20 out. 2006.
- AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, pp. 5-18, Bauru, SP: ABRAPEC, 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.
- BATISTELLA, A. F. F.; SILVA, E. P. D.; GOMES, L. R. **A noção de vida em crianças brasileiras em 2004 em comparação com as de Genebra em 1926**. Ano 2, v. 4, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/>>. Acesso em: 17 nov. 2006.
- COBERN, W. W. Worldview theory and conceptual change in science education. **Science Education**, v. 80, n. 5, p. 579–610, 1996.
- DELVAL, J. **El desarrollo humano**. Madrid: Siglo Veintiuno de Espana, 1994.

DELVAL, J. **Introdução à prática do método clínico: descobrindo o pensamento das crianças.** Porto Alegre: ARTMED, 2002.

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/ensaio/v4_n1/4113.pdf>. Acesso em: 28 set. 2006

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

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

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/2artigo.htm>> Data de acesso: 30 set. 2006.

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

VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. **Vygotsky - Uma síntese,** 3 ed. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem,** 3 ed. São Paulo: Martins Fontes (traduzido do thought and language por Jefferson Luiz Camargo), 2005.