

## 3D PET DOLL MODELS

### Creativity and action in exploring the theme Water and Human Body

### 3D PET BONECO

#### Criatividade e Ação quando explorando o Tema Água e Corpo Humano.

Maria Inês Nogueira, Margareth Takeuchi, Acácio Callegari Moreira, André B.S. Santana, Bárbara Milan Martines. Daniel Correa Puerta, Eloise Cristiane Alves da Silva, Eduardo Santos da Silva, Francisco Rômulo M. Ferreira, Giovaldo S. Correia, Kleber Manjon, Nair Fiorot, Neuza Guerreiro de Carvalho, Roberto Torres Tangoa, Tamara Dias de Vasconcelos e Thais de Moraes Araújo.

*Laboratório de Neurociências, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prestes, 2415. CEP 05508-900, São Paulo, SP. Brasil*  
*minog@usp.br*

**Abstract.** *The adoption of alternative teaching' methods is essential in any educative approach and can be precious tools when the purpose is the popularization of science and social inclusion. In order to work in this field we started developing 3D interactive models of the human body to illustrate how it is organized and how all its physiological functions are integrated, as well as its biological, social, environmental and cultural interrelations. Herein we describe a model of the human body, built with water or soda PET, polyethylene terephthalate, bottles a readily available and recyclable material easy to play with. A list of the employed materials and tools is provided. Some reflections on its use in public schools, museums, parks or street fairs are also developed. A major conclusion of our work is that to illustrate one scientific phenomenon several approaches and solutions are possible and no matter how simple the model is it will lead to effective learning.*

**Keywords.** PET bottles, 3D' Models, Hands-on science, Science teaching, Science popularization, Human body teaching, Anatomy and physiology teaching.

**Resumo.** *A adoção de métodos alternativos de ensino é essencial em qualquer abordagem educativa, mas eles são ferramentas preciosas quando o propósito é popularização da ciência e inclusão social. Com o objetivo de desenvolver ações nesses campos iniciamos a construção de*

*modelos interativos 3D do corpo humano para ilustrar como ele é organizado e como todas suas funções fisiológicas são integradas, assim como suas inter-relações biológicas, sociais, ambientais e culturais. Nesse relato, descrevemos um modelo construído com garrafas plásticas de politereftalato de etila, PET, usadas comercialmente para água ou refrigerante, material reciclável, que é por si só, lúdico. A lista de materiais e ferramentas utilizada é fornecida no texto. Algumas reflexões são levantadas quanto ao uso destes modelos em escolas, museus e espaços públicos. Interessante conclusão, é que para ilustrar um fenômeno ou função científica é necessário mais que um modelo. Entretanto, sinta-se encorajado para iniciar o processo, não importa quão simples seja o modelo, ele certamente contribuirá para aclarar dúvidas e responder questões que conduzirão ao aprendizado efetivo, até pelas suas características, pois, nós apenas podemos melhorar o que já está feito.*

**Palavras chave.** Garrafas PET, Modelos 3D, Hands-on science, Ensinos das ciências, Popularização, Corpo Humano, Ensino de anatomia e fisiologia.

### 1. Introdução

Ao somar nossos esforços ao movimento que cresce atualmente, tanto por iniciativa própria como por projetos institucionais, de divulgar e popularizar a ciência, iniciamos o

desenvolvimento de modelos 3D para ilustrar e explicar a organização e funcionamento dos sistemas corporais assim como refletir sobre as relações desse homem com ele mesmo, suas percepções e com o meio que o cerca, seja abiótico, biótico e social [1,2].

Não há dúvidas quanto à importância da água para os seres vivos, no entanto, em geral, ela passa despercebida, assim como as demais funções exercidas em nosso corpo para a manutenção da vida e seu equilíbrio dinâmico, característico e vital. Trabalhar esse conhecimento de forma tradicional, expositiva em sala de aula, leva a resultados que todos conhecemos – baixa motivação e aproveitamento [3]. Com público diverso e de passagem como é o de exposições em escolas, parques e espaços públicos, que procuramos alcançar objetivando a popularização da ciência, a necessidade de métodos alternativos é imprescindível [4].

Escolhemos, assim, abordar o tema “A água – O Homem – O Ambiente” com a construção de um modelo 3D PET, *Politereftalato de etila*, que é um poliéster ou plástico, desenvolvido por químicos britânicos Whinfield e Dickson em 1941, o qual vem sendo utilizado principalmente na forma de fibras para tecelagem e de embalagens para bebidas. O PET é um material reciclável e de fácil acesso [5]. Até para incentivar seu uso ele foi introduzido em nossos projetos, neste modelo decidimos representar as diversas partes do corpo em posição e proporção similares ao real [6]. O rigor científico foi seguido tanto quanto permitiram a arte e criatividade na ilustração do fenômeno.

## 2. Material e Métodos

A seguir, fornecemos a lista dos materiais e métodos utilizados, os quais podem ser inovados conforme disponibilidade e desejo dos interessados em o reproduzir.

### 2.1. - Material básico e seu destino

1. Acrílico incolor (pedaço) – suporte dos órgãos.
2. Areia grossa; aproximadamente 200 g, preencher os intestinos.
3. Barbante grosso; 1 m - articulações dos membros.
4. Canudo de refresco flexível - traqueias e brônquios.
5. EVA (retalhos de diferentes cores) - olhos, lábios, orelhas.

6. Esponjas de espuma (de cores, tamanhos e texturas diferentes) - rins, pulmões.
7. Frasco plástico de creme para cabelo – bexiga.
8. Garrafas PET de água mineral 5 litros – 1 para a cabeça e 2 para o corpo.
9. Garrafas PET de refrigerante 2 litros – porção mediana para os braços.
10. Garrafas PET de suco (pequenas) – para as pernas.
11. Gaze – desfiada para os cabelos.
12. Massa de modelar para construir o pênis ao redor da uretra.
13. Meia de nylon já usada – para os intestinos.
14. Órgãos de plástico e emborrachado (estômago e coração, respectivamente);
15. Sapato de bebê usado.
16. Seringa de injeção descartável de 20 ml. – injeção de água na boca
17. Tampas de garrafas PET de suco – para articulação dos membros superiores.
18. Tecido não tecido (TNT) vermelho – revestimento dos intestinos.
19. Tampa de tubo de tinta creme para cabelo – conexão com a bexiga
20. Tubo de plástico transparente flexível – boca, laringe, esôfago, veia cava, artéria aorta, ureteres e uretra.
21. Vasilha para coletar o líquido eliminado pela bexiga.

### 2.2. - Ferramentas e seu uso

1. Agulha de costura e linha para cerzir os intestinos.
2. Caneta para retroprojektor para desenhar algumas estruturas nas garrafas.
3. Cola branca para unir o TNT aos intestinos e ancorar as estruturas na placa de acrílico.
4. Estilete para cortar a chapa de acrílico.
5. Ferro de solda para perfurar as garrafas e fazer o orifício da boca e os das articulações.
6. Fita *Silver Tape* para unir o pescoço ao tronco.
7. Lápis preto nº 2 para desenhar as estruturas no EVA
8. Pistola de cola quente para unir os pedaços de garrafa que compõem os membros superiores
9. Rebitadeira e rebites para rebitar os mesmos ao corpo
10. Serrote pequeno para serrar o gargalo das garrafas
11. Tesoura para cortar as garrafas PET, EVA, TNT, linha barbante.

### 3. Resultados

Conforme ilustram as figuras 1 A-H, o PET para trabalhar o tema *A água – O Homem – O Ambiente* deve conter os sistemas digestivo e circulatório sanguíneo e secretório-excretório renal, cuja organização é encontrada em qualquer livro de ciências [6]. Selecionamos garrafas grandes e transparentes para a cabeça e o corpo, já para os membros foram escolhidas garrafas menores ou a parte intermediária de garrafas de refrigerantes que foram então enroladas, coladas, unidas por fita adesiva ou rebitadas Figuras A e E. Os membros devem ser articulados, tampas de garrafas, barbantes ou pinos serviram a esse propósito Figura E. Os órgãos internos foram unidos conforme os esquemas de livros didáticos com linha ou cola, ou mesmo com o tubo plástico utilizado para formar a via de condução dos sistemas a serem representados. Esse tubo leva a solução da boca à uretra Figuras B-D. As figuras F-H ilustram o modelo PET sentado, em vista anterior, lateral e posterior.



**Figura 1. 3D PET Boneco.** Fotografia do modelo confeccionado em garrafa PET, de água (2 L) e garrafas PET de suco: A. Cabeça; B. vista anterior do corpo com estruturas internas montadas; C. vista lateral do corpo e estruturas internas; D. vista posterior do corpo e estruturas internas; E. vista superior do corpo e membros ilustrando as articulações; F., G. e H. modelo pronto em posição sentado, respectivamente em vista anterior, lateral e posterior.

Quando tivemos a ideia, ansiosos por colocá-la em prática, elaboramos um modelo bastante simples (figura 2 A-B). Neste a água passa da boca ao esôfago, ao coração e daí aos rins, bexiga e uretra, muito simplificado. Teve excelente aceitação, mas foi substituído, ou é complementado, pelo modelo mais complexo descrito nas exposições atuais. Entretanto,

procuramos também apresentá-lo aos públicos, principalmente educadores, com o objetivo de ilustrar que os temas podem ser trabalhados em complexidade variada, que na realidade a representação de um fenômeno ou função requer mais de um modelo, cada um cumprindo um objetivo. Os próprios visitantes questionam as diferenças de um e outro modelo.



**Figura 2. 3D PET Boneco simplificado.** Fotografia do modelo confeccionado em garrafa PET de refrigerante. Ilustra o caminho da água do coração aos rins e sua eliminação pela uretra (A. vista frontal, B. vista lateral).



**Figura 3. 3D PET Boneco em ação.** À esquerda fotografia de professores da rede pública, participantes do minicurso: “Compreendendo o corpo Humano” na 5ª. Hands on Science International Conference, em Olinda- PE, Brasil, com uma das coordenadoras atrás do modelo PET. À direita mostra-se um estudante do ensino fundamental injetando água no modelo 3D. O encantamento é visível tanto dele como do monitor do Espaço Ciência.

A apresentação desses modelos é sucesso garantido como atesta a figura 3 (A e B). Em atenção às solicitações dos visitantes e educadores elaboramos manual e caderno explicativo da importância da água em nosso corpo assim como do funcionamento geral dos sistemas anatomo-fisiológicos humano, os quais

disponibilizamos em nossa página [www.icb.usp.br/~minog](http://www.icb.usp.br/~minog).

Resumidamente apresentamos a seguir a relação de materiais e ferramentas utilizadas, assim como prancha ilustrativa de fotos das várias partes que compõem o modelo mais complexo para eventual reprodução ou produção outro modelo desejado.

#### 4. Discussão

Nas várias atividades desenvolvidas pelo projeto de popularização da Ciência, nome fantasia Arte&Ciencianoparque [7], em que participamos com esse modelo, ele foi sucesso absoluto, despertou interesse das crianças e da população, por sua aparência atrativa, lúdica, pela visível facilidade de reprodução e disponibilidade abundante do material com que é confeccionado (Figura 3 A-B). Educadores e estudantes de vários níveis de escolaridade, também se encantam com as possibilidades de explorar o tema da relação “o homem, a água, o ambiente”, bem como, ao mesmo tempo, trabalhar a organização corpórea e a forma integrada como os sistemas interagem (Figura 3A) [8,9].

É consenso que a atração inicial é a injeção de água no boneco e a sua eliminação como “xixi” pela uretra e pênis, nesse caso um modelo masculino (Figura 3B), o que é prontamente substituído pela curiosidade “Por onde passa?” “Por que?”... Interessante, também, é observar que a maioria dos visitantes não se dá conta de que a água ingerida, passa pelo trato digestório, ganha o sistema circulatório por absorção no intestino delgado junto com os nutrientes, mas principalmente no intestino grosso que lhe tem maior permeabilidade [10, 11]. Pelas artérias do mesentério, fina camada de tecido que une as várias partes dos intestinos e as artérias locais, a água e nutrientes alcançam o fígado de onde pela veia cava chega ao coração, vai aos pulmões, volta ao coração e daí pela artéria aorta chega aos rins, onde o sangue é filtrado e parte do filtrado chega à bexiga pelos ureteres e ao meio externo pela uretra. Em cada uma dessas estações ela desempenha papel relevante para as funções biológicas [12]. Também, a relação do controle do teor de água no sangue, efetuado pelo sistema renal, com a regulação da quantidade de eletrólitos, metabólitos, da osmolaridade, da pressão arterial, são pontos a serem discutidos com os visitantes, que em geral acreditam ser a

formação da urina a principal função dos rins, mas, na verdade, esta é consequência da regulação por eles exercida [13].

Dependendo da idade, escolaridade e interesse, percebidos no visitante, os seguintes questionamentos são possíveis:

1. A água é importante para os seres vivos?
2. A quantidade de água de nosso corpo é formada apenas pela água que bebemos?
3. A quantidade de água no nosso corpo varia nas diferentes partes?
4. A quantidade de água no nosso corpo varia conforme a idade?
5. Os alimentos também contribuem para o teor final da água corpórea?
6. A quantidade de água varia nos diferentes alimentos, frutos?
7. Qual a trajetória que a água faz em nosso corpo?
8. A água que ingerimos é toda eliminada na urina?
9. Em que outras formas ou processos eliminamos água?
10. Em que outras formas ou processos utilizamos a água?
11. Existe diferença entre uretra masculina e feminina?
12. Existe água potável em todo o planeta?
13. Devemos nos preocupar com as fontes de água no nosso meio, no mundo?
14. Quais os fatores ambientais ou ações humanas que modificam a qualidade de água?
15. O que é microdiálise?

Essas questões podem ser abordadas tanto pelo mediador quanto pelo visitante, sendo a criatividade aqui também um ponto importante na mediação para não dar as respostas prontas, fixas, mas sim desenvolver diálogo e de preferência conduzir o visitante à descoberta e conclusão [1, 14].

A demonstração com esse tipo de material é muito prazerosa e enriquecedora, em todas as formas que imaginarmos [15, 16, 17]. Entretanto, propiciar condições para que o público o projete, elabore, construa, experimente, erre e refaça é ganho maior, não apenas no tema desejado, mas principalmente em ganho de auto-estima e desenvolvimento pessoal e social.

#### 5. Conclusões

A experiência adquirida com o uso desse modelo tem sido muito rica, bastante interativo, desperta a curiosidade e desejo de construir um

para os filhos, vizinhos, amigos, na escola, comunidade.

Modelos mais complexos ou realistas constituem estímulo a estudantes, professores e cidadãos, o que esperamos ver brotar em diferentes espaços estimulando a criatividade, sociabilidade, interatividade “o prazer do pesquisar, fazer, por a mão na massa” devem ser incentivados.

O estímulo em buscar esclarecimentos maiores a respeito do que é representado constitui ganho adicional, assim como sabiamente disse Fernando Pessoa: “Sempre vale a pena quando a alma não é pequena”, que estendemos para investimento em ensino de Ciências e Qualidade de Vida, pelo fazer, tem retorno garantido [18].

## 6. Agradecimentos

Agradecemos aos parceiros do Projeto Arte&Ciência no Parque (outorgado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia ao Prof. Mikiya Muramatsu, Coordenador e Integrantes: C. E. R. de Souza; L. R. Batista, F. M. da Silva, C. C. Robilotta, M. I. Nogueira. Instituto de Física da Universidade de São Paulo), bem como a Cauê Mattos, Estação Ciência da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo, “estímulo em ação”.

## 7. Referencias

- [1] Freire, P. *Pedagogia do Oprimido*. 10 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- [2] Maldaner, O. A. e Zanon, L. *Situação de Estudo: uma Organização do Ensino que Extrapola a Formação Disciplinar em Ciências*. *Espaços da Escola*. Ijuí: n. 41, p. 45-60, 2001.
- [3] Auth, M.A. *Formação de professores de Ciências Naturais na Perspectiva Temática e Unificadora*. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.
- [4] Luz, M. e Santos, M. *Vivendo Ciências*. 1ed. São Paulo: FTD, 2002.
- [5] Mateus, A. L.; Moreira, M. G. *Construindo com PET*. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2ª edição, 2007.
- [6] Amabis, J. M., Martho, G. R., Mizuguchi, Y. *Biologia – v 2*. São Paulo: Editora Moderna, 2006.
- [7] Projeto Arte e Ciência no Parque, coordenação M. Muramatsu.

[www.fig.if.usp.br/~ciencia/index.htm](http://www.fig.if.usp.br/~ciencia/index.htm)

[8] Folha do Meio Ambiente. Acesso 10 de Outubro de 2008.

<http://www.folhadomeio.com.br/publix/fma/folha/2008/03/corpo186.html>.

[9] H2O. Acesso em: 06 de outubro de 2008.

<http://www.universitario.com.br/celo/topicos/subtopicos/citologia/bioquimica/agua.html>.

[10] Miranda, E. E. de. *Água na natureza, na vida e no coração dos homens*. Campinas, 2004. Acesso 07 de Outubro de 2008.

<http://www.aguas.cnpm.embrapa.br>.

[11] Sistema digestório humano. Acesso em: 10 de Outubro de 2008.

<http://www.afh.bio.br/digest/digest1.asp>.

[12] Aula de Anatomia – Sistema Urinário. Acesso 12/08/2008.

<http://www.auladeanatomia.com/urinario/sistemaurinario.htm>.

[13] Recanto Pavesi. Acesso 07 de outubro de 2008.

<http://intervox.nce.ufrj.br/~pavesi/curiosidades/corpo.htm>.

[14] Marandino, M. ; Bizerra, A. F. ; Navas, A. M. ; Fares, Djana Contier ; Monaco, L. M. ; Martins, L. C. ; Garcia, V. A. R. ; Souza, M. P. C. de . *Educação em museus: a mediação em foco*. 1. ed. São Paulo: GEENF/FEUSP, 2008. v. 1. 36 p.

[15] Porlán, R. *El diario del profesor. Um recurso para la investigación en el aula*. 4 ed. Sevilla/ESP: Díada editora S.L. n.6, 1997.

[16] Vigotski, L.S. *A Construção do Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1 ed., 2001.

[17] Nogueira, M.I.; Vasconcelos, R; Muramatsu, M., and Robillota, C.C. *Understanding the Human Body*, 5th International Conference on Hands-on Science Formal and Informal Science Education HSCI2008. pp 258, 2008.

[18] Fernando Pessoa – *Obra Poética*, Companhia Aguilar Editora, 1965. v. 1 40 p.