

ESPAÇO INTERATIVO DO CBME: UMA EXPERIÊNCIA EM EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

THE INTERACTIVE SPACE OF CBME: AN EXPERIENCE IN NON FORMAL EDUCATION

Daniel Fernando Bovolenta Ovigli¹

Vanessa Soriano Barbuto², Ana Cláudia Ribeiro Guerra³, Márcia Rozenfeld Gomes de Oliveira⁴, Leila Maria Beltramini⁵, Nelma Regina Segnini Bossolan⁶

Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP) / Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural (CBME/CEPID/FAPESP)

¹danielovigli@yahoo.com.br; ²vanessasb@ursa.ifsc.usp.br; ³acrg@cdcc.sc.usp.br; ⁴maroz@ursa.ifsc.usp.br; ⁵leila@ifsc.usp.br; ⁶nelma@ifsc.usp.br

Resumo

O Espaço Interativo do CBME compreende uma exposição interativa que contempla assuntos relacionados à Biologia Molecular, Microbiologia e Biotecnologia. Esse Espaço tem por finalidade a divulgação científica, possibilitando à população o acesso a assuntos como doenças tropicais negligenciadas (por exemplo, leishmaniose e doença de Chagas) e o uso da bactéria *Escherichia coli* em biologia molecular, tratados por meio de painéis explicativos e outros recursos. A estruturação desse espaço de educação não formal iniciou-se com a aplicação de um questionário que considerou as principais dúvidas e interesses de alunos e professores dos ensinos fundamental e médio sobre a temática. A segunda etapa consistiu na elaboração das atividades e expositores segundo uma abordagem interativa e vinculada ao cotidiano. A terceira etapa consiste na avaliação das atividades pelo público visitante, a qual vem indicando resultados satisfatórios, que estão subsidiando melhorias no Espaço.

Palavras-chave: educação não formal, divulgação científica, biotecnologia, microbiologia, educação em museus.

Abstract

The Interactive Room of CBME contains an exhibition that contemplates themes related to Molecular Biology, Microbiology and Biotechnology. This place aims the scientific dissemination, making possible to the population the access to topics as neglectful tropical diseases (leishmaniosis and Chagas disease, for example) and the use of *Escherichia coli* in molecular biology, illustrated by means of explanatory panels and others resources. The setting of this non formal educational place began with the application of a questionnaire that considered teachers and students' previous interests and doubts. The second step consisted of the elaboration of the activities and exhibitors of the Interactive Room, according to an interactive approach and related to the daily events. The third step consists of the evaluation of the activities by the visitors, which is up to now indicating satisfactory results that are subsidizing improvements in the Room.

Keywords: non formal education, scientific dissemination, biotechnology, microbiology, education in museum.

INTRODUÇÃO E SUPORTE TEÓRICO

O ensino de Ciências tem sido praticado segundo diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Muitas práticas, ainda hoje, baseiam-se na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa. Práticas mais recentes incorporaram avanços, produzidos nos últimos anos, acerca do processo de ensino e aprendizagem em geral e, particularmente, sobre o ensino de Ciências (Brasil, 1998).

Assim, o estudo das Ciências, centrado no livro didático, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Ao contrário, diferentes métodos ativos, como observações, experimentação e visita a um museu de ciências, por exemplo, despertam o interesse dos alunos pelos conteúdos e conferem significados aos fenômenos naturais e à Ciência que não são possíveis ao se estudar esta disciplina apenas em um livro.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza (id. *ibid*, 1998), a busca de informações em fontes variadas é procedimento importante para o ensino e aprendizagem de Ciências. Além de permitir ao estudante desenvolver competências e habilidades importantes na construção de seu conhecimento e na elaboração/reelaboração de suas idéias e atitudes, esta visão é fundamental para o desenvolvimento de autonomia com relação à construção do conhecimento.

Ainda no que diz respeito à educação formal, segundo Gaspar (1993), “verifica-se que não há tempo e espaço em seus limitados currículos e programas e, mais ainda, não há como acompanhar o vertiginoso progresso científico e tecnológico da atualidade” (p.3). A educação formal, escolar, tem sido complementada ou acrescida de uma educação não formal, extra-escolar, que tem de certa forma oferecido à sociedade o que a escola não pode oferecer (id. *ibid*, 1993). Nesse contexto, enquadram-se museus e centros de ciências. De acordo com Chagas (2001, citado por Marandino, 2005),

“durante as décadas de 1970 e 1980, a dimensão educativa dos museus ficou muito restrita a um papel de complemento da educação formal, como se os museus de ciências fossem apenas “ilustrações coadjuvantes” da escola: “livros textos para serem lidos em pé”, “estação repetidora do que se produziria mais além”. Desprezou-se, nessa tendência, uma oportunidade de possibilitar, na educação em museus, que o aluno/visitante encontrasse o deslumbramento e a admiração, mas buscou-se no museu aquilo que era mais específico da educação formal dessas décadas: o trabalho com a transmissão de conhecimentos, a repetição” (p.4).

Já na década de 1990 houve uma preocupação para modificar a abordagem das ações educativas em museus, buscando-se uma especificidade e diferenciação cada vez maior dos museus em relação à educação escolar, oferecendo a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular e complementar o aprendizado (Vieira *et al*, 2005; Marandino *et al*, 2005).

Atualmente, segundo Marandino (2002), vive-se em nível mundial e incluindo o Brasil, um momento de proliferação de museus interativos e centros de ciências, nos quais o público passa a ser o centro das atividades nestes espaços. Sobretudo, podemos considerar que entre os diferentes públicos que visitam esses espaços destaca-se o escolar, e nesse contexto **objetiva-se discutir no presente artigo quais as possibilidades de aprendizagem que podem ser desenvolvidas a partir do ambiente expositivo proposto**, configurando-se tal trabalho como uma pesquisa em andamento.

ALGUNS ASPECTOS DA APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS

Pesquisas recentes sugerem que uma grande parcela da aprendizagem e compreensão sobre ciência pelo público é oriunda do setor de livre aprendizagem. Este inclui museus, televisão, rádio, Internet, revistas, jornais, livros, parques e organizações comunitárias de todo tipo: juvenis, de adultos, religiosas, ambientalistas, de saúde, esportes e recreação.

Para explicitar como ocorre a aprendizagem nesses espaços, Falk (2002), contribuiu com a expressão "*free-choice learning*" (aprendizagem por livre escolha) como forma de enfrentar o problema da confusão entre os termos formal, não formal e informal. Segundo este autor o setor de aprendizagem por livre escolha configura-se como uma vasta infra-estrutura educacional que fornece suporte ao aprendizado "em progresso" e continuado de todos os cidadãos.

Nesse sentido, os museus e centros de ciências, em particular, configuram-se como ambientes de ensino e aprendizagem. O caráter de livre escolha e não avaliativo destes ambientes pode promover e estimular a aprendizagem (Falk e Dierking, 1992, 2000).

Para entender a experiência museal da perspectiva do visitante desses espaços, e conseqüentemente inferir sobre a aprendizagem ocorrida, Falk e Dierking (1992) propõem o modelo da "experiência interativa", que considera as interações entre os contextos pessoal, social e físico. O contexto pessoal diz respeito às experiências e conhecimentos prévios do visitante sobre o museu e seu conteúdo, bem como seus interesses e motivações. O contexto social representa as interações que acontecem durante a visita - visitante/monitor e visitante/visitante. O contexto físico inclui, entre outros, a arquitetura do prédio, os objetos e artefatos internos e a disposição dos mesmos.

Para Colinvaux (2005), dentro do museu, em uma vertente da psicologia, os visitantes podem aprender interagindo de diversas formas que ocorrem no contexto museal e devem ser exploradas: dentre elas podemos destacar as interações sujeito/sujeito, objeto/sujeito e sujeito/contexto. No primeiro caso, um indivíduo interage com outros por meio da linguagem com a finalidade de discutir, refletir e compreender algum conceito, elaborando idéias. A presença do monitor, no caso um sujeito mais experiente, pode ser compreendida como mediador do processo de aprendizagem. Além disso, atua com a finalidade de despertar o interesse fazendo perguntas que levam os visitantes ao confronto de idéias novas e suas concepções prévias.

Com relação ao sujeito/objeto, a interação ocorre quando o indivíduo manipula os objetos do espaço museal como se fosse um cientista experimental, levantando hipóteses, dialogando com os fenômenos presentes. Quanto à interação sujeito/contexto, segundo Colinvaux (id. *ibid*),

“(...) a aprendizagem se dá quando a ação mediada articula cultura e ação (do sujeito) por meio da categoria de ‘ferramentas culturais’ presentes nas diversas esferas e contextos da vida humana. Por ferramentas culturais entende-se não apenas a linguagem, escrita e oral, como também outros meios simbólicos, como a própria ciência que descreve e explica o mundo (...)” (p.9).

Outra idéia que discute a aprendizagem, dentro da pedagogia de museus, é destacada por Allard e colaboradores (citados por Marandino, 2005) que propõem um modelo para estudar a situação pedagógica no ambiente de museu. Este modelo leva em conta o visitante, o tema apresentado e o interventor, que faz a mediação entre ambos. Nessa visão o interventor, por meio dos programas educativos desenvolvidos no museu, pode realizar processos de transposição didática dos conteúdos para que os visitantes os compreendam.

Assim, interagindo com ambiente museal, por meio de leituras, objetos e atividades presentes neste, em confronto com o repertório adquirido ao longo de sua vida, o visitante reflete, se questiona e transforma seus saberes. Além disso, relaciona suas experiências com as

existentes no espaço educativo e interage com este complementando, dessa forma, a educação formal.

CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

O presente trabalho foi desenvolvido junto à Coordenadoria de Educação e Difusão Científica do Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural (CBME), um Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPID) da FAPESP, vinculado ao Instituto de Física de São Carlos (IFSC), da Universidade de São Paulo (USP), que também conta com a colaboração do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), situado em Campinas, bem como da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O principal objetivo do CBME é realizar pesquisa básica e aplicada, bem como gerar desenvolvimento tecnológico e educação em Ciências em áreas da biotecnologia que dependam da construção de moléculas baseada em estruturas, especificamente no desenho racional de novos compostos (drogas, vacinas, pesticidas, herbicidas) e engenharia de proteínas.

No que se refere à educação em Ciências, a Coordenadoria de Educação e Difusão Científica do CBME tem procurado contribuir para a disseminação e aprendizado de técnicas e conceitos básicos da Biologia Molecular, de modo que o público alcançado possa ter o interesse científico despertado, bem como associar estes avanços com sua realidade. Assim, vem atuando, há mais de seis anos, no desenvolvimento de uma série de atividades e recursos didáticos destinados a alunos e professores do ensino fundamental, médio e superior, bem como ao público em geral. Estas atividades têm sido desenvolvidas em parceria com o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC - USP São Carlos), que tem um trabalho de difusão de ciências reconhecido nacionalmente entre o público especializado e leigo, constituindo-se em uma referência para professores e alunos.

No prédio-sede da Coordenadoria de Educação e Difusão Científica do CBME, situado ao lado do CDCC, montou-se um Espaço Interativo de Biotecnologia, que abriga atividades, expositores e painéis ilustrativos sobre essa temática.

As atividades foram elaboradas e dispostas no Espaço Interativo de modo a proporcionar ao visitante uma compreensão integrada e progressiva do assunto. Assim, optou-se inicialmente por relatar um pouco da pesquisa realizada pelo CBME, que inclui doenças infecciosas endêmicas no Brasil (como a doença de Chagas e a leishmaniose) por meio de um painel. Em seguida, propõe-se uma revisão sobre célula por meio do *software* “Células Virtuais”, no qual o visitante pode ver e/ou rever conceitos básicos sobre morfologia, estrutura e fisiologia de tipos celulares, necessários para uma melhor compreensão das atividades seguintes: “Doença de Chagas e *Trypanosoma cruzi*”, “Microrganismos em uma gota de água” e “*Escherichia coli* e Biotecnologia”. Também se propõe uma atividade que trata de vírus, por meio da construção de um modelo em papel de um bacteriófago T4.

No que diz respeito à idealização e elaboração das atividades presentes nesse Espaço Interativo buscamos elementos na teoria sociointeracionista baseada nos trabalhos de Piaget e Vigotsky. Longe de priorizar o sujeito ou o objeto no que tange à construção do conhecimento, a teoria construtivista centra seu olhar sobre a relação entre os dois e na participação ativa dos aprendizes, configurando-se a interação do sujeito com o objeto, em consonância com situações ocorrentes em um ambiente museal.

A abordagem construtivista objetiva potencializar o interesse do visitante em estabelecer elos entre o conhecimento científico e questões do cotidiano, e ampliar a percepção sobre a complexidade dos temas tratados no Espaço Interativo. Assim, também objetivamos criar recursos que visam fazer o visitante superar a condição de mero espectador, fazendo-o interagir com alguns dos temas e conteúdos trabalhados.

Há, então, a necessidade de aprofundarmos o conceito de interação, em busca de definições pertinentes aos estudos sobre museus e centros de ciências, adequando tal conceito à proposta que norteou a estruturação do Espaço Interativo.

Em uma breve reflexão sobre as idéias de Dominique Colinvaux (2005) abordamos interatividade com foco na perspectiva do visitante (experiência museal) em um contexto específico sem distinções entre experiências “*hands on*” e “*minds on*” oferecidas nestes espaços. No ambiente do museu o visitante entra em contato com uma linguagem silenciosa capaz de provocar uma ação previamente pensada por seus idealizadores. Sua descrição se aplica aos objetos, experimentos, textos (linguagem escrita), e monitores (linguagem oral) presentes na “arquitetura museológica”, compondo “ferramentas culturais” para a ação mediada (Colinvaux, 2005). Segundo Michel van Præet (2005), interatividade se relaciona diretamente com a especificidade dos ambientes. Em se tratando de um espaço de convivência (frequentado por escolas, famílias) a sociabilidade que nele ocorre produz conhecimento, gerado por ciclos de reflexões e discussões inerentes ao contexto em que são abordadas. Vale ressaltar que a mediação que se estabelece entre visitante e educadores do museu, bem como entre visitantes também constitui interatividade (van Præet *et al*, 2005), em concordância com a teoria sociointeracionista relativamente à aprendizagem em museus.

A preocupação com o papel dos espaços não formais também se traduz na necessidade de se articular a temática do CBME, enquanto um CEPID, com assuntos mais vinculados ao cotidiano da maioria da população. A estruturação do Espaço Interativo também procede de nossas inquietações sobre como deveríamos orientar a apresentação da temática trabalhada, de modo que as atividades selecionadas não se restringissem à compreensão de conteúdos conceituais, mas pudessem estabelecer pontes com questões presentes no cotidiano dos visitantes. Propiciar a articulação de conceitos da biologia, como saúde, às questões relacionadas às condições de vida é essencial na afirmação da cidadania e na alfabetização científica dos sujeitos. Segundo Silva (2004), “a amplamente documentada crise no ensino de Ciências, com estudantes e professores desmotivados e também os elevados índices de analfabetismo científico estão entre os principais alvos das pesquisas educacionais em ensino de Ciências” (p.2).

Há inúmeras abordagens que são consideradas atualmente para tentar, ao menos, amenizar esses problemas: entre elas está o uso da História da Ciência no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, também objetivamos fazer uso dessa abordagem quando da idealização do Espaço Interativo, de modo a contemplar fatores sociais, políticos e culturais envolvidos no processo de construção dos conhecimentos abarcados pela temática trabalhada pelo CBME. Assim, o estudo da História da Ciência contribui para evitar a crença generalizada no mito dos “grandes gênios”, bem como a visão de que o conhecimento científico é um produto acabado e que não resta mais nenhum problema significativo a resolver (id. *ibid*, 2004).

Buscamos possibilitar uma reflexão sobre o âmbito em que se dá a construção da Ciência, ao invés de abordar conteúdos científicos descontextualizados, que ignoram a constante transformação dos conhecimentos e a natureza histórica e temporal dos conhecimentos aceitos hoje.

O trabalho de estruturação do Espaço Interativo do CBME representou a primeira etapa no que diz respeito à consolidação deste espaço não formal. As discussões que permearam a idealização do “Espaço”, bem como as possibilidades de aprendizagem referentes a cada elemento constituinte do ambiente serão descritas nos próximos tópicos.

ESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO INTERATIVO: UM PANORAMA...

Um levantamento realizado por Palmieri e colaboradores (2005) serviu como subsídio para a elaboração das atividades que compõem o Espaço Interativo. Nesse estudo foram levantadas as principais dúvidas e interesses de alunos e professores dos ensinos fundamental e

médio da rede de ensino da cidade de São Carlos (SP) relacionados à temática Microbiologia. Os instrumentos de pesquisa - questionários dirigidos a professores e alunos - foram aplicados em 8 escolas da rede pública e privada de ensino da cidade de São Carlos (SP), atingindo 114 alunos do ensino fundamental e 85 alunos do ensino médio, além de 18 professores. Os principais interesses e dúvidas apontados, tanto de professores quanto de alunos, foram priorizados na elaboração das atividades e elementos do Espaço Interativo, baseando-se, portanto, nas concepções prévias dos sujeitos acerca da temática. Dentre eles, destacam-se: contato com microscópio, visualização de vírus e bactérias por meio de modelos tridimensionais e/ou imagens microscópicas, microrganismos causadores de doenças e aplicação industrial/biotecnológica dos microrganismos.

Nessa vertente, a idéia levou em consideração ainda a utilização de outros materiais instrucionais previamente desenvolvidos pela equipe de pesquisadores do CBME, tais como os modelos do *kit* “DNA e RNA: construindo as moléculas da vida” e o *software* “Células Virtuais”¹.

O ESPAÇO

O Espaço Interativo do CBME é constituído por duas salas sendo a primeira delas, logo na entrada, dedicada à Biotecnologia. Nela são apresentados modelos da bactéria *E. coli*, utilizada como vetor em biotecnologia e dois painéis, sendo um deles relativo à tecnologia do DNA Recombinante e aplicações desta técnica para obtenção de hormônio do crescimento e insulina. Um segundo painel, que trata da resolução de estruturas de proteínas (mais uma vez, inclui as técnicas utilizadas em pesquisas realizadas pelo CBME) também compõe o cenário desta sala; nela há ainda um expositor que contempla a temática Biotecnologia e nosso cotidiano.

Na segunda sala são apresentados conceitos sobre células (por meio do *software* “Células Virtuais”) e atividades de observação de células animais e vegetais, bem como um painel sobre a morfologia de uma célula animal, na qual há destaque para a estrutura da membrana plasmática: tal representação é aproveitada e um modelo tridimensional da membrana que inclui seus componentes moleculares também está disponível para observação. Nesse mesmo painel há também um destaque para o núcleo e o material genético nele presente: o visitante é convidado a montar uma molécula de DNA utilizando peças plásticas do *kit* “DNA e RNA: construindo as moléculas da vida”. Já os expositores deste ambiente contemplam a temática “Microrganismos e doenças”, apresentando características e aspectos relativos à transmissão, sintomas e prevenção de algumas bacterioses, micoses e viroses. Em uma segunda bancada, nesta mesma sala, foram dispostos materiais com os quais são realizadas as atividades “Microrganismos em uma gota de água” e “Doença de Chagas e *Trypanosoma cruzi*”. Modelos tridimensionais do adenovírus (causador do resfriado), do vírus HIV (causador da AIDS) e morfologia de tipos bacterianos também compõem o cenário expositivo. As atividades foram expostas de modo que o Espaço Interativo se configurasse em um todo articulado, cujas atividades e painéis estivessem relacionados.

Em seguida, listamos o desenvolvimento de cada atividade interativa e a estruturação dos painéis, assim como a proposta que norteou a elaboração de cada elemento presente no Espaço Interativo do CBME.

DESENVOLVIMENTO DO PAINEL HISTÓRICO

Considerando que a partir dos anos 80 há uma mudança de paradigma, reforçando a percepção de Ciência como construção humana e não como “verdade natural”, novas abordagens de ensino destacam a importância da História da Ciência no processo educacional preconizada, inclusive, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Voltamos-nos para o passado para

¹ Ambos os recursos foram desenvolvidos pela Coordenadoria de Difusão Científica do CBME (CEPID/FAPESP).

procurar compreender o surgimento e a dinâmica dos conhecimentos apresentados. Ou seja, evitamos uma representação acrítica da Ciência, que veja os cientistas como um grupo especializado em pensar corretamente e que chega à descoberta de novas verdades.

Segundo estes preceitos da história e da sociologia das ciências, procuramos ressaltar os processos de geração dos conhecimentos, mostrando que a Ciência é um processo dinâmico, com permanências e rupturas, onde não existem certezas perenes nem evolução linear dos conhecimentos (Gabriel e Teixeira, 1999).

O painel histórico apresenta 21 quadros, inseridos em uma linha do tempo, que seleciona fatos importantes que ocorreram no Brasil e no mundo, relativos à biologia celular, microbiologia e imunologia (figura 1). A abordagem inicia-se no século XVI, com a teoria microbiana das doenças; a abiogênese e os experimentos de Needham e Spallanzani também são comentados, bem como a produção da primeira vacina. Koch, no século XIX, com seus postulados e a descoberta dos agentes causadores de várias doenças. Do Brasil são apresentados Adolfo Lutz, Oswaldo Cruz, Vital Brazil e Carlos Chagas, com destaque para a criação dos institutos Pasteur, Adolfo Lutz, Oswaldo Cruz e Butantã.

A idéia fundamentou-se em apresentar a Ciência como aventura do saber humano, destacando o processo científico na construção do conhecimento, baseado em procedimentos, necessidades e diferentes interesses e valores.



Fig. 1 – Painel histórico da Microbiologia



Fig. 2 – Painel ilustrativo (doenças negligenciadas)

DESENVOLVIMENTO DO PAINEL ILUSTRATIVO

Elaborou-se um painel ilustrativo que trata de algumas doenças de ocorrência no Brasil e que também são objeto de estudo do CBME: Doença de Chagas, leishmaniose (visceral e cutânea), esquistossomose (popularmente conhecida como barriga d'água), AIDS, e CVC (clorose variegada dos cítricos) ou “o amarelinho da laranja”. Foram elaborados 25 quadros (cinco para cada doença) cada um medindo, aproximadamente, 50 cm por 50 cm, e que ficam expostos em uma parede do espaço interativo, visando a uma melhor visualização e compreensão do texto e dos esquemas neles presentes (figura 2). Estes quadros abordam diversos aspectos relativos às doenças mencionadas: agente transmissor, agente causador, ciclo da doença, prevenção, diagnóstico e tratamento, bem como a distribuição geográfica das patologias no globo, sejam em nível regional (caso do amarelinho da laranja) ou global (AIDS e esquistossomose). Em alguns conteúdos houve preocupação em ilustrar métodos moleculares de diagnóstico, tais como PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), quando da abordagem da Doença de Chagas e também explicações acerca de alguns métodos sorológicos e imunológicos para diagnóstico (identificação de HIV e esquistossomose).

A abordagem de técnicas como PCR objetiva torná-la mais próxima do visitante, considerando-se que estes métodos são bastante utilizados em pesquisas realizadas pelo Centro.

A preocupação com a apresentação de tais métodos também reside na aproximação entre Ciência e cotidiano visto que muitas das técnicas abordadas no painel também são utilizadas em testes de paternidade e diagnóstico de determinadas doenças, envolvendo amplo espectro de usos em Biologia Molecular. Outros métodos de diagnóstico, mais convencionais, também são abordados nos quadros.

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES INTERATIVAS

“CÉLULAS VIRTUAIS”

Esta atividade, preferencialmente a primeira a ser apresentada ao visitante, possibilita ver ou rever conhecimentos básicos sobre célula, por meio de um contato com um outro tipo de recurso didático, o *software* educacional.

O *software* “Células Virtuais” (figura 3) permite trabalhar a diferenciação morfológica e estrutural de tipos celulares (procariótica, indicando especificamente a célula bacteriana, e eucariótica, representada pelas células animais e vegetais) e o reconhecimento de organelas celulares e suas respectivas funções. Este *software* é auto-explicativo e oferece explicações em áudio sobre cada organela e o item “Exercícios” possibilita ao visitante testar seus conhecimentos relativos aos tipos celulares estudados.



Fig. 3 – Bancada sobre Células, que inclui o *software* “Células Virtuais”, aqui representado pelo microcomputador.

“MICRORGANISMOS EM UMA GOTA DE ÁGUA”

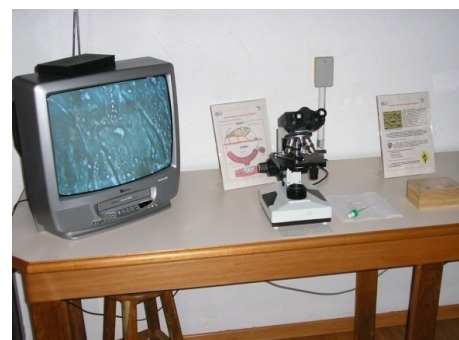
Nesta atividade, o visitante pode identificar e relacionar os microrganismos presentes em uma gota de água, coletada em um tanque de água doce (figura 4). A observação é feita a partir de um microscópio óptico ligado a um monitor de vídeo. Como auxílio na observação, há um folheto ilustrado que mostra os principais organismos presentes neste tipo de amostra, descrevendo o grupo a que pertencem e algumas de suas características. Destaca-se o caráter interativo presente nesta atividade: por meio de material fornecido previamente (lâminas, lamínulas e pipeta Pasteur) e disposto sobre a bancada, o próprio visitante tem condições de montar sua lâmina e visualizá-la ao microscópio. Nestes casos, a interatividade tem como base a utilização de microscópios monitorada por mediadores.



Fig. 4 – Atividade Microrganismos em uma gota de água.

“DOENÇA DE CHAGAS E *TRYPANOSOMA CRUZI*”

Esta prática consiste de um breve relato acerca da Doença de Chagas, explanada por um monitor e também está exposto como textos de bancada (figura 5). O visitante pode observar em um esquema presente neste texto e também em um dos quadros do painel ilustrativo o



ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*, agente causador da Doença de Chagas, além de poder observá-lo ao microscópio em uma lâmina semipermanente. Um vídeo demonstrativo da infecção de culturas de tecidos com o protozoário também é exibido, mostrando o ciclo da doença no interior do organismo humano. Outro item desta atividade inclui o reconhecimento do principal vetor de transmissão da doença, o percevejo conhecido popularmente como barbeiro: sobre a bancada foram colocadas quatro espécies do barbeiro, inclusive as ocorrentes no Brasil e também em outras regiões do globo.

“ESCHERICHIA COLI E A BIOTECNOLOGIA”

Fundamentalmente esta atividade consiste em mostrar ao visitante como é possível utilizar a bactéria *Escherichia coli* em técnicas como a do DNA recombinante, com a finalidade de obtenção de proteínas de interesse. Ainda nesse sentido, há um painel que ilustra o método de resolução da estrutura de uma proteína por difração de raios-X, complementado pela visualização de um cristal de proteína utilizando-se um microscópio estereoscópico (lupa).

A presente atividade também dispõe de um esquema tridimensional da célula bacteriana *E. coli*, mostrando suas principais estruturas e com destaque ao plasmídeo com um fragmento de DNA exógeno. Esse plasmídeo é representado por meio de um modelo ampliado, com a finalidade de se mostrar como determinado gene é inserido na bactéria, o qual leva o microrganismo a produzir a substância de interesse. Quando da abordagem da morfologia da bactéria *E. coli*, o Espaço Interativo também propõe a observação das diferentes formas que as bactérias apresentam, incluindo cocos, diplococos, vibriões, espirilos e sarcinas.

VISUALIZAÇÃO DE CÉLULAS ANIMAIS E VEGETAIS

Esta prática objetiva mostrar ao visitante a morfologia de dois tipos celulares apresentados pelo *software* “Células Virtuais”. Sobre a mesma bancada na qual o visitante tem a oportunidade de interagir com o *software*, dispôs-se um microscópio, bem como lâminas, lamínulas e corantes. Com o auxílio de um palito de sorvete, o visitante é convidado a coletar material de sua própria mucosa bucal para montar uma lâmina e visualizá-la ao microscópio. Da mesma forma, folhas da planta trapoeraba roxa (*Tradescantia pallida purpure*) também estão sobre a bancada e o visitante, sob orientação dos monitores, também tem a oportunidade de visualizá-las estabelecendo comparações entre as células animais e vegetais e o conteúdo abordado no *software*.

MONTAGEM DO BACTERÍOFAGO T4

Esta atividade constitui-se de duas etapas: na primeira é apresentada uma noção geral do tema “vírus” através de um texto explicativo e/ou uma explanação do mediador sobre o assunto, complementado pelo expositor. Na segunda etapa o visitante irá montar um modelo de papel do vírus bacteriófago T4, podendo assim compreender melhor a estrutura viral e como se dá sua reprodução através inserção do seu material genético na célula hospedeira. O folheto com o molde do bacteriófago e as explicações acerca da sua montagem também é distribuído aos visitantes.

EXPOSITORES

Três expositores compõem o Espaço Interativo:

- O primeiro deles, na sala “Biotecnologia”, trata especificamente da tecnologia utilizada na produção de alimentos, tais como iogurtes, vinhos e cervejas, e no melhoramento de espécies de insetos. No primeiro caso, destaca-se a relação com o painel histórico da Microbiologia, sendo que, pela mediação do monitor, os painéis sobre Pasteur são retomados segundo a necessidade do processo por ele desenvolvido como meio de combate à contaminação

de vinhos franceses produzidos em sua época. No segundo caso, a Biotecnologia também se faz presente no que diz respeito ao cruzamento de diferentes espécies de bichos-da-seda visando à obtenção de uma terceira, mais resistente a doenças ou mais produtiva. O cruzamento ou manipulação genética de espécies de origens diferentes pode gerar lagartas e casulos melhorados geneticamente.

O objetivo reside em apresentar a biotecnologia e seus usos no cotidiano, estabelecendo relações com os feitos do passado e as perspectivas para o futuro.

- O segundo expositor, juntamente com o terceiro, na sala “Microbiologia” (figura 6), trata especificamente de bacterioses e micoses, entre elas doenças sexualmente transmissíveis. Nossa preocupação residiu em apresentar, fundamentalmente, aspectos referentes à morfologia dos agentes causadores (por meio de modelos dispostos no interior dos expositores), frisando a prevenção para tais doenças. Partilhamos da idéia de que a divulgação científica deve priorizar conhecimentos apresentados ao público com imprecisão ou distorcidos pelos meios de comunicação, a fim de que se compreenda corretamente estes assuntos.



Fig. 6 – Visão geral da sala Microbiologia

Entender tais tópicos relacionados à saúde contribui, também, para a prevenção de doenças, consolidando hábitos de higiene favoráveis à saúde. Destaca-se, mais uma vez, o vínculo existente entre o painel histórico e a atividade: várias doenças estudadas por Robert Koch, bem como os principais institutos de pesquisa brasileiros envolvidos na produção de vacinas indicadas para as doenças apontadas no expositor também são mencionados pelo mediador quando da abordagem do referido assunto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliações preliminares já foram realizadas por meio de questionários-piloto aplicados junto a alunos e professores de escolas públicas e privadas quando em visita ao Espaço Interativo. Os instrumentos de coleta de dados continham questões relativas à compreensão dos tópicos abordados no “Espaço” bem como ao potencial das atividades para estimular e desenvolver o interesse e curiosidade pelos temas abordados. Variáveis como adequação da atividade no que diz respeito à sua realização nas condições propostas (tempo, número de alunos envolvidos e presença de monitores) também foram analisadas. Baseando-se nos resultados obtidos com a aplicação do questionário-piloto, alterações foram propostas e o instrumento de avaliação definitivo encontra-se em desenvolvimento. A estruturação do Espaço Interativo do CBME constitui a primeira etapa de consolidação deste espaço não formal, sendo que as primeiras avaliações evidenciaram resultados bastante satisfatórios, dada a receptividade do público visitante quanto às possibilidades de aprendizagem que nele podem ser desenvolvidas, segundo as opiniões manifestadas pelos respondentes. As atividades interativas, notadamente as que tratam da observação de células animais e vegetais e de microrganismos em uma gota de água apresentam especial preferência, bem como o painel relativo às doenças negligenciadas. Pela experiência vivenciada pela equipe da Coordenadoria de Educação e Difusão Científica do CBME em diversas outras atividades de divulgação por ela já promovida, acreditamos que o Espaço Interativo estará sendo amplamente utilizado por diferentes públicos e preenchendo uma

lacuna ainda existente no ensino formal: a enorme distância entre o currículo praticado nas escolas e a rápida evolução dos conhecimentos científicos, quase sempre circunscritos àqueles que o produzem, em universidades e centros de pesquisa. Daí a especificidade do CBME, enquanto um Centro de Inovação, Pesquisa e Difusão. Assim, esperamos contribuir para a alfabetização científica daqueles que nos visitam, articulando pesquisa e divulgação da Ciência.

Dessa forma, espaços não formais podem se configurar como ambientes de aprendizagem complementares ao escolar, sendo de grande importância a inclusão do referido tema na formação inicial e continuada do professor de Ciências que atua na sociedade do conhecimento. Intervir na formação desses professores pode ser um dos caminhos para uma melhor relação entre museus e escolas, em termos de complementaridade.

Temos consciência de que a consolidação do presente trabalho, aqui apresentado em sua primeira etapa, depende de muitos outros aspectos que vão além da estrutura formal da exposição e das propostas pedagógicas utilizadas na estruturação do Espaço Interativo. Pode-se considerar, ainda, outra dimensão de exigências: propiciar aos homens e mulheres uma alfabetização científica na perspectiva da inclusão social. Segundo Chassot (2005) há uma continuada necessidade de fazermos com que a Ciência possa ser não apenas medianamente entendida por todos mas, e principalmente, “facilitadora do estar fazendo parte do mundo” (p.5). Por fim, nossa capacidade de colocar em prática um atendimento de boa qualidade ao visitante e a possibilidade de manutenção e constante renovação das atividades e painéis presentes no “Espaço”, bem como a elaboração de instrumentos de avaliação capazes de indicar as dificuldades e orientar novos caminhos são alguns dos desafios que nos aguardam para as próximas etapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental; ciências**. Brasília : MEC/ SEF, 1998.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n°. 22, jan/abr, 2003.

COLINVAUX, D. Museus de Ciências e psicologia: Interatividade, experimentação e contexto. **História Ciência, Saúde-Manguinhos**, v. 12 (suplemento), p.79-91, 2005.

FALK, J. H. The contribution of free-choice learning to public understanding of science. **INCI**, v.27, n°.2, p.62-65, feb., 2002.

FALK, J.H., ADELMAN, L.M. Investigating the Impact of Prior Knowledge and Interest on Aquarium Visitor Learning. **Journal of research in science teaching**, v.40, n.2, p.163-176, 2003.

FALK, J. H.; Dierking, L. D. **The museum experience**. Washington, DC: Whalesback Books, 1992.

FALK, J. H.; Dierking, L. D. **Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning**. Walnut Creek, CA: AltaMira Press, 2000.

GASPAR, A. **Museus e centros de Ciências - Conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese (Doutorado em Educação) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 173 p., 1993.

GABRIEL, C. G., TEIXEIRA, L. A. Espaço biodescoberta: uma exposição interativa em biologia. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 6, n.º. 2, p.377-393, jul/out, 1999.

MARANDINO, M. A Biologia nos Museus de Ciência: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência e Educação**, v.8, n.2, p. 187-202, 2002.

MARANDINO, M. A Transposição Didática em Museus de Ciências (on line). Disponível em: < <http://www.anped.org.br/24/P0412174166673.doc> > Acesso em: 16/jul/2007.

MARANDINO, M., MARQUES, M., ZOLCSAK, AMORIM, A.C., TRIVELATO, S.L.F., LOURENÇO, M.F., BARÃO, C. Aprendizagens em Biologia a partir da visita ao museu zoologia. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, Bauru/Brasil, 2005.

PALMIERI, A. M., BELTRAMINI, L. M., BOSSOLAN, N. R. S. Survey of the Difficulties and Interests of Students and Teachers of Elementary and High Schools Related to Microbiology. **Resumos da XXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq**, Águas de Lindóia/Brasil, 2005.

SILVA, C.C. (org). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2007.

VIEIRA, V., BIANCONI, M.L., DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n.º. 4, p. 21-23, out/dez, 2005.

VAN PRÄET, M; DAVALLON, J; JACOBI, D. Três olhares de além-mar: o museu como espaço de divulgação da ciência. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v.12 (suplemento), p.351-352, 2005.