

Ensino de ciências para deficientes visuais: desenvolvimento de modelos didáticos no Instituto Benjamin Constant¹

Science education for visually impaired: development of didactic models in Instituto Benjamin Constant

Rodrigo Marinho da Silva^{1 2}

RESUMO

Considerando que o modelo didático é um importante instrumento colaborador no processo de ensino-aprendizagem, este estudo propôs a construção de materiais pedagógicos tridimensionais para uso no ensino de Ciências com deficientes visuais. Buscando-se contribuir para a educação especial e incentivar o uso dessa importante ferramenta pedagógica, foram confeccionados sete modelos didáticos das fases de desenvolvimento biológico do *Aedes aegypti*, considerando seus principais aspectos morfológicos externos. Todos os modelos foram confeccionados com massa de *biscuit* e testados em sala de aula com estudantes cegos ou com baixa visão de nível fundamental do Instituto Benjamin Constant (IBC). Com o intuito de avaliar a estratégia proposta, foram realizados testes táteis do material, entrevista e grupo focal com os estudantes. Foi revelado que, entre as estruturas mais claramente observadas pelos alunos no modelo didático, destacaram-se as antenas e as asas do inseto. Em geral, os participantes acharam interessante a utilização de modelos didáticos nas aulas e declararam romper com a rotina das aulas teóricas, além de viabilizar o aprendizado. Ficou concluído que a estratégia de desenvolver uma ferramenta pedagógica, com materiais acessíveis e de baixo custo foi satisfatória, uma vez que ampliou o contato com o espaço físico e viabilizou a aquisição e a consolidação de conhecimentos adquiridos nas aulas.

Palavras-chave: Modelos didáticos. *Aedes aegypti*. Educação especial. Deficientes visuais.

ABSTRACT

Considering didactic model as an important tool in learning and teaching process, this study proposed the construction of three-dimensional materials to teach scientific concepts for visually impaired students. To contribute with special education and to encourage the use of this important educational tool, seven models, representing phases of biological development of *Aedes aegypti* were made. The models were based on features of external morphology of this insect. All models were made with biscuit dough and tested in the classroom with blind and low vision students in elementary school at Instituto Benjamin Constant (IBC). In order to evaluate the proposed strategy, tactile testing material, interviews and focus groups with students

1 Esta pesquisa foi apresentada como trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Grande Rio (Unigranrio) em dezembro de 2013.

2 Licenciado em Ciências Biológicas pela Unigranrio. Estágio curricular no Ensino Fundamental II, IBC, de 24.9.2012 a 17.12.2012. Estágio curricular no Ensino Fundamental II, Ciep Brizolão 362 Roberto Burle Marx, de 26.9.2012 a 3.12.2012. Estágio curricular no Ensino Médio, Ciep Brizolão 362 Roberto Burle Marx, de 20.3.2013 a 13.6.2013. *E-mail*: rdgmarinhosilva@gmail.com

were conducted. Among all structures represented by the insect models, the students were able to understand more clearly antennae and wings. In general, the participants found interesting the use of models in class, and declared break the routine of lectures, as well as providing learning. It was concluded that strategy of developing a pedagogical tool, with accessible materials and low cost was satisfactory, since the models expanded the contact with physical space and made easier acquisition and consolidation of knowledge acquired in the classroom.

Keywords: Teaching models, *Aedes aegypti*. Special education. Visually impaired.

I. Introdução

A atenção à pessoa com deficiência no Brasil se iniciou com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos em 1854 e do Instituto Nacional de Educação de Surdos (Ines) em 1857, ambos na cidade do Rio de Janeiro (ARANHA, 2005). A ideia de construção de um educandário para deficientes visuais partiu da iniciativa de José Álvares de Azevedo, um jovem cego brasileiro que viajou para a França em 1844 para estudar no renomado Instituto dos Meninos Cegos de Paris. Após oito anos de estudo no exterior e trazendo uma grande bagagem de conhecimentos e ideias, Azevedo retornou ao Rio de Janeiro, sua cidade natal, onde começou a dar aulas de história e do Sistema Braille, processo de leitura e escrita baseada em pontos de relevo criado pelo francês Louis Braille em 1825 (COSTA, 2009). Foi na condição de professor que conheceu o médico José Francisco Xavier Sigaud, uma autoridade da Corte Imperial (LEMOS, 1995). Indignado com a situação de abandono vivida pelos cegos de seu país, que ora viviam às margens da sociedade, demandou, apoiado por Sigaud e por outras autoridades da Corte, na presença do então imperador d. Pedro II, a criação de uma escola para deficientes visuais de acordo com os moldes do instituto parisiense onde outrora havia estudado. Assegurou ainda ao monarca que a pessoa cega podia ser tão capacitada e produtiva quanto qualquer outra sem a deficiência, desde que fosse educada dentro dos padrões cabíveis (MEC, 2007).

Referência nacional na área da deficiência da visão, o Instituto Benjamin Constant (IBC), nome dado em alusão a um de seus primeiros diretores - Benjamin Constant Botelho de Magalhães, que dirigiu o educandário por 20 anos ininterruptos (CONDE, 1998) -, já recebeu outras denominações. Tendo sido criado pelo imperador d. Pedro II e inaugurado solenemente em 17 de setembro de 1854, o IBC atualmente oferece, além de educação escolar de qualidade, a capacitação de profissionais, assessoria a outras instituições de ensino, consultas oftalmológicas, produção de material especializado e publicações científicas.

Levando-se em consideração a maneira peculiar que a pessoa com deficiência visual tem de perceber a realidade, o IBC possui a Divisão de Pesquisa e de Produção de Material Especializado (DPME), cujo ofício é a produção e distribuição de material didático-pedagógico construído com elementos sensíveis às percepções tátil-cinestésicas, auditivas,

gustativas e visuais, além de dispor de um museu com modelos tridimensionais de anatomia humana e citologia.

No ensino, assim como na ciência, o conhecimento se apoia em modelos para explicar fenômenos não ou parcialmente observáveis. Os modelos didáticos utilizados em sala de aula têm a função de facilitar a transposição dos modelos científicos consensuais para o contexto escolar (GILBERT; BOULTER, 1998). A adoção de modelos didáticos na prática pedagógica coloca os professores diante da necessidade de tornar o conhecimento científico aplicável ao cotidiano do aluno.

Segundo Della Justina et al. (apud MATOS, 2009), o "[...] modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno". Sabe-se que o modelo didático, tanto para videntes quanto para não videntes, é um importante instrumento colaborador no processo de ensino-aprendizagem, melhorando a qualidade das aulas em vários aspectos, tornando-as mais produtivas, dinâmicas e divertidas (MATOS et al., 2009), além de estimular a criatividade dos alunos.

De acordo com Delou et al. (2012), "talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumam tanta importância como na educação especial de pessoas cegas e deficientes visuais".

A formação de conceitos é a condição essencial para o desenvolvimento global do sujeito. Cegos e videntes têm processos cognitivos diferenciados, e essa diferença deriva da percepção peculiar que os primeiros têm do mundo. O desenvolvimento intelectual e a formação de conceitos não estão diretamente ligados à presença da visão, mas à maneira como a informação chega ao indivíduo. As representações mentais - imagens e conceitos - em pessoas cegas se dão pela percepção do espaço por meio da conjunção de sensações táteis, cinestésicas, auditivas e olfativas aliadas às experiências mentais vividas pelo sujeito. Com isso, eles podem, a partir de sua própria matriz referencial, formar conceitos consistentes, ainda que nunca tenham experimentado diretamente seus significados. Portanto, a falta da visão não pode ser encarada como um impedimento ao desenvolvimento pleno, pois apenas impõe caminhos diferenciados, uma vez que a obtenção de conhecimentos depende de uma organização sensorial diferente da do vidente (NUNES et al., 2008). Nessa perspectiva, pensando na educação especial e na necessidade do aluno cego e com baixa visão de conhecer e interagir com o mundo a seu redor, o presente estudo teve por finalidade a construção de modelos didáticos tridimensionais das diferentes fases de desenvolvimento biológico do culicídeo *Aedes aegypti* para serem utilizados nas aulas de ciências de nível fundamental do IBC.

A entomologia é a ciência que estuda os insetos sob todos os aspectos e suas relações com o ser humano, as plantas, os animais e o ambiente (DIVE, 2008). Trata-se de

um campo do conhecimento que é abordado em disciplinas presentes na matriz curricular de nível fundamental, médio e superior (MATOS et al., 2009). Dessa maneira, os modelos confeccionados neste estudo poderão ser aplicados pelos professores em sala de aula, contribuindo para o ensino da morfologia externa dos insetos, ciclo de vida e metamorfose. Esses assuntos devem ser abordados no ensino de Ciências Biológicas dos Ensinos Fundamental e Médio, de acordo com as orientações propostas pelo Currículo Mínimo (2012) dessa disciplina, elaborado pela Secretaria de Estado de Educação (Seeduc/RJ). Ademais, a construção de tais modelos pode incentivar a confecção de outros da mesma espécie por parte de professores e alunos.

Os culicídeos são insetos que pertencem à ordem dos dípteros, subordem Nematocera, família Culicidae. Também são conhecidos popularmente como mosquitos, pernilongos, muriçocas e carapanãs. Reconhece-se que, atualmente, existem 3.600 espécies de mosquitos distribuídas pelo mundo (SOUTO et al., 2005). Em razão de alguns serem hematófagos, em geral as fêmeas, que se utilizam de sangue humano e de outros vertebrados para o desenvolvimento de seus ovos, esses insetos passaram a ter importância médica e epidemiológica, por se comportarem como vetores de enfermidades ao ser humano e a outros animais.

A fauna de culicídeos inclui muitas espécies de mosquitos de interesse médico que, por vezes, compartilham o mesmo ambiente com o ser humano. Embora sabendo que existe uma grande variedade de espécies de mosquito, para fins de confecção do material didático foi selecionada como referência a espécie *A. aegypti*. Esta ocorre em todo o território nacional, sendo seus indivíduos importantes vetores do agente etiológico da dengue e da febre amarela. Ambas as doenças são muito perigosas e típicas de regiões urbanas de clima tropical e subtropical.

O desenvolvimento desse culicídeo, popularmente conhecido como mosquito da dengue, é holometabólico (*holo* = total), isto é, ocorre metamorfose completa. Trata-se do mesmo desenvolvimento que acontece em borboletas, moscas e besouros. A forma adulta do mosquito é alada, além de possuir pernas e antenas longas, enquanto as fases imaturas são aquáticas. Seu ciclo biológico compreende as seguintes fases: ovo, quatro instares larvais, pupa e adulto. A fêmea do mosquito procura locais úmidos ou alagados para depositar seus ovos próximos ao nível da água. Em contato com esta, do ovo emerge uma larva totalmente distinta do adulto, iniciando-se o primeiro estágio de desenvolvimento. Essa forma imatura do mosquito se alimentará ativamente e crescerá ainda por mais quatro vezes (esses são os instares). Durante esse período, a larva só cresce até atingir a fase de pupa, após três ou quatro dias de seu último instar larval. A pupa não se alimenta e utiliza a energia acumulada na fase larval para sofrer suas últimas transformações e emergir como o inseto adulto (sexualmente maduro) após dois ou três dias do estágio pupal (DIVE, 2008).

O *A. aegypti* pertence à classe Insecta, e os indivíduos desse grupo, em geral, apresentam o corpo dividido em três segmentos básicos: cabeça, tórax e abdome. Na cabeça, encontram-se dois grandes olhos compostos (formadores de imagem) e olhos simples (fotorreceptores), além de um par de antenas e do aparelho bucal. O tórax, por sua vez, é dividido em três segmentos: protórax, mesotórax e metatórax. Nele, surgem três pares de pernas articuladas (um par por cada segmento torácico) e, normalmente, dois pares de asas (primeiro par no mesotórax e segundo par no metatórax). Cabe ressaltar que, por se tratar de um díptero, o *A. aegypti* apresenta o segundo par de asas reduzido e usado para o equilíbrio durante o voo.

Cada perna, por sua vez, é articulada, contendo as seguintes partes: coxa, trocânter, fêmur, tíbia e tarso (o qual pode ainda ser subdividido). O abdome, originalmente, é dividido em 11 segmentos, porém o adulto dessa espécie apresenta apenas nove segmentos abdominais visíveis (DIVE, 2008).

O aparelho bucal do tipo picador-sugador traduz um hábito alimentar de sucção de fluidos. Nos membros da família Culicidae, existe uma espécie de tromba alongada e fina, conhecida como probóscide, adaptada para a sucção de líquidos, como seiva das plantas e sangue de vertebrados. Em geral, os mosquitos são fitófagos (alimentam-se de seiva das plantas), mas as fêmeas, especialmente aquelas em período reprodutivo, podem ser hematófagas (alimentam-se de sangue de animais), pois precisam de altas doses de proteína para que seus ovos se desenvolvam.

O aparelho bucal do *A. aegypti* tem seis longos estiletos quitinizados (labroepifaringe, duas mandíbulas, duas maxilas e hipofaringe), semelhantes a agulhas perfurantes. A probóscide visível é o lábio modificado em uma bainha envolvente e oca, e dentro dele ficam agrupados os estiletos utilizados para picar. Próximo à probóscide existe um par de palpos maxilares - estruturas sensoriais que auxiliam as mandíbulas na manipulação do alimento (LEITE, 2011).

2. Metodologia

Todos os modelos didáticos foram confeccionados com materiais de fácil acesso, baixo custo e boa durabilidade.

Optou-se pela utilização de massa de *biscuit*, pois, segundo Matos et al. (2009), esta apresenta grande durabilidade, podendo ser manuseada constantemente sem causar deformações no objeto.

Para a confecção do tórax e do abdome do inseto, foi feito um molde de isopor de 50 cm de comprimento e 2 cm de espessura. Na face inferior do tórax, em cada um dos três segmentos foram fixados com fita adesiva três arames industriais (1 m de comprimento) em posição horizontal, separando-os 3 cm de distância um do outro. Estes iriam representar as pernas do mosquito. Por se tratar de um arame resistente, as articulações das pernas do animal foram feitas com o auxílio de um alicate de pressão. Depois, o molde foi todo preenchido com *biscuit* até o objeto ganhar uma forma tridimensional parecida com o real. Cabe salientar que a intenção de usar o isopor foi de evitar o gasto demasiado de massa e dar maior sustentação ao objeto.

Para marcar os segmentos torácicos e abdominais do inseto, foi utilizada uma régua, fazendo pressas antes da secagem do *biscuit*. Após a massa seca, foi feito o preenchimento das pernas, já com as dobraduras representando: coxa, fêmur, tíbia e tarso. Fios de náilon artesanal de cor preta foram recortados aleatoriamente e presos com nó às pernas do mosquito ainda com a massa fresca. Os fios iriam representar as cerdas do mosquito nesses apêndices.

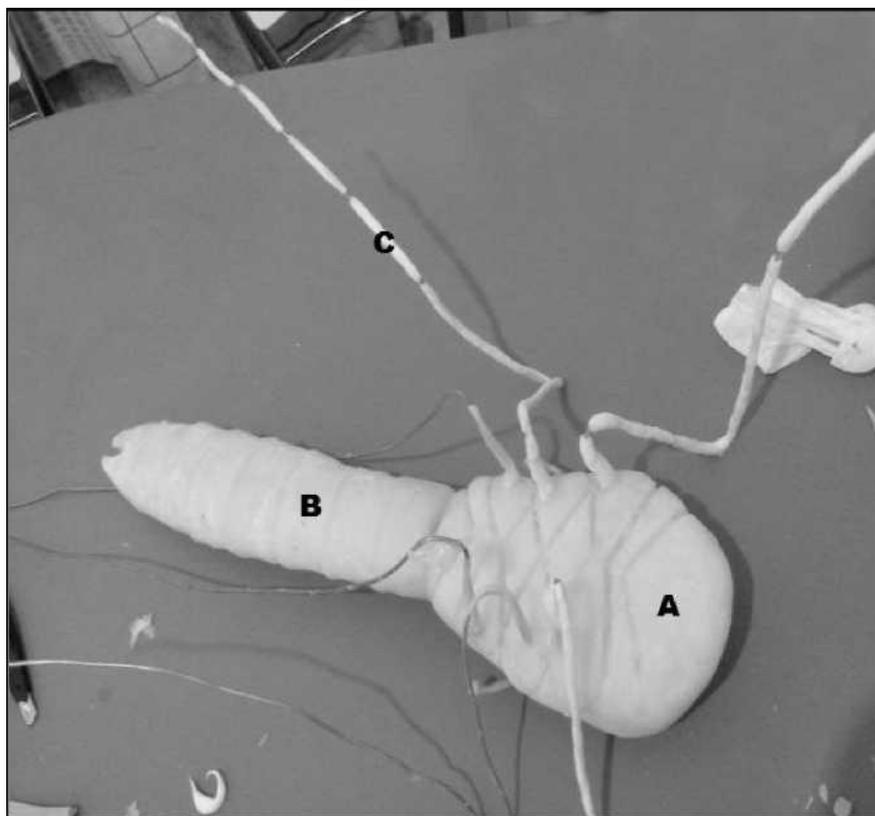


Figura 1. Etapa na construção do modelo. (A) Tórax; (B) abdome; e (C) pernas.

A cabeça foi feita separadamente, com bola de isopor compacta (100 mm). Nela foram marcados com caneta de retroprojeter a região dos olhos compostos, o aparelho bucal e as antenas. Para fazer os olhos, foi depositada uma fina camada de *biscuit* na região marcada, e, em seguida, pequenas miçangas negras (0,5 mm) foram prensadas e fixadas com cola de isopor, bem próximas umas das outras, até que toda a região estivesse totalmente preenchida. Cada miçanga iria representar um omatídeo, minúsculas unidades que compõem os olhos compostos dos insetos e são responsáveis por captar a luz do mundo externo (LEITE, 2011).

A probóscide foi feita com o mesmo tipo de arame das pernas (20 cm), fixado na região marcada na bola de isopor para o aparelho bucal. E o agrupamento de estiletes foi representado apenas com uma pequena fração (2 cm) de arame artesanal (0,80 mm). Este foi fixado na bola, ligeiramente acima da probóscide. Os palpos maxilares também foram construídos com o mesmo arame utilizado na probóscide.

Os mosquitos adultos apresentam dimorfismo sexual, que pode ser percebido pelas antenas. Os machos apresentam antenas plumosas com cerdas longas e volumosas, enquanto as fêmeas apresentam antenas pilosas com cerdas curtas e relativamente menos volumosas (CANTUÁRIA, 2012). Para fazer o aspecto plumoso/piloso das antenas no modelo, foram utilizados fios de náilon, dando-se nó aos pares e depositando-se pequenas frações de massa para fixação. Finalmente, a cabeça foi fixada no corpo com a utilização de massa de *biscuit*.



Figura 2. Cabeça do mosquito, mostrando os olhos compostos, o aparelho bucal, as antenas e os palpos maxilares.

Os culicídeos ou mosquitos pertencem à ordem dos dípteros (di: duas; *pterus*: asa), e, ao contrário da maioria dos insetos, os membros pertencentes a esse grupo têm apenas um par de asas desenvolvidas, sendo o outro par reduzido em halteres ou balan- cins, que servem para dar sustentação e equilíbrio ao voo. Na réplica construída, o primeiro par de asas foi representado com chapa de radiografia em um desenho medindo 50 cm. As veias, típicas das asas dos insetos, foram desenhadas na face superior utilizando-se cola relevo transparente para gerar uma textura perceptível ao toque das mãos. Com o objetivo de gerar sustentação às asas, foi feito um suporte com arame artesanal pelas margens da face inferior, evitando-se também a possível deterioração por constante manuseio. Finalmente, as asas foram fixadas na parte superior do tórax com o auxílio de duas tachi- nhas de metal achatadas, uma em cada asa. Por outro lado, os halteres foram feitos com arame industrial (5 cm), sendo fixados lateralmente no último segmento do tórax durante o preenchimento do corpo do inseto.

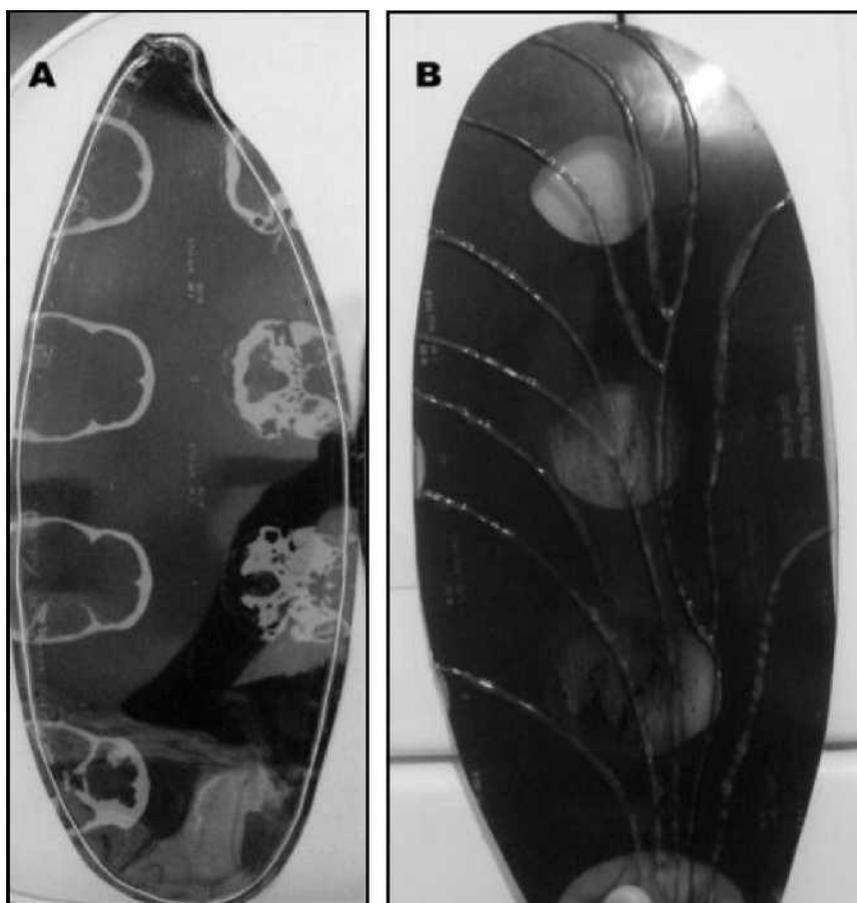


Figura 3. Etapa na construção das asas do mosquito. (A) Suporte feito com arame artesanal; e (B) desenho das veias.

As larvas são compostas por cabeça, com um par de antenas, tórax com formato globoso e abdome dividido em 10 segmentos. No nono segmento abdominal, encontra-se o sifão respiratório, utilizado pelas larvas para respirar o ar atmosférico após romper a superfície da água com o ápice do sifão. No 10º segmento do abdome, encontra-se a porção anal.

As larvas e a pupa seguiram o mesmo padrão de manufatura do mosquito adulto. Os moldes foram desenhados no isopor (2 cm de espessura) em tamanhos crescentes e aleatórios e, posteriormente, recortados com estilete. Depois, o *biscuit* foi aplicado, dando-se-lhe a forma tridimensional. Da mesma maneira como foram produzidas as cerdas do mosquito foram feitas as das larvas, no entanto sendo distribuídas por todo o corpo.

Na cabeça, para representar seus olhos simples, cada larva recebeu duas miçangas negras (0,3 mm) e um par de arames industrial (2 cm) para representar o curto par de antenas na extremidade da cabeça.

A pupa tem formato de vírgula e é dividida em cefalotórax (cabeça fundida ao tórax) e abdome. No cefalotórax, são encontrados um par de trompetas ou tubos respiratórios, que permitem a respiração ao atingir a superfície da água. O abdome da pupa é dividido em nove segmentos, e no final dele encontra-se um par de paletas natatórias, utilizadas para auxiliar na movimentação na água. No cefalotórax, ainda se encontra um par de olhos simples laterais e relativamente maiores do que na fase larval. Esse, por sua vez, foi representado com o mesmo tamanho e tipo de miçanga usado para fazer os olhos da larva, porém em maior quantidade. As cerdas também foram feitas de náilon e distribuídas de forma esporádica pelo corpo durante a secagem da massa. Os tubos respiratórios foram feitos com dois tubos de borracha branco (0,8 mm de espessura e 7 cm de comprimento) e fixados na parte superior do cefalotórax. As palhetas natatórias, bem como as asas em desenvolvimento, foram representadas com chapa de radiografia.

O ovo do *A. aegypti* é de cor escura, marrom a negra. Tem a forma elíptica e alongada em um tamanho que varia entre 0,6 a 0,7 mm, sendo muito difícil de ser observado na natureza. Para conseguir esse formato, a massa foi manipulada até ficar com forma parecida. Depois de seco, o ovo foi envolvido com tecido de filó de cor preta, sendo colado com cola de isopor.

Os modelos foram aplicados em sala de aula sem pintura, com o propósito de se obter informações com o corpo docente e discente do IBC no que tange à utilização de cores e contrastes que possibilitariam maiores percepções por parte dos alunos deficientes.

A aplicação pedagógica do material didático foi realizada no IBC e contou com a participação de duas turmas, ambas do Ensino Fundamental. A primeira, de 7º ano, era composta por nove alunos, sendo quatro com baixa visão e cinco cegos. Já a segunda, uma turma de 9º ano, era composta por oito alunos, entre eles três cegos e cinco com baixa visão. No total, havia 17 alunos, sendo nove com baixa visão e oito cegos.

De acordo com informações do professor de Ciências do Instituto, assuntos referentes ao filo Arthropoda (grande táxon que engloba, entre outras classes de artrópodes, a classe Insecta) são abordados no 6º ano do Ensino Fundamental.

A atividade foi dividida em duas etapas: a primeira contou com a manipulação do material com base nos conhecimentos prévios teóricos e/ou empíricos de cada participante no que tange aos aspectos gerais da anatomia dos insetos e metamorfose completa, e a segunda, com entrevista e grupo focal.

As turmas foram divididas em três duplas e um trio e, para iniciar a atividade, o modelo do mosquito (forma adulta) foi colocado sobre a mesa com o propósito de se descobrir pela percepção tátil dos educandos qual era o animal representado. Na ocasião, foi revelado aos participantes que o modelo em questão estava representando um "bicho" muito comum em nosso cotidiano, sem dar dicas adicionais.

Cada dupla foi então convidada a se aproximar da mesa para manusear o objeto exposto e em seguida retornar, em silêncio, a seus devidos lugares. Durante o manuseio, um pedaço de arame de 5 mm foi apresentado aos estudantes, de modo a fazer referência ao tamanho real do mosquito na natureza. Ao término da experimentação, foi solicitado que cada aluno, individualmente, escrevesse qual animal ele achava que o material estava representando e, em seguida, justificasse a resposta descrevendo quais razões o levaram a essa escolha. Além de considerar possíveis dificuldades e limitações para com o modelo exposto, a mesma atividade foi repetida com a turma de 9º ano.

Todas as respostas foram recolhidas e, com a ajuda da professora, aquelas escritas em braile foram transcritas para o sistema comum de escrita a tinta.

Após a coleta de todas as respostas, o animal representado foi então revelado, respectivamente, para cada uma das turmas, dando início à realização da entrevista com o grupo. Nesse momento, foi perguntado se eles já conheciam os insetos, quais eram os insetos que conheciam e se alguma vez já haviam imaginado como era a estrutura corpórea de um mosquito e seu desenvolvimento na natureza. Por fim, todos os modelos (ovo, larvas, pupa e adulto) foram colocados sobre a mesa, sendo dispostos em ordem de desenvolvimento biológico. Novamente, as duplas foram convidadas para ir até a mesa manipular o material e conhecer a metamorfose que ocorre com o *A. aegypti*.

O objetivo dessa primeira etapa foi investigar, pela percepção tátil desses educandos e com base em seus conhecimentos, se o material didático desenvolvido era de fácil compreensão e próximo da realidade.

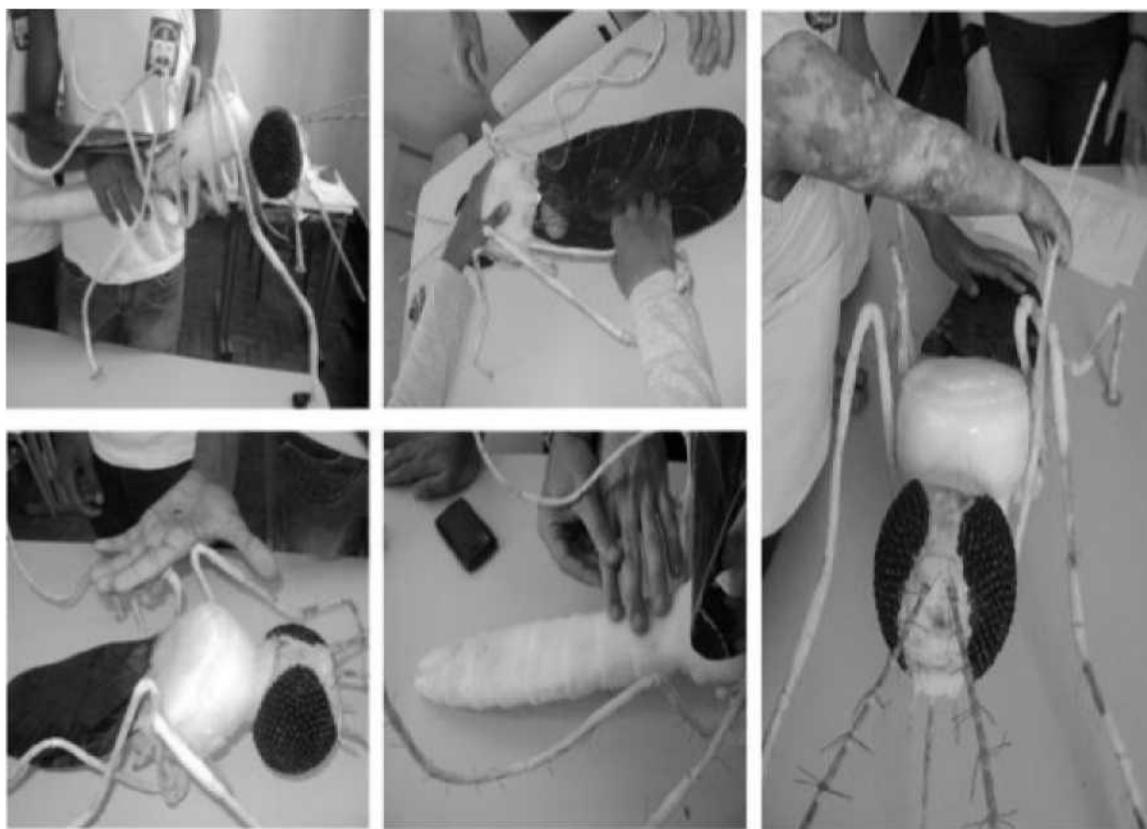


Figura 4. Manuseio de modelo didático do *A. aegypti* (fase adulta) pelos alunos do IBC.



Figura 5. Apresentação do desenvolvimento biológico do *A. aegypti*.

A segunda etapa da atividade contou com grupo focal, que consiste em um grupo organizado por um pequeno número de pessoas (entre 7 e 12) com o qual é realizada uma discussão informal, com o propósito de obter informações de caráter qualitativo e em profundidade sobre determinado assunto abordado (GOMES, 1999). Nesse contexto, para revelar as percepções dos participantes, foi questionado o que os alunos deficientes visuais acham do uso de modelos didáticos tridimensionais nas aulas; sua satisfação para com o material construído; como imaginavam o mosquito antes de experimentar o material; e ainda se tiveram dificuldade em descobrir qual era o animal que estava sendo representado, além de esclarecer quais possíveis adaptações fariam para melhorar o entendimento. Também foi perguntado quais cores os alunos e docentes gostariam que fossem utilizadas na pintura dos modelos didáticos.

Todas as etapas do teste tiveram autorização por parte do Instituto para serem gravadas e fotografadas, preservando-se, contudo, a identidade dos alunos.

3. Resultados e discussões

Foram confeccionados sete modelos didáticos, considerando os principais detalhes da morfologia externa das diferentes fases de desenvolvimento do *A. aegypti* (Figura 6). Foi observado, em um primeiro momento, que a quantidade de massa depositada na confecção do modelo adulto gerou um peso não suportado pelo arame utilizado nas pernas. Para solucionar tal problema, foi feito um reforço com arame industrial em cada uma das quatro pernas que tocam a base quando o inseto encontra-se em estado de repouso na natureza e, após, elas receberam um novo revestimento com *biscuit*. Foi observado, no entanto, que, pelo peso do material, as pernas estavam deslizando em superfícies lisas quando o objeto era posto de pé. Para evitar possíveis deslizamentos em superfícies, como a de uma mesa escolar, cada perna recebeu um suporte com ventosas presas pelas extremidades. Cabe ressaltar que ventosas não pertencem à morfologia do mosquito; essa foi apenas uma alternativa para evitar futuros desconfortos na utilização do material. Dessa maneira, recomenda-se que, na construção de materiais tridimensionais feitos com massa de *biscuit* parecidos com o modelo do mosquito adulto deste estudo, seja utilizado o máximo de isopor ou similar para diminuir o peso que a massa confere sobre o material.

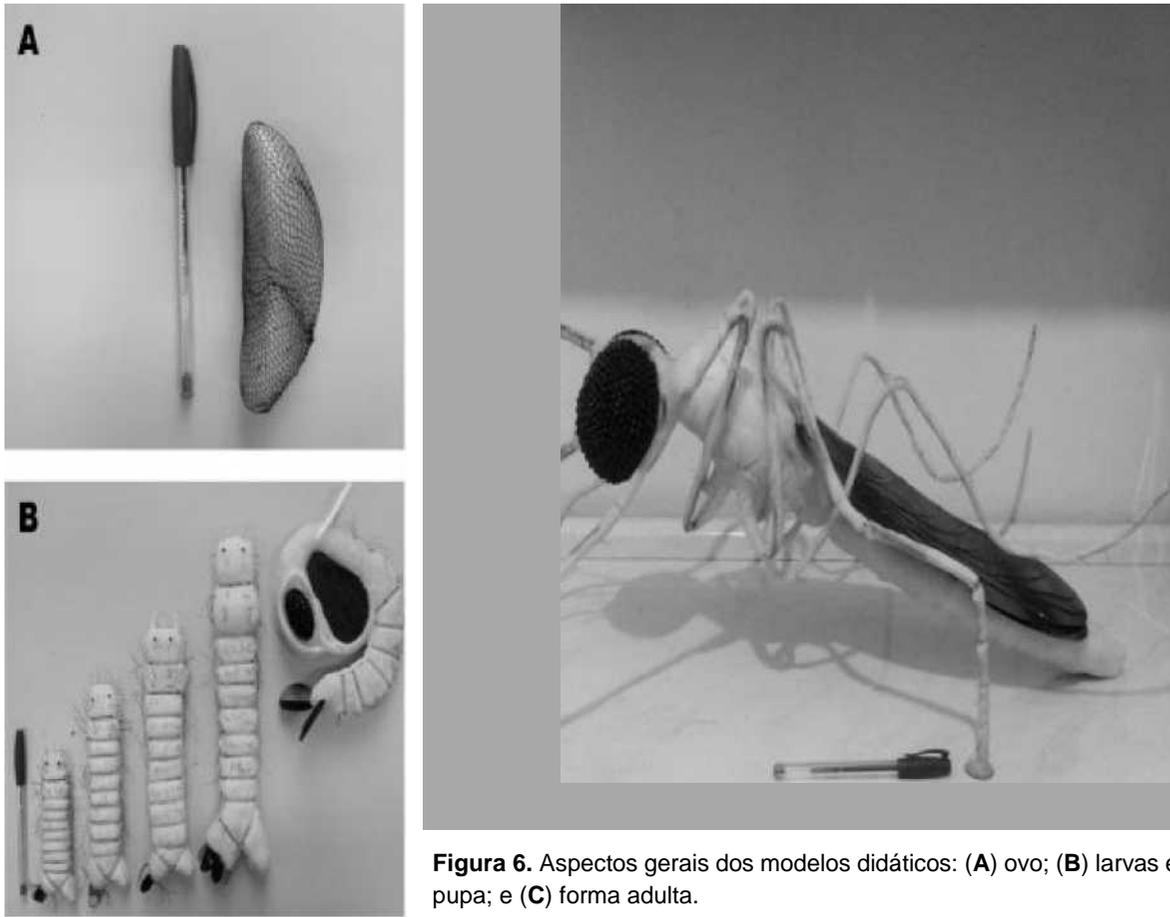


Figura 6. Aspectos gerais dos modelos didáticos: (A) ovo; (B) larvas e pupa; e (C) forma adulta.

De acordo com as respostas recolhidas após experimentação do material (mosquito adulto), dos 17 alunos respondentes, 15 apresentaram respostas e justificativas, em detrimento de dois alunos, que não responderam ou não justificaram suas respostas. De acordo com a Figura 7, foi observado que os estudantes totalizaram 27 observações de características de insetos no modelo. Entre as características mais observadas e relatadas em suas respostas, destacaram-se: as antenas, as asas e a escala representando o tamanho real do inseto.

De acordo com a Tabela 1, observa-se que a maioria dos estudantes associou as características identificadas no modelo à configuração geral do corpo de insetos como mosquito e mosca. Vale destacar que o único aluno (baixa visão) que não citou nomes de inseto para designar o modelo, afirmando apenas se tratar de um "inseto", curiosamente, conseguiu identificar com clareza algumas das características exclusivas desses animais, declarando ter encontrado um par de asas (característica dos dípteros), seis pernas e um par de antenas (compartilhadas entre todos os insetos).

Tabela 1. Respostas e justificativas dos participantes após manuseio de modelo didático - forma adulta

Cegueira			Baixa Visão		
	Resposta	Justificativa		Resposta	Justificativa
Aluno 1	mosquito	asas, antenas, escala	Aluno 1	mosquito	aparência, escala
Aluno 2	mosquito	aparência	Aluno 2	mosquito	aparência
Aluno 3	vagalume	antenas	Aluno 3	mosquito	asas, antenas
Aluno 4	vagalume	sem justificativa	Aluno 4	mosquito	asas, antenas, escala
Aluno 5	formiga	escala	Aluno 5	mosquito/mosca	asas, olhos
Aluno 6	morcego	pernas, antenas	Aluno 6	inseto	duas asas, seis pernas, duas
Aluno 7	leão/cachorro	quatro pernas	Aluno 7	mosca	olhos
Aluno 8	sem resposta	sem justificativa	Aluno 8	mosca	olhos, antenas
			Aluno 9	mosca	pernas, escala

O aluno 5 (baixa visão), que apresentou dúvida entre mosca e mosquito, conseguiu identificar, com clareza, as asas e os olhos e afirmou ter visto algo parecido em ilustrações de desenhos animados.

O aluno 3 (cegueira) declarou que o modelo estava representando um vagalume por causa das antenas "expandidas" pelo corpo. Isso sugere que ele tenha confundido as cerdas espalhadas pelas antenas e pernas do mosquito com as antenas propriamente ditas.

O tamanho do objeto em escala pode ter conduzido o aluno 5 (cegueira) a imaginar que se tratava de uma formiga.

O aluno cego, que achou que a réplica fosse de um morcego e identificou pernas e antenas no modelo, disse que não conseguiu identificar outros apêndices.

O fato de o último par de pernas no modelo ficar suspenso, por representar a posição convencional de relaxamento do espécime vivo, pode ter conduzido o aluno 7 (cegueira) a considerar pernas somente aquelas que tocavam a base. O que pode tê-lo induzido a imaginar que o material estivesse representando animais quadrúpedes, maiores e mais conhecidos, como, leão ou cachorro.

Metade dos alunos com cegueira (alunos 1,6, 7 e 8) considerou o material difícil ou confuso. Entre esses estudantes, o que não apresentou respostas argumentou: "para um cego que nunca viu, esse tipo de material seria melhor para representar um gato ou cachorro".

Com o intuito de preservar a integridade dos alunos, não foram consideradas suas identificações, bem como a origem e o grau de deficiência.

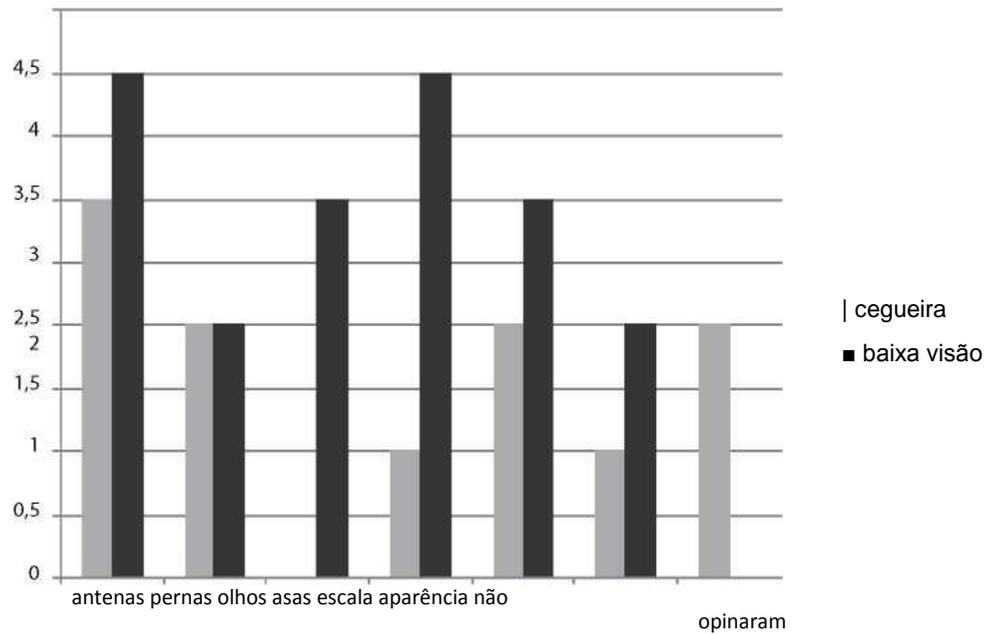


Figura 7. Comparação do quantitativo de características identificadas por alunos com cegueira e baixa visão.

No que se refere à entrevista e ao grupo focal, a primeira turma (7º ano), de modo geral, afirmou já conhecer os insetos, e quando foi perguntado quais eram os insetos que conhecia, o grupo se pronunciou dizendo: "todos [...] joaninha, abelha, mosca". Eles ainda afirmaram ter feito um trabalho escolar, em outro momento, em que fizeram uma "mos- quiteira" e que, na ocasião, conheceram as larvas do mosquito em desenvolvimento, observando seu movimento na água. Um dos estudantes do grupo destacou ainda que, antes de experimentar o material, imaginava o mosquito como um "pontinho preto" na natureza, enquanto outro acrescentou: "Normalmente, o homem, ser humano, quando pequeno, ele costuma imaginar que tudo é igual a ele. Que o mosquito fala. Então, o que a gente imagina, quando é pequeno: que o mosquito tem duas pernas, dois braços, uma cabeça, igual a gente."

Dessa maneira, o material construído pode contribuir para a ruptura dessa percepção antropocêntrica da realidade, viabilizando um possível diálogo entre informações científicas reais e difusão de conhecimentos. De modo geral, a turma do 7º ano mostrou-se satisfeita com o material, dizendo que ele não precisaria receber adaptações para melhorar a compreensão. No entanto, um aluno disse que teve dificuldade em descobrir qual era o "bicho" em questão, uma vez que nunca tinha visto um mosquito antes, mas que entendeu que o inseto tem asas e agora sabe o que ele utiliza para picar. Portanto, conforme declaração, foi possível confrontar com a realidade as estruturas então conhecidas pela experimentação do modelo.

Quando foi questionada a utilização de modelos didáticos tridimensionais nas aulas, o grupo se manifestou dizendo que é bastante interessante, e um aluno esclareceu: "a gente acha que sai um pouco da rotina do estudante; [...] escrever, ficar lendo todo dia, toda aula, a pessoa [a professora] ficar ditando e o aluno não entende nada". Outro aluno sugeriu: "podia fazer outros animais, outros insetos" Ao final da atividade, quando foi perguntado qual cor utilizar na pintura dos modelos, a maioria dos alunos achou melhor pintar na cor real do mosquito da dengue, isto é, negro com detalhes em branco e o desenho característico no dorso do tórax em formato de lira. E um aluno destacou dizendo: "se pintasse ele de preto, com rajadas brancas, na cor real dele, seria interessante, porque a gente ia poder se sentir mais próximo".

A turma do 9º ano declarou não ter tido dificuldades em descobrir de que se tratava o material e considerou-o "bom" ou "perfeito", como foi afirmado por alguns estudantes, desconsiderando a necessidade de realizar adaptações. Eles ainda declararam conhecer os insetos e citaram alguns, como abelha, mosca e barata. E, quando foi perguntado como imaginavam o mosquito antes de manipular o material, um aluno se pronunciou convicto, dizendo: "eu imaginava o que eu vi, e o que eu vejo só". Com relação ao uso de modelos didáticos nas aulas, um estudante disse que a utilização poderia "facilitar as aulas". Quando foi questionada quais cores deveriam ser utilizadas na pintura dos modelos, a segunda turma foi de encontro à primeira, afirmando que pintar com cores variadas e contrastantes facilitaria a identificação de cada uma das partes do corpo do inseto, e um aluno questionou a pintura na cor natural do mosquito, dizendo: "preto é bom, mas não daria para saber o que é o quê". A turma ainda deu sugestões de cores que poderiam ser utilizadas na pintura, sendo elas as combinações de verde, grená e branco ou preto e branco. Dessa maneira, seriam estabelecidos contrastes que facilitariam as observações. A decisão então foi tomada pelo corpo docente, ficando definido que os modelos didáticos seriam pintados de acordo com as cores-padrão, preservando os detalhes do mosquito da dengue, bem como os de suas fases imaturas. Assim, o material poderia ser confrontado com a realidade, facilitando a prática pedagógica. Todos os modelos foram pintados de acordo com as cores do *A. aegypti* e doados à escola de Ciências do IBC para serem utilizados, quando necessário, em aulas práticas que abordem assuntos sobre entomologia básica em nível fundamental.

Durante a realização da entrevista e do grupo focal, algumas curiosidades sobre os culicídeos foram estimuladas entre os alunos, como: tempo de vida do mosquito da dengue na natureza; a visão dos mosquitos e sua alimentação; a diferença visível entre mosquito e mosca; a razão pela qual a picada faz a pele da vítima ficar empolada; e por que esses insetos fazem um "zumbido chato" no ouvido quando voam.

4. Conclusão

A utilização de recursos alternativos, bem como a produção de material especializado, deve ser amplamente estimulada na educação especial do país, pois a observação de estruturas em três dimensões pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem nos diferentes níveis de educação (MATOS et al., 2009). Tem-se mostrado ainda que, por meio de materiais de baixo custo e que podem ser encontrados em nosso

cotidiano, é possível tornar as aulas mais motivadoras e atraentes, envolvendo os alunos na construção de seu conhecimento (SOUZA et al., 2008).

A produção de material didático acessível por alunos concluintes do curso de licenciatura em Ciências Biológicas tem servido de modelo e ponto de partida para a produção de novos materiais dessa espécie (DELOU et al., 2012). E esse tipo de modelagem não somente poderá ser aplicado no ensino da Biologia, mas em diversas áreas do conhecimento, como: Matemática, História, Química, Geografia, Letras e Pedagogia.

Estudos têm mostrado que materiais didáticos acessíveis são fundamentais não só para pessoas com deficiência visual, mas também para todo e qualquer aluno com ou sem necessidades especiais. De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que a estratégia de desenvolver uma ferramenta pedagógica com materiais acessíveis e de baixo custo foi favorável, uma vez que foi possível suprir lacunas na aquisição de informações, despertar curiosidades e estimular questionamentos, além de induzir a percepção de detalhes que podem ser confrontados com a bagagem de conhecimentos teóricos e empíricos de cada aluno, aproximando-o cada vez mais da realidade. Portanto, conclui-se que o manuseio de materiais didáticos em três dimensões pode contribuir para o ensino de ciências a estudantes com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

ARANHA, M. *Projeto Escola Viva: garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola: necessidades educacionais especiais dos alunos*. Brasília: MEC/Seesp, 2005. n. 1, p. 29.

CANTUÁRIA, M. *Ecologia de culicídeos (Diptera: Culicidae) da área de proteção ambiental do rio Curiaú, Macapá, Amapá*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012. Disponível em: <http://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/disserta%C3%A7%C3%A3o_Maryele_Ferreira.pdf>. Acesso em: 9 out. 2014.

CONDE, A. Benjamin Constant Botelho de Magalhães, "o Brasileiro". *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 9, p. 1-40, jun. 1998.

COSTA, R. Como funciona o Sistema Braille?. *Revista Nova Escola*, São Paulo, set. 2009. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/inclusao/educacao-especial/como-funciona-sistema-braille-496102.shtml>>. Acesso em: 5 dez. 2012.

DELOU, C. et al. A educação inclusiva e a escola de inclusão: (in)formando para continuamente formar. *Série Monográfica Fio da Ação*, Unirio, v. 2, n. 1, p. 51-70, out. 2012.

DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA (DIVE). *Guia de orientação para treinamento de técnicos de laboratório de entomologia*. Santa Catarina, 2008, p. 22-24. Disponível em: <http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/zoonoses/Entomologia/Guia_Orientacao_para_Treiname nto de Tecnicos Lab Entomologia.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2013.

GILBERT, J.; BOULTER, C. Models and modeling in science education. In: FRASER, B.; TOBIN, K. (Org.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer, 1998. p. 53-66.

GOMES, M. et al. A técnica de grupos focais para obtenção de dados qualitativos. *Educativa*, Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais, p. 1-3, fev. 1999. Disponível em: <http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B9FEA090E-98E9-49D2-A6386D3922787D19%7D_Tecnica%20de%20Grupos%20Focais%20pdf.pdf>. Acesso em: 15 out. 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Educação. *Currículo mínimo 2012*. Ciência e Biologia. Rio de Janeiro: Seeduc, 2012. p. 7-11. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 15 set. 2012.

LEITE, G. *Entomologia básica*. Minas Gerais: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2011. p. 921. Disponível em: <http://www.ica.ufmg.br/insetario/images/apostilas/ap_ent_basica.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2013.

LEMONS, F. Instituto Benjamin Constant: uma história centenária. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1-40, set. 1995.

MATOS, C. et al. Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Pernambuco, n. 1, p. 19-23, 2009. Disponível em: <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/3mat_os.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Instituto Benjamin Constant. *150 anos do Instituto Benjamin Constant*. Rio de Janeiro, 2007. p. 70-96.

NUNES, S. et al. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (Abrapee)*, v. 12, n. 1, p. 119-138, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pee/v12n1/v12n1a09.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2014.

SOUTO, R. et al. Levantamento de culicídeos (Insecta: Diptera) na Região dos Lagos nos municípios de Amapá, Pracuúba e Tartarugalzinho. 2005. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/probio/relatorios/Relatorio_Cap08.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2013.

SOUZA, D. et al. Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito de pirâmide ecológica: um subsídio à educação científica e ambiental. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 4, São Paulo, 2008. CD-Rom.

Recebido em: 15.9.2014

Reformulado em: 6.10.2014

Aprovado em: 22.10.2014