

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE BIOLOGIA COM BASE EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: UMA ANÁLISE DAS HABILIDADES COGNITIVAS PRESENTES EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DURANTE UM CURSO DE FÉRIAS¹

THE RESOLUTION OF BIOLOGY PROBLEMS BASED ON EXPERIMENTAL-INVESTIGATIVE ACTIVITIES: AN ANALYSIS OF COGNITIVE ABILITIES IN MEDIUM EDUCATION STUDENTS DURING A HOLIDAY COURSE

João Manoel da Silva Malheiro

Prof. Adjunto da UFPA (Campus Castanhal e PPGECM/IEMCI)

joaomalheiro@ufpa.br

Odete Pacubi Baierl Teixeira

UNESP – Guaratinguetá (SP)

opbt@terra.com.br

Resumo

A experimentação investigativa é uma das estratégias possíveis que pode ser utilizada por docentes para estimular a participação ativa dos estudantes durante as aulas. Esta pesquisa investigou como os alunos, participantes de um Curso de Férias, propõem e resolvem um problema a partir de uma atividade experimental. Os experimentos foram propostos com a finalidade de responder a pergunta: por que o embuá tem várias pernas e anda muito lento, enquanto a formiga tem seis e consegue andar mais rápido? Os educandos tiveram a oportunidade de elaborar todas as fases da investigação, desde a proposição do problema, das hipóteses (e seus testes), das conclusões até a socialização de todos os procedimentos realizados por eles para a resolução do problema. A apreciação dos resultados demonstrou grande participação dos estudantes nas atividades (habilidade cognitiva de alta ordem), pois foram capazes de desenvolver com sucesso procedimentos experimentais que o método científico preconiza.

Palavras-chave: Resolução de Problemas, Atividades Experimentais, Atividade Investigativa, Habilidades Cognitivas.

¹ Artigo completo publicado no ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências). UNICAMP, 2011.

Abstract

The investigative experimentation is one of the strategies that can be used by teachers to stimulate the participation of students during the classes. The present work investigated how students, which attended to the Holiday Course, propose and solve problems using experimental activities. The experiments were proposed with the finality to answer the following question: why *lulus sabulosus* have many legs and walk slowly, while the ants have only six legs and walk faster? The students had the opportunity to elaborate all phases of investigation, from the creation of the problem, the hypothesis (and thesis), conclusion and the discussion of the procedures realized by them to all the others students. The results demonstrated a huge participation of the students during the activities (cognitive ability of high order), once all of them were capable to develop with success all the experimental procedures that the scientific methods preconizes.

Keywords: The resolution problems, Experimental Activities, Investigative Activities, Cognitive habilities.

Introdução

Os trabalhos de Gil-Pérez e Martínez Torregrosa (1983) concebem a resolução de problemas como um processo que reproduz procedimentos de uma pesquisa científica. Um problema, de acordo com essa concepção, pode ser compreendido como uma situação que envolve dificuldades, para as quais não se possui soluções previamente conhecidas, demandando para a consecução de determinados procedimentos que se referem a complexos processos intelectuais e operativos semelhantes aos realizados durante uma investigação científica.

Gil Pérez et al. (1992), por sua vez, acreditam que a noção de problema está atrelada às concepções presentes em professores e alunos, objetivando a promoção do ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Esses problemas não teriam respostas conhecidas a priori, por conseguinte os estudantes precisariam mobilizar competências para enfrentar questões propostas quer pelos professores, quer pelas situações do dia-a-dia.

Deste modo, a resolução de problemas possibilita aos professores, tomando como base as unidades didáticas propostas para serem desenvolvidas com os estudantes, redimensionar seus projetos de trabalho, no sentido de problematizarem os conteúdos provocando, assim, uma possível contribuição para efetivação do processo ensino-aprendizagem.

Nesta pesquisa buscamos investigar as habilidades cognitivas apresentadas pelos alunos do ensino médio participantes de um Curso de Férias, durante a proposição de um problema específico: por que o embuá (conhecido também por gongolo, piolho de cobra e bicho-bola) tem várias pernas e anda muito lento, enquanto a formiga tem seis e consegue andar mais rápido? Deste modo, procuramos verificar o desenvolvimento nos alunos de atitudes pertinentes ao método científico, como por exemplo, a elaboração de hipóteses e situações visando testá-las, a análise de dados e sua comunicação durante os momentos de socialização dos conhecimentos. Dentro deste contexto, procuramos avaliar, de forma qualitativa, as habilidades cognitivas manifestadas pelos alunos na ocasião em que apresentavam para o auditório as fases percorridas por eles para a resolução do problema.

Atividades Laboratoriais e as Investigações

Não é difícil encontrarmos, principalmente nos livros didáticos, uma interpretação equivocada entre os termos **investigações** e **atividades laboratoriais**. É importante salientar que a segunda pode apresentar-se para os estudantes com diferentes graus de complicação e exigência. A maioria desses procedimentos não se apresenta como problemas reais que, para que sejam resolvidos, necessitem do espaço do laboratório, e que deste modo, não podem ser considerados como investigações (WOOLNOUGH e ALLSOP, 1985 apud LEITE, 2001).

Quando se associam o termo investigação as ações pautadas nas atividades laboratoriais, intuitivamente acreditamos que as mesmas vão ser desenvolvidas basicamente para a resolução de uma problemática com interesse para o aluno. Neste sentido, os trabalhos práticos investigativos, segundo Dourado (2006), contribuem para que os estudantes desenvolvam competências em múltiplos domínios, nomeadamente nos domínios da metodologia científica, do conceitual, das atitudes e dos procedimentos.

Leite (2001) crê que os trabalhos práticos por si só devem ser atividades de caráter investigativo, iniciando pela apresentação de situações problemáticas que despertem o interesse dos estudantes, ou muitas vezes, permitindo que os mesmos os formulem. Deste modo, provavelmente eles estarão mais motivados para levantarem hipóteses, planejarem os possíveis meios para a solução, testarem e analisarem os fatos coletados, etc. Munidos dessas informações, estarão instrumentalizados para construir resposta(s) para o(s) problema(s) inicialmente proposto(s). É importante considerar que as respostas nem sempre podem estar de acordo com as hipóteses inicialmente previstas.

É interessante observar que, para se chegar à solução do problema, nem sempre conhecemos os operadores, isto é, não sabemos as estratégias para a sua resolução e, algumas vezes, nem sabemos se existe uma solução (LOPES, 1994). Portanto, segundo Leite (2001) é necessário que as investigações que são desenvolvidas no contexto laboratorial possam colocar os alunos frente a frente com uma situação problemática sobre a qual ignoram.

As atividades práticas de estilo investigativo podem abranger aspectos que tornam a metodologia interativa, pois provocam o confronto de idéias entre os vários estudantes dos grupos, haja vista que vão ser sempre os alunos que vão decidir, imaginar, executar, etc. todas as ações de investigação (GOMEZ e INSAUSTI, 2005). Deste modo, o caráter das atividades que se podem sugerir neste domínio adapta-se corretamente ao trabalho colaborativo.

Se considerarmos o processo experimental como uma ação investigativa, elas poderão contribuir para que os estudantes desenvolvam com presteza suas habilidades cognitivas. Mas para que isso aconteça é importante que o professor não perca de vista que a participação dos alunos em todas as fases (inclusive sua proposição) dos procedimentos de resolução do problema é um fator essencial para a concretização desse objetivo. As atividades experimentais sustentadas na investigação são de fundamental importância para fazer com que os estudantes ampliem suas habilidades cognitivas e, conseqüentemente, uma forma lógica de pensar, possibilitando deste modo, que o processo de ensino e de aprendizagem assumam formas robustas no incremento dessas habilidades.

É importante destacar ainda a necessidade dos professores permitirem que os estudantes realizem as próprias atividades experimentais, bem como oportunizem aos mesmos que proponham os problemas que deverão ser investigados e resolvidos. Assim, de acordo com Valverde et. al. (2006), o grau de abertura dado pelo docente para que os alunos experimentem por si só, evidenciam a energia mental que estes devem disponibilizar para que possam resolver o problema por meio de uma experiência. Portanto, ao exigir um maior esforço mental dos alunos durante os processos experimentais investigativos, significa que os

educandos devem desenvolver habilidades com alto grau cognitivo (quanto mais baixo o grau menor as habilidades cognitivas que devem estar envolvidas).

Baseando-se nos pressupostos de Zoller (2002) apud Suart e Marcondes (2008), Zoller et al. (2002), Zoller e Pushkin (2007), delinearão três categorias considerando as habilidades cognitivas presentes nas respostas fornecidas por alunos durante atividades experimentais. As categorias foram classificadas como algorítmicas (ALG), habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS – lower order cognitive skills), e de alta ordem (HOCS – higher order cognitive skills). As questões ALG tanto podem ser avaliadas como uma categoria única ou como categoria inferior as LOCS. Investigações sugerem que muitos alunos resolvem os problemas usando exclusivamente estratégias algorítmicas e não entendem os conceitos químicos (Gabel et al., 1984 apud Suart & Marcondes, 2008). Zoller et al. (2002), pesquisaram a atuação dos alunos universitários ao responderem questões LOCS, HOCS e ALG.

De acordo com Zoller (1993) as LOCS podem ser identificadas pelas aptidões dos estudantes conhecerem e recordarem as informações repassadas pelos professores e/ou aplicarem conhecimentos/algoritmos memorizados a eventos que são familiares, bem como nas ocasiões em precisaram resolver exercícios. Ou seja, tanto as LOCS quanto as ALG solicitam dos alunos somente a capacidade de lembrar a informação ou por em prática a teoria ou conhecimento em circunstâncias simples, do conhecimento deles e que podem ser solucionados pela aplicação de algoritmos ou memorização prévia dos processos que devem ser colocados em prática para a resolução do problema.

As HOCS, por sua vez, são consideradas como os problemas que não são do conhecimento dos alunos e demandam para a sua resolução, de saberes adicionais e aplicação, análise crítica e habilidade para resumir os conteúdos trabalhados pelos professores, estabelecendo uma ligação desses saberes a pensamentos avaliativos que possam solucionar o problema. Deste modo, as HOCS são orientadas para resolução de problemas (não de exercícios), para a investigação e tomada de decisões conscientes.

Caracterizando a Pesquisa

Os procedimentos metodológicos que dão sustentação a este estudo podem ser considerados como de natureza qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994).

Neste trabalho procuramos averiguar as habilidades cognitivas demonstradas pelos estudantes que participaram de um Curso de Férias, durante a proposição de um problema e dos métodos experimentais levados a cabo por eles para a resolução do problema “por que o embuá tem várias pernas e anda muito lento, enquanto a formiga tem seis e consegue andar mais rápido?”.

O Curso de Férias *Desvendando o Corpo dos Animais* aconteceu no município de Oriximiná (PA), que está localizado na zona fisiográfica do Médio Amazonas, no Estado do Pará. Utilizamos de videograções para realizar o registro dos momentos em que os participantes (professores e alunos do ensino médio) socializavam para o auditório (todos os cursistas) as atividades que foram feitas, desde o momento da proposição do problema de pesquisa (propostos por eles, destacando sempre o *porquê* de investigar aquela problemática), o levantamento das hipóteses, os materiais utilizados, os procedimentos experimentais e os resultados alcançados, objetivando com que todos os meandros percorridos por cada uma das equipes fossem apresentados para o auditório.

O auditório também tinha um papel fundamental durante todas as socializações que eram feitas durante o curso. A ele cabia a função de interagir com as equipes que estavam

expondo seus problemas de pesquisa, no sentido de buscar esclarecimentos (ou simplesmente dar sugestões) adicionais que, por ventura, não fossem completamente explicados durante as exposições orais. Esse procedimento foi necessário para estimular, principalmente nos alunos, a capacidade de expor suas ideias com coerência sobre uma investigação científica em público, fato que raramente é estimulado pelas escolas.

Depois que todas as dúvidas do auditório eram elucidadas, o professor coordenador encerrava a discussão chamando o grupo seguinte.

Instrumentos utilizados para a Análise dos Dados

O método utilizado por nós para elencar as categorias que foram utilizadas para dar suporte a esta pesquisa foram construídas buscando atender os pressupostos construtivistas (conceituais e cognitivos) que acreditamos, devem estruturar todas as experimentações de cunho investigativo.

Pela limitação de espaço, utilizaremos apenas uma categorização com a finalidade de compreender o nível de habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes nos momentos em que eles socializavam para o auditório do curso os caminhos percorridos para resolver o problema.

Procuramos previamente, baseados nos procedimentos por caixas propostos por Bardin (1977 apud SUART e MARCONDES, 2008), eleger hierarquias tomando como referencial as definições de Zoller (2002) apud Suart e Marcondes (2008), Zoller et. al (2002) e Zoller e Pushkin (2007) no que concerne as habilidades cognitivas.

A seguir, apresentamos o quadro 1, que destaca elementos dos diferentes graus cognitivos propostos pelos autores supracitados e que servirão para dimensionar as transcrições das falas dos alunos da nossa pesquisa durante as socializações para o auditório.

Quadro 1: Nível cognitivo das falas dos estudantes

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	- Não reconhece a situação problema; - Limita-se a expor um dado lembrado; - Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categoria de resposta LOCS
N2	- Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado; - Não identifica variáveis; - Não estabelece processos de controle para a seleção das informações; - Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	- Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações; - Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações; - Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categoria de resposta HOCS
N4	- Seleciona as informações relevantes; - Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema; - Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. - Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	- Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais

Avaliar os argumentos apresentados pelos estudantes para o auditório, destacando os caminhos percorridos por eles para encontrarem a solução para o problema que um dos componentes do grupo propôs, foi imprescindível para que compreendêssemos em que nível de habilidade cognitiva eles se encontravam, fato que pode ter colaborado para nosso

entendimento de como a resolução de um problema pode contribuir para realização do processo de ensino e de aprendizagem.

O Papel dos Cursistas no Curso de Férias e sua relação com a Resolução de Problemas

No Curso de Férias, rotineiramente o papel dos cursistas é idêntico ao que acontece na Aprendizagem Baseada em Problemas, desenvolvendo todas as atividades para a resolução do problema em pequenos grupos. Ou seja, o curso é centrado quase que exclusivamente nos participantes, tendo apenas um tutor (que no curso é chamado de monitor) como orientador das discussões. Além disso, todos os participantes trabalham de forma cooperativa no laboratório (ou fora dele), principalmente quando da obrigatoriedade de construir um procedimento experimental que seja capaz de corroborar ou refutar por meio de evidências (que possam ser comprovadas na prática) as hipóteses que foram levantadas como possível causa do problema.

Fora do laboratório o espírito de colaboração também é intenso, especialmente por ocasião da preparação dos trabalhos de socialização dos procedimentos utilizados para a solução do problema, que são apresentados diariamente e no árduo trabalho para a preparação dos seminários (professores) e painéis (alunos) que serão socializados na forma de um congresso no último dia do curso.

De um modo geral, todos buscam compartilhar experiências, conhecimentos e habilidades, pois como os estudantes não precisam estar buscando auxílio em fontes de pesquisas, esses relacionamentos entre os integrantes do grupo acaba se intensificando, principalmente no sentido do convencimento, diálogo e reflexão no momento de elegerem quais os conhecimentos que podem ser aceitos e validados.

Além dessas questões, é importante salientar que o grupo de alunos participantes do Curso de Férias, a maioria são jovens, de um grupo social diversificado e com diferentes parcelas de oportunidades, dificuldades, facilidades e poder na nossa sociedade. Deste modo, é necessário refletir que:

Não há uma cultura juvenil unitária, um bloco monolítico, homogêneo, senão culturas juvenis, com pontos convergentes e divergentes, com pensamentos e ações comuns, mas que são, muitas vezes, completamente contraditórias entre si. A juventude não é uma unidade social, um grupo constituído somente com opiniões comuns, comportando, assim, diferentes sentidos (ESTEVEES et al., 2005, p. 32-33).

Sendo assim, fica fácil compreender que muitas vezes, as opiniões entre eles divergem, bem como as iniciativas a realizarem os procedimentos experimentais que nortearam os problemas a serem resolvidos, etc. Mas de regra, procuram trabalhar de forma harmoniosa, no sentido de dividirem as diversas tarefas necessárias para solução do problema.

Resultados e Análise dos Dados

Analisando os pressupostos teóricos considerados por Lopes (1994), quanto à classificação dos problemas e levando-se em conta a **relatividade do obstáculo** para os alunos, o problema trabalhado pode ser enquadrado como uma **situação problemática**, haja vista que se caracteriza por: apresentar vários caminhos para sua solução; seu processo de resolução é variado, sendo que pode ser reformulado (como aconteceu com o subproblema) e sua formulação é implícita.

Após a caracterização do problema como uma **situação problemática** nos pressupostos definidos por Lopes (ibidem), passamos a apresentar os turnos (T) em que os alunos começam a explicar para todos, os motivos que os levaram até aquela problemática.

Quadro 2 - Problema proposto pelos alunos.

T	Verbal	Ação
3	Sá: Ontem quando uma pessoa fazia questionamento com a nossa monitora... ela nos orientou... (...) o que o nosso amigo (...) questionou é porque o embuá tem várias pernas e ele anda... ele anda muito lento... enquanto uma formiga tem seis e ela consegue andar mais rápido... então...	

Este problema (assim como o subproblema – quadro 5) foi proposto por um grupo de alunos do ensino médio e surgiu aleatoriamente em decorrência da observação do modo (velocidade) de locomoção desses animais e por eles viverem nos arredores das salas de aula, dentro do terreno das escolas, não só na zona urbana, mas, e principalmente, nas escolas de zona rural do município de Oriximiná (PA).

O início da apresentação dos grupos, já sugerem a participação da(o) monitora(o) como “orientador(a) da aprendizagem”, como indica Ferreira (1978), além de ser aquela pessoa capaz de “desafiar” os estudantes para buscarem a solução para os problemas – como se pôde observar durante todas as discussões da equipe – e não fornecendo para os alunos todas as respostas que precisavam, mas apenas sugerindo trajetórias que pudessem ser percorridas para se chegar a uma conclusão.

Ao avaliar a fala da aluna Sá, constata-se que, embora o problema tenha sido “sugerido” em parte pelo(a) monitor(a), a aluna demonstra que o seu o seu grupo já **reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado** (nível 2), como poderá ser observado mais adiante. Por conseguinte, os alunos ficaram responsabilizados pela realização do trabalho mais intelectual dos passos que precisariam ser dados para que o problema fosse resolvido. Deste modo, a escolha dos materiais, as técnicas laboratoriais, os objetivos da atividade, etc., ficariam a cargo dos estudantes. Esse método de trabalho experimental, segundo Axt (1991), pode contribuir para o desenvolvimento intelectual dos educandos e para que alcancem o conhecimento.

Com relação aos problemas, apesar dos alunos não definirem com clareza o porquê de terem problematizado aquela questão, mostraram de antemão, preocupação com a “confirmação” e com o “desafio”. Isto pressupõe que eles precisariam utilizar um método experimental que comprovasse “na prática” o que apresentavam como uma hipótese.

Por outro lado, podemos aceitar que o problema foi gerado a partir de uma situação observada pelos próprios alunos. Nesse ponto, de acordo com Woolnought e Allsop (1985 apud LEITE, 2001), pode-se afirmar que este resultou numa **investigação**.

A seguir, dando prosseguimento aos problemas anteriormente definidos, professores e alunos, retomam o problema e a preocupação em buscar meios (estratégias) de “confirmar” qual das hipóteses era verdadeira ou falsa. Por conseguinte, muitas vezes, para se chegar à solução de um problema, nem sempre os caminhos a serem percorridos são conhecidos, muito menos as estratégias que deverão ser utilizadas para a sua resolução, nem se existe realmente uma solução para o caso (LEITE, 2001).

Quadro 3 - Hipóteses dos alunos acerca do problema 1.

T	Verbal	Ação
4	Marcos: Primeiramente devemos confirmar se realmente a formiga é mais rápida do que o embuá... então nós devemos resolver o problema de quem é mais rápido o embuá ou a formiga...	
5	Sá: Tínhamos duas hipóteses... a primeira que é a formiga e a segunda que era o embuá...	

Leite (2001) afirma que não importa se as hipóteses que são apresentadas pelos cursistas eram certas ou erradas, pois o que deve ser levado em conta a priori é o estímulo à prática de fazer previsões, procedimento indispensável para adquirir, formar e adaptar os conhecimentos à sua maneira de pensar. Mas para que se chegue ao objetivo final é importante que as estratégias planejadas possam ser testadas e executadas. Os dados coletados devem ser examinados (confirmados ou refutados) durante o percurso de resolução.

Embora as hipóteses apresentadas pela Sá sejam óbvias, de todo modo, podemos considerar que os alunos, além de **reconhecerem uma situação problemática, identificando o que deve ser buscado** (nível 2), possuíam uma noção bem definida da importância de desenvolver a **capacidade de elaborar hipóteses** (nível 4). Esses fatos mostram uma clara ascensão do nível 2 para o nível 3, o que será determinante para que os estudantes possam chegar as categorias de alta ordem (HOCS).

Mais adiante, os alunos iam apresentando todos os procedimentos realizados para que o auditório pudesse avaliar, e posteriormente questionar, se os métodos feitos pela equipe eram adequados ou não para solucionar com precisão a questão levantada.

Quadro 4 - Procedimentos realizados pelo grupo de alunos para resolver o problema 1.

T	Verbal	Ação
6	Marcos: Então nós pegamos cinco embuás e cinco formigas e nós fizemos uma pista de um metro e nós cronometramos o tempo de cada embuá individualmente e de cada formiga e nós chegamos a um quadro aqui que a Sá vai mostrar...	Sá mostra o quadro.
7	Sá: Primeiro... como ele falou... a gente colocou de um por um... pra ver quanto tempo ele fazia o percurso no metro... Aqui tá a relação... o primeiro embuá... ele fez 45 segundos... o segundo fez em 47... o terceiro fez em 44... o quarto em 44 e o quinto em 62 segundos... Aí colocamos a formiga... a primeira formiga fez em 35 segundos... a segunda fez em 21 segundos... a terceira em 11 segundos... a quarta em 17 segundos e a última em 6 segundos... então comprovamos que a formiga é mais rápida que o embuá... aí fizemos a relação... que somou o tempo que cada formiga fez e dividimos por cinco que é o total delas...	
8	Marcos: Pra poder achar a média de cada de cada formiga...	
9	Sá: Pra achar a média... então comprovamos que o embuá é duas vezes mais lento... ele leva 2,68 vezes mais tempo que a formiga para percorrer um metro...	

Quadro 5 - Procedimentos realizados pelo grupo de alunos para resolver o subproblema.

T	Verbal	Ação
10	Sá: Aí fizemos o segundo experimento que...	
11	Marcos: Devemos procurar os elementos que tornam as formigas mais rápidas... a primeira hipótese seria o formato das patas e a segunda hipótese seria o tamanho das patas...	
12	Sá: aí no experimento nós procuramos os elementos que tornam as formigas mais rápidas... observamos... primeiro observamos a olho nu as formigas e quando não conseguimos... aí através da (lupa)... fomos procurar através da lupa... aí também não conseguimos decifrar através da outra lupa que era mais especializada... aí também não conseguimos... aí depois tiramos uma pata... a pata dianteira da formiga e colocamos... e a pata traseira da formiga e uma pata do embuá... aí colocamos num vidrinho... colocamos uma substância tipo um gelzinho que é chamado de glicerina... aí colocamos outro vidrinho em cima... aí colocamos no microscópio... aí podemos observar que a pata dianteira da formiga... ela tem um... ela tem uns pêlinhos e ela tem uma dobrzinha aqui... e a pata traseira dela como vocês podem ver é diferente da dianteira... segura o papel pra mim... aí como vocês podem ver que há diferença da traseira pra dianteira. A dianteira tem...	Aluna mostra os desenhos feitos...
13	Marcos: É assim... as partes da pata dianteira da formiga... ela é dividida em... uma... duas... três... quatro partes... e a pata traseira em uma... duas... três... quatro... cinco... seis... sete partes... Aí a pata do embuá...	
14	Sá: a pata do embuá é dividida em quatro partes... só que como na hora lá que ela mandou observar foi que... nós constatamos que a pata do embuá é menos flexível que a da formiga... como dá pra perceber aqui... ela tem mais dobras que a dele e...	Alunos mostram o desenho.

15	Marcos: Ou seja... a pata da formiga é mais apta para a corrida que a do embuá que é menor e (tem) menos dobrás... menos possibilidade dele correr mais rápido do que a formiga...	
16	Sá: Aí concluímos que a formiga é mais rápida do que o embuá... é devido ao formato e do tamanho das patas dela...	

Podemos observar claramente que o grupo conseguiu aplicar adequadamente os conhecimentos procedimentais e conceituais adquiridos ao longo da vida cotidiana e, provavelmente, da escola. As idéias colocadas em prática pela equipe para chegar ao resultado, envolveu o domínio de várias habilidades, como: utilizar com precisão o cronômetro, o metro, encontrar a média aritmética, construção de gráficos demonstrativos, etc.

Esse fato, de acordo com os PCN (BRASIL, 1997), contribui para que os estudantes (e os professores) desenvolvessem fora da escola um grande número de explicações sobre os fenômenos que vivenciavam e que, muitas vezes, tem uma coerência interna diferente da lógica das Ciências Naturais, apesar de algumas vezes se igualarem a ela.

O fato dos conhecimentos procedimentais e conceituais serem trabalhados em conjunto, segundo Leite (2001), garantem o processo de aprendizagem dos alunos, pois se ensinarmos somente os “procedimentos”, sem estar atrelado a dados que os dêem sentido, pode se tornar para os estudantes, uma atividade enfadonha e sem nenhum encanto. Daí a importância de utilizarmos os conhecimentos procedimentais de forma contextualizada. De acordo com Millar (1991 apud LEITE, op. cit.) estes conhecimentos não são os fins da Ciência, mas podem se tornar meio para conseguir essa finalidade.

É importante destacar, com relação ao subproblema (quadro 5) que, apesar dos alunos terem chegado à solução do problema anterior (quadro 4) com relativa facilidade, o mesmo acabou por despertar nos educandos novas inquietações que despertaram nos mesmos o desejo de avançar em busca de descobrir de forma experimental por que as formigas eram mais rápidas do que o embuá.

Portanto, diante do questionamento (**o que torna as formigas mais rápidas do que o embuá?**), novas hipóteses foram levantadas, bem como as estratégias experimentais que poderiam ser feitas para tentar elucidar de forma definitiva as duas questões que foram alvo da investigação dos alunos.

Pelos turnos apresentados no quadro 2, verificamos que os alunos procuraram justificar a maior agilidade das formigas, quando comparada com o embuá, pela quantidade de articulações, formatos e tamanhos de suas patas.

Com relação aos níveis cognitivos presentes nas falas dos alunos, podemos identificar algumas categorias LOCS (nível 2), quando os educandos mais uma vez (quadro 5) **reconhecem a situação problemática e identificam o que deve ser buscado** (turno 11). Com relação às HOCS (nível 3), podemos destacar vários episódios: quando os alunos **explicam a resolução do problema com conceitos já conhecidos ou lembrados; identifica e estabelece processos de controle para a seleção de informações; identifica as variáveis compreendendo seus significados** (quadros 4 e 5). Por fim, quando os estudantes desenham os experimentos que devem ser realizados e tabulam com precisão as **informações relevantes** para a solução do problema, **analisam/avaliam as variáveis entre os elementos do problema, sugerem as possíveis soluções e relações causais entre os dados do problema e exibem capacidade de elaboração de hipóteses** (quadro 3, turno 5; quadro 5, turno 11), tem suas ações adequadas perfeitamente as categorias previstas dentro do nível 4.

Apesar do problema 1 ter despertado nos educandos o desejo de avançar em busca de dados mais precisos e irrefutáveis que pudessem responder a pergunta: **por que o embuá tem**

várias pernas e anda muito lento, enquanto a formiga tem seis e consegue andar mais rápido? Podemos crer que, a partir do instante em que os educandos perceberam que a relação do número de patas não estava associada à velocidade e que outros intervenientes poderiam estar associados, as HOCS (nível 5) implicitamente estavam presentes, pois os mesmos **abordaram o problema em outro contexto**, isto é, passaram a considerar que a velocidade do animal dependiam do formato e do tamanho de suas patas (quadro 5, turno 16).

Analisando as transcrições apresentadas nos quadros 2, 3, 4 e 5, concluímos ainda que os estudantes superaram as categorias de resposta ALG (algorítmicas), o que demonstram que os procedimentos experimentais investigativos propostos por eles para a resolução do problema, foram muito bem planejados e executados, o que possivelmente culminou numa aprendizagem significativa de todos os envolvidos (oradores e auditório).

Considerações Finais

A finalidade das atividades realizadas durante o Curso de Férias, fundamentadas em pressupostos construtivistas, foi despertar nos alunos e professores participantes do curso, a curiosidade e o desejo de resgatar a atividade experimental investigativa para as aulas de Biologia, não mais no estilo da redescoberta (FERREIRA, 1978) e da receita de bolo (GONZALEZ EDUARDO, 1992; HODSON, 1994), com a finalidade explícita de comprovar uma teoria (GONZALEZ EDUARDO, op.cit.; LOPES, 1994), mas com o intuito de resolver um problema real (BRASIL, 1997; LOPES e COSTA, 1996) proposto pelos cursistas.

Como durante o curso os alunos propuseram os problemas/hipóteses, desenharam e executaram todos os procedimentos experimentais, bem como a forma como seria feita a coleta e análise dos dados coletados, podemos considerar que as experimentações desenvolvidas se enquadraram nos objetivos do curso: por em prática uma abordagem investigativa (LOPES e COSTA, 1996; HODSON, 1994; KRASILCHIK, 2008).

As atividades práticas investigativas contribuem para que os estudantes desenvolvam competências em várias áreas do conhecimento, sobretudo no âmbito da metodologia científica, no conceitual, das atitudes e dos procedimentos (DOURADO, 2006), notadamente quando aos estudantes é dada a possibilidade de elaborarem (e testarem) todas as etapas que devem nortear uma ação investigativa para a resolução de um problema real. O cumprimento de todas essas fases pode proporcionar aos alunos a ampliação de suas habilidades cognitivas, contribuindo para o seu desenvolvimento conceitual (SUART e MARCONDES, 2008).

Os procedimentos experimentais investigativos que foram cumpridos envolveram características que tornaram o método científico interativo, haja vista que acenderam a confrontação de opiniões entre os membros dos grupos, pois foram sempre os educandos que decidiram, imaginaram e realizaram as ações investigativas (Gomez & Insausti, 2005). Portanto, a forma com as atividades educativas foram levadas a cabo muito se assemelharam ao trabalho colaborativo, no qual todos podem manifestar sua forma de pensar sobre as maneiras de resolver o problema.

Um fato relevante que podemos destacar é a ausência do níveis 1 da ALG e da LOCS nas falas dos alunos, evento que por si só já é um fator positivo, pois evidencia que a combinação de todos as características que devem conter uma experimentação investigativa acima aventadas, são imprescindíveis para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Além disso, podemos acreditar que a estrutura metodológica do curso contribui sobremaneira para que os alunos desenvolvem-se mais HOCS do que LOCS.

As HOCS destacaram-se em muitos momentos durante o discurso dos alunos, principalmente no que concerne a explanação do problema utilizando conceitos estudados anteriormente, reconhecendo e selecionando corretamente os dados a serem considerados (bem como suas variáveis - nível 3), escolhendo aqueles que são mais relevantes e, finalmente, propondo hipóteses e sugerindo solução para o problema (nível 4). Além de todas essas habilidades, os estudantes deram a entender que a característica de um determinado problema pode acontecer em outras situações análogas (nível 5).

Portanto, se as atividades experimentais forem programadas dentro da perspectiva de resolução de um problema e, além disso, ser oportunizado aos alunos a tarefa ativa de propor o problema, as hipóteses, e todos os possíveis caminhos que podem ser seguidos com a finalidade explícita de resolver um problema real, elas poderão contribuir de forma positiva para a construção de conhecimentos científicos e de habilidades cognitivas (principalmente de alta ordem, como aconteceu nos episódios apresentados) fundamentais para que os educandos tornem-se sujeitos pensantes, capazes de agir em momentos inesperados, propondo ações e soluções, premissas essenciais para a permanência no mundo globalizado.

Por fim, concluímos que, baseados nas análises realizadas, que os instrumentos utilizados para apreciação dos dados é eficiente para a compreensão dos resultados alcançados, o que sugere que o mesmo pode contribuir para uma reflexão mais acurada quanto à forma como devemos executar as experimentações no ambiente laboratorial (ou fora dele), o que corrobora os argumentos a favor das experimentações serem desenvolvidas em espaços construtivistas, investigativos, com a finalidade principal de resolver um problema real, desenvolvendo desse modo, as habilidades cognitivas de alta ordem em todos os estudantes envolvidos nas experiências.

REFERÊNCIAS

AXT, R. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: Moreira, M. A. & AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre (RS): Sagra, 1991.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

DOURADO, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 5, n. 1.

ESTEVES, L. C. G.; NUNES, M. F. R.; NETO, M. F. & ABRAMOVAY, M. (Coord.). **Estar no Papel**: cartas dos jovens do ensino médio. Brasília: UNESCO, INEP/MEC, (2005).

FERREIRA, N. C. (1978). **Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira**: um Ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio. 1978. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Física - Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. São Paulo.

GIL PÉREZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **European Journal of Science Education**, 5(4), 477-455.

GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; RAMIREZ, L.; DUMAS-CARRÉ, A; GOFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. (1992). Questionando a Didáctica de Resolução de Problemas: elaboração de um Modelo Alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9 (1), p. 7-19.

GÓMEZ, G. J. A. & INSAUSTI, T. M. J. (2005). Un Modelo para la Enseñanza de las Ciencias: análisis de datos y resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 3.

GONZÁLEZ EDUCARDO, M. (1992). ¿Qué Hay que Renovar en los Trabajos Prácticos? **Enseñanza de las Ciencias**. 10 (2), 206-211.

HODSON, D. (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciências**, 12 (3), 299-313.

KRASILCHIK, M. (2008). **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora USP.

LEITE, L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. In: CAETANO, H. V.; SANTOS, M. G. (orgs.). **Cadernos Didáticos de Ciências 1**. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, 2001.

LOPES, J. B. **A Resolução de Problemas em Física e Química**: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Portugal: Texto Editora, 1994.

LOPES, B.; COSTA, N. (1996). Modelo de Enseñanza-Aprendizaje Centrado en la Resolución de Problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. **Enseñanza de las Ciencias**. 14 (1). 45-61.

SUART, R. C. ; MARCONDES, M. E. (2008). Atividades Experimentais Investigativas: habilidades manifestadas por alunos do Ensino Médio. In: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Atas... Universidade Federal do Paraná.

VALVERDE, J. G.; LLOBERA, J. R.; LLITJÓS, V. A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. **Enseñanza de la ciencias**, 24 (1), 59-70.

ZOLLER, U. (1993). Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v 70(3), p. 195-197.

ZOLLER, U.; DORI, Y.; LUBEZKY, A. (2002). Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. **International Journal of Science Education**. 24 (2), p.185-203.

ZOLLER, U.; PUSHKIN, D. Matching higher-order cognitive skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Education Research and Practice**, 8 (2), p. 153-171.