

O desenvolvimento conceitual e sua relação com diversos Recursos Didáticos na Aprendizagem

COGNITIVE DEVELOPMENT AND ITS RELATIONSHIP TO LEARNING WHEN USING DIFFERENT DIDACTIC RESOURCES

Marco Aurélio Nicolato Peixoto

IFSULDEMINAS | marco.peixoto@ifsuldeminas.edu.br

Patricia Sánchez Lizardi

University of Arizona | patricia.s.lizardi@gmail.com

Evandro Ghedin

Universidade Estadual de Roraima | eghedin@bol.com.br

RESUMO

O cérebro humano mapeia a realidade externa com vistas a organizá-la internamente, gerando uma ordenação do caos externo a ele. Para tal finalidade a mente se organiza estruturando o pensamento na integração dos conceitos. Diversos recursos didáticos potencializam a aprendizagem. O objetivo desse trabalho é investigar se os discentes possuem uma aprendizagem integral dos temas estudados que evidencie uma paridade entre os conteúdos a serem ensinados e o desenvolvimento conceitual. Para investigar este assunto aplicamos um questionário com duas perguntas abertas, referentes ao tema da Respiração Celular a 21 graduandos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, na cidade de Manaus. Os alunos foram divididos em três grupos, sendo que cada grupo teve acesso a um único recurso de consulta para formular as suas respostas. Os resultados demonstraram que os aprendizes não conseguiram integrar os conceitos de forma a compreender o fenômeno questionado como um todo. Houve tênue preponderância dos estudantes que se utilizaram do caderno na primeira pergunta, não sendo evidenciada esta prevalência na segunda indagação. Conclui-se que, no que tange à relação entre os processos de ensino-aprendizagem e os processos cognitivos, é necessário o estabelecimento de procedimentos sintonizados ainda pouco explorados na educação.

Palavras-chave: Neuroeducação. Aprendizagem. Cognição. Conceitos científicos.

ABSTRACT

The human brain maps the external reality in order to organize it internally generating a sort of chaos' order outside of it. For this purpose the mind structures itself and the thinking process by an integration of concepts. Different types of didactic resources enhance learning. The purpose of this study is to investigate whether students learn the contents studied in an integral manner, in such a way that reflects a correspondence between these contents and the concept development achieved. To investigate this, we asked 21 undergraduate students of Biological Sciences in the city of Manaus to answer two-open ended questions regarding the topic of Cellular Respiration. The students were divided into three groups, each of them having access only to a single didactic resource to formulate their responses. Results showed that learners were unable to integrate the concepts in order to understand the phenomenon questioned as a whole. There was slight preponderance of students who used their notebook to answer the first question; however, this prevalence was not evident in the second inquiry. It is concluded that regarding the relationship between the processes of teaching-learning and the cognitive processes is necessary to establish procedures that have been little explored in education.

Keywords: Neuroeducation. Learning. Cognition. Scientific concepts.

Introdução

O pensamento complexo proveniente de uma concepção epistemológica pós-moderna (Santos, 1989) nos dá conta de que existe uma relação intrínseca entre as partes e o todo. Ponderando sobre essa compreensão universal e realizando um trocadilho entre as concepções epistemológicas pós-modernas e positivistas, temos que a segunda apregoa a necessidade de um alto grau de generalização e capacidade preditiva para que um conhecimento seja aceito como um conceito científico válido. Observando-se, pois, a necessidade positivista de predição e generalização, utilizemo-nos desses princípios para observarmos as concepções pós-modernas, no sentido de que a realidade complexa deve valer tanto para a matéria inanimada como para a animada como forma de generalização e atuar no passado, presente e futuro como análise preditiva.

Somos um microssistema que organizamos a matéria, mas à medida que vivemos deixamos também um rastro de desordem (Philip, 2006).

Tal condição reside na própria origem da matéria e se consubstancia no fenômeno da vida, bem como das partes que a constituem. Analisando a mente como parte constitutiva deste processo, seria ela uma aplicação desta observação ao tentar organizar o caos que a cerca? Ao procurarmos desvendar como a mente realiza esta tarefa, estaríamos também compreendendo o mecanismo no qual o próprio universo se assenta?

Vejamos o conhecimento mediante as ideias de Morin ao afirmar que ele se faz por

tradução em signos/símbolos, e sistemas de signos/símbolos (depois, com os desenvolvimentos cerebrais, em representações, ideias, teorias...); sendo que a tradução construtiva se dá a partir de princípios e regras que permitem constituir sistemas cognitivos articulando informações/signos/símbolos. O conhecimento não poderia refletir diretamente o real, só pode traduzi-lo em uma outra realidade (MORIN, 1986, p. 51).

O cérebro é o órgão principal em que esta organização descrita por Morin (1986) se dá. Este órgão estrutura-se a partir de um longo processo evolutivo e surge de uma complexa composição das células nervosas e que foram se configurando ao longo da história da vida na Terra. Tal unidade integrada sedia a formação estrutural dos signos e símbolos, bem como dos processos relacionados a eles. “O cérebro humano mapeia todos os objetos que se encontram em seu exterior” (DAMÁSIO, 2010, p. 90). Este mapeamento dá-se consoante à criação de um sistema simbólico próprio e que ganha dinâmica ao se estruturar, levando à capacidade de raciocínio (Searle, 2010).

Seguindo esta linha, categorizar e conceituar são formas de representação da realidade e funcionam como recursos importantes para proporcionar a organização do mundo, a construção de seu sentido e a possibilidade de significá-lo linguisticamente. Os conceitos geram modelos mentais ou teorias sobre o mundo que nos cerca, segundo Pozo (2002), tendo além da função de descrição e identificação a função de adaptação do indivíduo. Mediante a concepção de Vygotsky (2003), os conceitos elaboram-se a partir de associações de semelhanças e diferenças que vão se registrando ao longo da vida do indivíduo, sendo que os conceitos acabam integrando uma estrutura ainda maior, o pensamento. No que tange à estruturação mental

superior, “chamamos de pensamento, em sentido próprio, o processo de reflexo consciente da realidade, nas suas propriedades, ligações e relações objetivas, incluindo os mesmos objetos inacessíveis, à percepção sensível imediata” (LEONTIEV, 2004, p. 90). Também a este respeito, Vygotsky (2003) relaciona a faculdade de pensar com os conceitos formados pelo indivíduo ao afirmar que

as formas mais elevadas da comunicação humana somente são possíveis porque o pensamento do homem reflete uma realidade conceitualizada. É por isso que certos pensamentos não podem ser comunicados às crianças mesmo que elas estejam familiarizadas com as palavras necessárias. Pode ainda estar faltando o conceito adequadamente generalizado que, por si só, assegura o pleno entendimento (p. 7-8).

No entanto, o intelecto em que se configura o pensamento “não é precisamente a reunião de determinado número de capacidades gerais - observação, atenção, memória, juízo, etc. - mas sim a soma de muitas capacidades diferentes” de maneira que “cada uma das quais, em certa medida, é independente das outras e, portanto tem de ser desenvolvida independentemente mediante um exercício adequado”, de maneira que “cada um melhorando melhora os demais” (VYGOTSKY, 1991, p.7).

Esta abordagem permite-nos perceber que os conceitos são formados como resultado de um somatório em que diversas faculdades mentais interagem, sem perder a sua particularidade na edificação do intelecto. Pensamentos se organizam a partir dos conceitos (Vygotsky, 2003), que, por sua vez, reelaboram-se a partir das representações categorizadas, isto mediante semelhanças/diferenças concatenadas e organizadas em mapas/modelos mentais. Ao se modificarem as categorias, modificam-se os conceitos e os pensamentos. Conceitos são, portanto, componentes que surgem e se aperfeiçoam todo o tempo na medida em que interagem com a realidade. Nessa direção, poderiam os recursos didáticos diversificar os meios perceptivos e representativos do sujeito levando-o a uma compreensão mais ampla do mundo que o cerca?

Embora as atividades do intelecto “caracterizem-se por uma atividade extremamente complexa e por formas de reflexo da realidade também complexas” (LEONTIEV, 2004, p.53), é possível perceber, segundo as pesquisas

de Leontiev (2004), que ele evolui por estágios ou fases, sendo que cada fase prepara o desenvolvimento do estágio posterior. Da mesma forma, é perceptível nos trabalhos de Luria (1990) o significado do encadeamento sequencial do pensamento, algo que pode ser visualizado nos processos de linguagem em que as palavras, por exemplo, se organizam semanticamente em frases.

Assim, ligando essas ideias com o processo de ensino-aprendizagem, tomemos como referência o processo de aprendizagem descrito por Relvas (2010) ao afirmar que ela se dá “a partir de experiências que podem ser organizadas em cinco níveis crescentes de complexidade”, ou seja, devem “avançar” consolidando-se nos níveis da sensação, percepção, formação de imagens, simbolização até se chegar à conceitualização. Desta forma, “a possibilidade da vivência de cada uma destas experiências está atrelada à preexistência da anterior, revelando-se, assim, seu caráter hierárquico” (RELVAS, 2010, p. 64). Mediante esta afirmativa o cérebro seguiria uma ordenação processual em que primeiro captaria e organizaria as sensações para depois consolidar as percepções. A partir das percepções formaria as imagens e símbolos, até estruturar a unidade do pensamento a que chamamos de conceito, afirmativa já apontada por Vygotsky (2003).

Estaria a aprendizagem de conteúdos acadêmicos estruturada em consonância com estes pressupostos neurocientíficos?

A aprendizagem se consubstancia enquanto paradigma distinto na medida em que,

Ao contrário do paradigma da instrução que entende ser possível confirmar a existência de aprendizagens sempre que um aluno é capaz de reproduzir informação, exercícios e gestos, no paradigma da aprendizagem, entende-se, pelo contrário, que o ato de aprender se encontra mais relacionado com o desenvolvimento de competências cognitivas e relacionais do que com a apropriação de conteúdos construídos por outros. Desse modo, aprende-se quando somos estimulados a pensar e a aprender a aprender, porque, nesta abordagem, é o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos e das dinâmicas endógenas que lhe são subjacentes que poderão garantir a ocorrência de aprendizagens (TRINDADE, 2010, p. 44).

Poderia a reflexão sobre este tipo de conhecimento gerar estratégias de aprendizagem, ao atuar especificamente sobre o processo cognitivo, não perfeitamente desenvolvido ao longo do processo pelo aprendiz? Se assim for, poder-se-ia atuar na formação discente, no sentido de aprimorar as dificuldades de aprendizagem, além dos livros ou aulas convencionais, mas com músicas e desenhos dentre outras abordagens possíveis. Tal procedimento poderia alterar inclusive a organização didática em que a aprendizagem se configura em instituições de ensino.

Segundo Pozo (2009), mesmo os conhecimentos conceituais precisam ser estudados e analisados de maneira que se possam encontrar formas de superar as dificuldades do ensino-aprendizagem. O autor define que são três os tipos de conteúdos conceituais: os dados, os conceitos e os princípios, explicando que uma coisa é ter um dado ou conhecer algo como um fato e outra é dar sentido e significado a esse dado. Assim, para se compreender um dado, torna-se necessário utilizar-se de conceitos, “relacioná-los dentro de uma rede de significados que explique por que ocorrem e que consequências eles têm” (p. 78-79).

A compreensão e aplicação corretiva a possíveis falhas processuais na transmissão do conhecimento humano pode garantir um legado mais fecundo e imprescindível às novas gerações. Isto porque a inteligência e a forma como os humanos se estabelecem em sociedade permitem a manutenção de um conhecimento milenar e que não é dado aos animais.

Muitos desses conhecimentos só podem ser assimilados tendo-se em vista um processo de aprendizagem, uma vez que, segundo Luria (1991), o ato de ler, escrever, fazer contas é adquirido ao se assimilar uma experiência humano-social, na qual estão inseridos os fundamentos das ciências e que correspondem às experiências acumuladas e desenvolvidas por milhares de anos. Porém, no período de uma única vida, com a aprendizagem de alguns poucos anos, mediante uma interação direta com o ambiente, o ser humano não adquiriria sequer uma milionésima parte do conhecimento que hoje detém a humanidade.

Desta forma, no que tange ao desenvolvimento de conceitos, além de se observarem os aspectos biológicos e cognitivos, mister se faz atrelá-los às ciências psicológicas, pedagógicas e didáticas, tendo-se em vista que somos seres sociais aprendendo conhecimentos tanto novos, quanto herdados, ininterruptamente na medida em que convivemos em sociedade, que vai repassando e ampliando a ciência de geração em geração.

Estaria a aprendizagem de conceitos em seu desenvolvimento didático correspondendo aos recursos de ensino utilizados pelo processo pedagógico em contexto de aula?

Método da pesquisa

Para tentarmos compreender melhor a articulação entre a aprendizagem e a sua relação com o desenvolvimento de conceitos, foi escolhido o tema da Respiração Celular, como um assunto que tem se destacado na vivência dos professores em sala de aula. Em relação aos recursos didáticos utilizados, existem alguns que são exclusividade docente, como o PowerPoint e o quadro, enquanto outros podem contar com uma ação mais participante do discente como a Internet, o livro didático, dentre outros.

Selecionamos o processo de Respiração Celular para procurar compreender a formação conceitual mediante uma compreensão holística do fenômeno. Esse tema é clássico das ciências e o seu entendimento depende da capacidade docente e discente de integrar os diversos subfenômenos que o compõe e que juntos formarão um evento biológico unitário indispensável à maioria viva do planeta.

Desta forma, ao escolher um fenômeno científico, cuja compreensão depende de uma contextualização com outros conceitos, organizados e fundamentados em pensamentos anteriores/posteriores a cada passo de seu desenvolvimento, poder-se-ia analisar se existe uma formação sequencial dos conceitos que precisam se entrelaçar para existir.

O fenômeno biológico da Respiração Celular compreende três fases distintas que se integram, quais sejam, a Glicólise, que ocorre no citoplasma da célula, o Ciclo de Krebs e a Fosforilação Oxidativa, que ocorrem na organela celular de nome Mitocôndria. Trata-se de um processo biológico considerado complexo, cujo conhecimento encontra-se descrito em vários livros de Biologia, tanto do Ensino Médio, quanto da Graduação.

Como se tratava de um tema em que se evidenciavam três eventos em partes diferentes da célula, existindo em cada um deles certo grau de complexidade, o excesso de informações, sobre cada etapa, sem a devida categorização e integração conceitual poderia gerar um conhecimento desvinculado dos processos seguintes e do fenômeno como um todo. Dessa forma, o aprendiz ao ser interrogado sobre uma etapa isoladamente poderia responder satisfatoriamente, mas é primordial que, ao ser interrogado em

relação ao elo que une uma etapa a outra, conseguisse também compreender a relação bioquímica existente entre elas no processo da Respiração Celular. Tal habilidade estaria de acordo com a aprendizagem, ao entender o fenômeno como um todo integrado e também com os preceitos cognitivos em que os conceitos precisam se formar, reunir e se relacionar na constituição do pensamento.

O assunto envolvia certa complexidade, assim sendo, foi escolhida a graduação como população para a pesquisa, fato que se deu, portanto, em uma instituição da Rede federal de ensino da cidade de Manaus. Desta maneira, foram escolhidos 21 graduandos do 3º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Estes estudantes já estavam estudando o tema há três meses em aulas com um especialista da área. Durante aproximadamente um mês fizeram provas, recorreram a livros específicos, a Internet e registraram os assuntos trabalhados em aula no caderno, que também foi avaliado. A investigação consistiria justamente em avaliar se, depois de finalizado o estudo em que os discentes estudaram a Respiração Celular, eles conseguiriam compreendê-la em sua totalidade complexa.

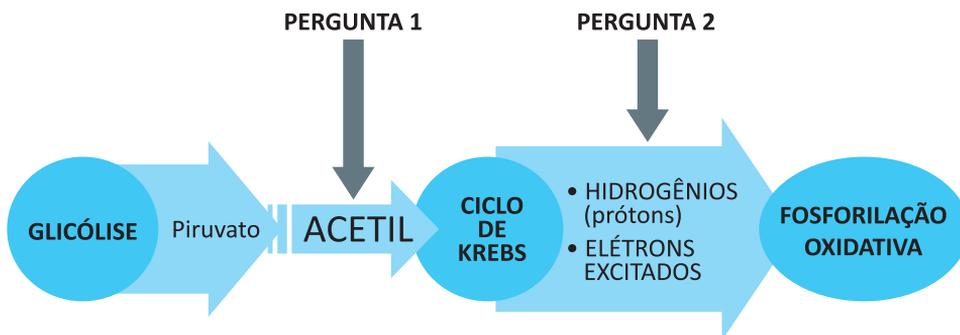
Assim sendo, os 21 estudantes participantes foram divididos em 3 grupos, e cada grupo deveria fazer consulta a uma única fonte para responder às perguntas (anexo 1), que foram sorteadas dentre as várias anteriormente trabalhadas. Estas não eram novidade para os estudantes, uma vez que estes já haviam tido contato com elas em sua formação. As fontes eram o livro didático (Lehninger, Nelson & Cox, 2006), a Internet e o caderno de anotações confeccionado em sala. Esses três recursos didáticos pedagógicos foram, em conjunto, bastante utilizados durante a formação de conceitos por parte dos discentes, no que tange ao tema em questão.

Como se tratava de três assuntos em sequência, existiam dois pontos de interseção entre eles e era justamente aí que figuravam as perguntas (esquema 1).

Para formularem as respostas aos questionamentos, cada grupo teria direito a consultar uma única fonte que fora alvo de sorteio em sala. Assim sendo, uma parte respondeu às questões da pesquisa, tendo por base o livro didático, enquanto outra tinha por referência as respostas do caderno e a terceira respondeu com fundamentação na Internet.

As três fontes possuíam possibilidades de facilitar as respostas, tendo-se em vista o objetivo pretendido, que era a concepção do fenômeno da Respiração Celular como um evento único e não como três subfenômenos, desconectados uns dos outros.

Esquema 1 - Relação que demonstra os pontos de inserção das perguntas da pesquisa nas etapas-produtos, da Respiração Celular que se encontra sequencialmente organizada no esquema.



Desta forma, o caderno poderia, como um produto elaborado pelos próprios estudantes durante as aulas, facilitar na compreensão integral do fenômeno estudado. Assim, tinha-se a expectativa em relação ao uso da Internet na medida em que esta permite a ampliação das aplicações, filmes, exemplos, dentre outras possibilidades que poderiam trazer intrinsecamente uma compreensão unitária do fenômeno, que deveria evidenciar-se nas respostas. Por fim, considerava-se que, em relação ao livro, o fato de condensar fisicamente em si todo o conhecimento ministrado - com esquemas e fotos coloridas, que não se consegue reproduzir no caderno, possuindo a descrição de curiosidades e exercícios resolvidos - pudesse também subsidiar as respostas dentro do que era pretendido.

Esta divisão para utilização de fontes de consulta, separadas umas das outras, poderia esclarecer o papel destes recursos didáticos na consolidação conceitual no que diz respeito à Respiração Celular. Para motivar os participantes a completarem o questionário, eles tiveram em um dia a atribuição de nota adicional pela conclusão da atividade.

Resultados

Os questionários foram devolvidos no dia seguinte e deram ensejo às tabelas que se seguem. Ao se observar a Tabela 1, pode-se notar que existe uma maior prospecção das respostas com base no caderno para visualizar o papel da molécula, tendo-se em vista a etapa seguinte, o que não foi observado pelos discentes que consultaram a Internet e o livro. Mesmo

quando eram citados os produtos da Glicólise, tal fato ocorria na tentativa de acerto sobre a etapa abordada em si, sem capacidade de integração destas substâncias com a fase seguinte; este tipo de resposta estava inadequado ao que era solicitado na pergunta. O intuito de uma fase em relação à outra era gerar, sobretudo, algo que pudesse ser útil à etapa seguinte.

Tabela 1 - Respostas dos graduandos em Licenciatura em Ciências Biológicas segundo o recurso didático consultado à pergunta: Qual o intuito da Glicólise? A essência da resposta deveria ser a formação da molécula de Acetil (molécula com 2 carbonos).

Leningher et al. (2006)	Internet	Caderno
A glicólise tem como função principal degradar uma molécula de glicose através de uma série de reações catalisadas por enzimas.	A glicólise é a via que gera o ATP (moeda energética) nas células.	Quebrar a molécula de glicose e assim permitir que a cadeia respiratória continue.
A glicólise é uma via pela qual, na maioria das células, ocorre o maior fluxo de carbono. Em certos tecidos e tipos celulares de mamíferos, a glicose, por meio da glicólise, é a principal ou mesmo única fonte de energia metabólica.	É a quebra da glicose a qual passa por várias reações catalisadas, produzindo piruvato, ATP e 2 NADH, que será utilizado na respiração.	Produzir energia para a manutenção do organismo através da mitocôndria, mas a glicólise antecede o Ciclo de Krebs, ocorrendo no citoplasma fora da mitocôndria.
O intuito da glicólise é oxidar a glicose a duas moléculas de piruvato para formar energia (ATP e NADH).	Investir energia na molécula de glicose para gerar mais energia através da quebra do ATP para libertar o ADP.	Fornecer, através da quebra da glicose, o substrato (acetil) para a reação seguinte.
É por meio da glicólise que ocorre o maior fluxo do carbono, sendo esta a única fonte de energia metabólica, sendo encontrada em tecidos vegetais modificados para o armazenamento do amido, tecidos e tipos celulares de mamíferos.	Glicólise é a sequência metabólica composta por um conjunto de dez reações catalisadas por enzimas, na qual a glicose é oxidada produzindo 2 moléculas de piruvato, 2 de ATP e 2 de NADH ⁺ , que serão introduzidas na cadeia respiratória.	A glicólise é a via citossólica de metabolismo da glicose (ou glicogênio), até piruvato em certos tipos de células dos mamíferos.

Leningher et al. (2006)	Internet	Caderno
A glicólise não é apenas o principal recurso do metabolismo da glicose, mas também dos metabolismos da frutose, da galactose e de outros carboidratos provenientes da alimentação.	A glicólise é uma das principais rotas para geração do ATP nas células e está presente em todos os tipos de células.	Formar o Piruvato (acetil).
É uma via central, quase universal do catabolismo da glicose. É a via através da qual em grande parte das células ocorre o maior fluxo de carbono.	A glicólise é uma das principais rotas para geração de ATP nas células e está presente em todos os tipos de células.	Glicólise é o processo de rompimento de uma molécula de glicose, por meio de uma série de reações enzimáticas.

Fonte: Pesquisa de Campo. Junho de 2011.

Em relação às respostas constantes na Tabela 2, pode-se observar que não houve muitas respostas efetivamente satisfatórias, contrariamente ao que se era esperado para estas. Esperávamos que o caderno, por se tratar de um material elaborado pelos estudantes ao longo de meses, pudesse facilitar uma compreensão mais integral, importante na apropriação dos conceitos estudados.

Tabela 2 - Respostas dos graduandos em Licenciatura em Ciências Biológicas segundo o recurso didático consultado à pergunta: Qual o intuito do Ciclo de Krebs? A essência da resposta deveria conter a formação de elétrons excitados e Hidrogênios.

Leningher et al. (2006)	Internet	Caderno
O Ciclo de Krebs ocorre em três estágios, mas é exatamente no 3º estágio que os elétrons transportados por NADH E FADH2 são introduzidos na cadeia de transportadores de elétrons no interior das mitocôndrias, a cadeia respiratória, ao final da qual o O ₂ é reduzido a H ₂ O. Este fluxo de elétrons fornece energia para a síntese de ATP.	Tem a finalidade de oxidar o acetil CoA a duas moléculas de CO ₂ , vindos do piruvato sintetizado na glicólise, originando 1 composto de 5C liberando NADH e CO ₂ , gerando outro composto de 4C formando GTP, FADH ₂ , NADH, oxaloacetato, armazenando energia para a fosforilação.	Quebra de substâncias para produção de ATP.

Leninger et al. (2006)	Internet	Caderno
Oxidar o acetil CoA para liberar CO ₂ é água.	O Ciclo de Krebs é uma rota metabólica com finalidade de oxidar o acetil CoA para se obter degradação de carboidrato, ácidos graxos e aminoácidos a molécula do CO ₂ .	Oxidação de resíduos de Acetil CoA.
É quebrar carboidratos, gorduras e proteínas, oxidá-los até CO ₂ , transferir elétrons para O ₂ e associá-los a ATP, formando energia para facilitar a respiração celular.	Além de serem úteis como precursores biossintéticos de uma enorme variedade de substâncias também armazena energia.	Oxidar o Piruvato (processo catabólico) ou agir em processos anabólicos através dos precursores biossintéticos.
O ciclo de Krebs é uma fonte importante de precursores, não somente em armazenamento de energia, mas também para os blocos de construção de quaisquer outras moléculas como aminoácidos, bases de nucleotídeos, colesterol e porfirinas.	Trata-se de uma parte do metabolismo dos organismos aeróbios (utilizando O ₂ da respiração celular). Sua finalidade é oxidar a acetil CoA que, durante a glicólise, era piruvato e no início do ciclo é transformado em coenzima A.	O ciclo do Ácido Cítrico é parte integrante do processo no qual grande parte da energia livre durante a oxidação de combustíveis torna-se disponível.
O Ciclo de Krebs fornece energia através de moléculas de gás carbônico, que serão utilizados na cadeia respiratória.	A molécula de ATP é que fornecerá a energia para a vida da célula e o transporte ativo de substâncias pelo corpo.	Oxidação do Piruvato.
O ciclo de Krebs vai aproveitar o catabolismo das principais biomoléculas. É um ciclo anfibiótico (usa reações anabólicas e catabólicas) que se realiza na matriz mitocondrial.	O Ciclo de Krebs é uma parte do metabolismo dos organismos aeróbios, que utiliza O ₂ proveniente da respiração celular. Ocorre a oxidação do Acetil CoA.	O intuito do ciclo de Krebs é gerar energia para a produção de ATP.

Fonte: Pesquisa de Campo. Junho de 2011.

A maioria dos estudantes descreveu ou apresentou corretamente os conceitos esperados em relação ao fenômeno, desde que as etapas fossem consideradas isoladamente. Tal situação não condiz com os processos cognitivos e do pensamento em que os conceitos precisam se interconectar para formar uma compreensão dos fenômenos que são estudados e que, posteriormente, são sondados mentalmente como situações alheias umas

das outras. É possível ainda que esta condição favoreça o esquecimento dos conteúdos, parcamente assimilados ao longo de meses e que por falta de integralização vão se perdendo no corpo de conhecimentos do aprendiz.

As respostas demonstram uma incapacidade de categorizar os conceitos tendo-se em vista o processo da Respiração Celular como um todo. A maior preocupação parece ser a de angariar dados e informar sobre a etapa do momento, sendo que o esforço para conectar com a seguinte torna-se um desafio, em se tratando de assuntos mais extensos.

Este panorama compromete a aprendizagem e indica que não se consolidaram no pensamento dos aprendizes modelos mentais integrados que permitissem o acoplamento dos conteúdos que estavam sendo consultados. Tal situação pode sugerir investigações em relação à cadeia de formação conceitual para se avaliar em qual elo pode ter ocorrido uma não formação ou ruptura cognitiva.

Conclusão

Neste trabalho, os conceitos, para se formarem e desenvolverem, envolveram uma sequência de encadeamento e organização. O ser humano representa mentalmente o exterior por meio de signos e símbolos estabelecendo uma certa ordenação no caos exterior. Entretanto, esta organização, segundo a neurociência, envolve várias etapas formativas, que vão desde os sentimentos até a formação do pensamento, em cuja operação reside a dinamização dos conceitos adquiridos. A aprendizagem pode ser a ponte capaz de permitir a passagem do conhecimento da humanidade adquirido por milênios em direção ao conhecimento individualizado que precisa ser internalizado para existir no sujeito.

Somos seres que “organizam o caos” e ao fazê-lo acabamos por gerar mais caos. É nesta realidade que o cérebro se estrutura como sede do pensamento e como unidade integradora dos conceitos. É possível que o caminho do “funcionamento cerebral” perpassa as sensações que levam às percepções, de maneira que estas levem a visualizações que convergem em simbolizações. Por fim, os conceitos reelaboram-se dando significado e sentido aos símbolos representados na mente.

Interligar os conceitos é fundamental para que o juízo científico se consolide sob uma perspectiva holística da qual fazemos parte e alicerçada

nas ideias de uma ciência pós-moderna, em cujo seio figura o Pensamento Complexo. Sem observarmos as técnicas na qual este conhecimento milenar é transmitido e que nos distingue dos animais, teremos dificuldades de repassar às novas gerações o que foi armazenado ao longo dos anos.

Os aprendizes, mesmo já tendo estudado os conteúdos com o auxílio de professores especialistas, possuindo tempo para as repostas e uma fonte de consulta, não conseguiram, em assuntos mais complexos, interligar os saberes. Isto, apesar da expectativa de que uma fonte de saber mais artesanal como o caderno, confeccionado em sala lentamente ao longo do tempo, apresentasse melhores condições para respostas satisfatórias, tendo-se em vista a compreensão de todo o processo que envolve a Respiração Celular.

No entanto, houve prevalência do uso do caderno em detrimento das outras formas de consulta, sendo que este recurso apresentou uma tênue preponderância em relação ao livro e à Internet. Mesmo assim, observando-se o conjunto das respostas, os participantes não conseguiram também desenvolver todo o processo da Respiração Celular.

Tal configuração sugere uma revisão no que tange à organização sequencial que parece envolver o processo de ensino e aprendizagem. Devem ser também considerados dentre vários aspectos o material didático do estudante, buscando-se um eixo capaz de alinhar os procedimentos didáticos em paridade com o modo próprio de operar a aprendizagem no cérebro. Pode ser inferido que os processos cognitivos possuem uma organização na qual se estruturam a mente e os conceitos e na qual a compreensão de uma etapa pode ser imprescindível para a ocorrência da outra, uma vez que uma pode, à guisa do funcionamento cerebral descrito inicialmente, preparar o entendimento, ou as condições que permitirão a compreensão de outras fases da aprendizagem.

A compreensão entre a interligação tanto das ações pedagógicas, como do desenvolvimento cognitivo pode configurar novas e lúcidas didáticas de atuação, tendo em vista uma melhor adequação dos procedimentos educacionais aos processos cerebrais.

Referências

- DAMÁSIO, A. **O livro da Consciência**. Lisboa: Bloco Gráfico Ltda, 2010.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos S.A, 2006.
- LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.
- LURIA, A. R. **Desenvolvimento Cognitivo: seus fundamentos culturais e sociais**. São Paulo: Ícone, 1990.
- LURIA, A. R. **A mente e a memória**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- LURIA, A. R.; LEONTIEV, A.; VYGOTSKY, L. e outros. **Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. São Paulo: Moraes, 1991.
- MORIN, E. **O Método III: o conhecimento do conhecimento**. Sintra: Publicações Europa-América, 1986.
- PHILIP, N. **Física Biológica - energia, informação, vida**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RELVAS, M. P. **Neurociência e educação: potencialidades dos gêneros humanos em sala de aula**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2010.
- SANTOS, B. S. **Introdução a uma Ciência Pós-Moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1989.
- SEARLE, J. R. **Consciência e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- TRINDADE, R.; COSME, A. **Escola, educação e aprendizagem: desafios e propostas pedagógicas**. Rio de Janeiro: WAK, 2010.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

Anexo 1:

Pergunta 1 - A primeira pergunta, Qual o intuito da Glicólise?, solicitava a escrita de forma sintética, excluindo-se o objetivo do fenômeno de formar o Trifosfato de Adenosina (molécula de energia - ATP), em uma frase mais ou menos, tendo-se em vista a Respiração Celular como um todo. A resposta esperada era a formação de uma molécula de dois carbonos chamada de Acetil e que seria usada no Ciclo de Krebs.

Pergunta 2 - A segunda pergunta, Qual o intuito do Ciclo de Krebs?, também excluía a formação da molécula de Trifosfato de Adenosina (molécula de energia - ATP) e solicitava uma explicação em uma frase mais ou menos, tendo-se em vista a Respiração Celular como um todo. A resposta esperada para esta pergunta era a produção de Hidrogênio (H⁺); ou H⁺ e elétrons para a etapa seguinte.