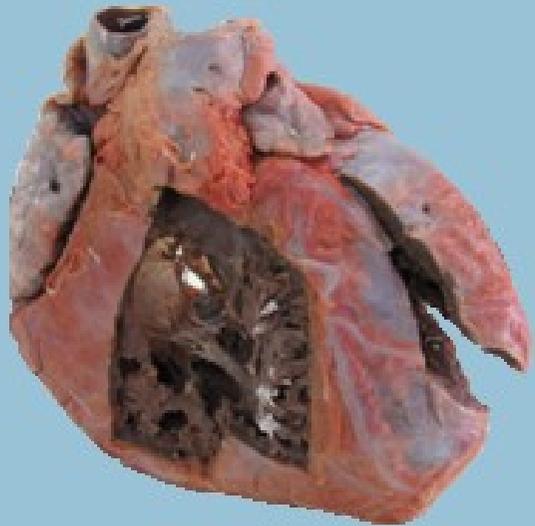


**POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO  
MUSEU DE CIÊNCIA DA VIDA  
VOLUME II**

***A PLASTINAÇÃO***



**Âgda da Silva Géra  
Manuella Villar Amado  
Athelson Stefanon Bittencourt**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

**Vitória  
2017**

Instituto Federal do Espírito Santo  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Ágda da Silva Géra  
Manuella Villar Amado  
Athelson Stefanon Bittencourt

SÉRIE: POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO  
MUSEU DE CIÊNCIA DA VIDA

# A PLASTINAÇÃO

## VOLUME II



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Espírito Santo

Vitória  
2017

Copyright @ 2017 by Instituto Federal do Espírito Santo  
Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825  
de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira  
responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.  
Material bibliográfico eletrônico.

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

G354p Géra, Ágda da Silva.  
A plastinação [ recurso eletrônico] / Ágda da Silva Géra, Manuela  
Villar Amado, Athelson Stefanon Bittencourt. – Vitória: Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2017.  
44 p. : il. ; 21 cm (Série potencialidades educativas do museu de  
ciência da vida ; v. 2 )

ISBN: 978-85-8263-283-3

1. Divulgação científica. 2. Museus de ciência – Aspectos  
educacionais. 3. Ciência – Estudo e ensino. 4. Educação não formal. I.  
Amado, Manuela Villar. II. Bittencourt, Athelson Stefanon. III. Instituto  
Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD: 507

Realização:



## Editora do Ifes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
Pró-Reitoria de Extensão e Produção  
Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo  
CEP 29056-255 - Tel.+55 (27) 3227-5564  
E-mail: editoraifes@ifes.edu.br

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática  
Centro de Referência em Formação e Educação à Distância  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
Rua Barão de Mauá, 30 – Bairro Jucutuquara  
Vitória, Espírito Santo – CEP: 29040-860

## Autores

Ágda da Silva Géra  
Manuella Villar Amado  
Athelson Stefanon Bittencourt

## Comissão Científica

Dr.ª Manuella Villar Amado- IFES  
Dr. Athelson Stefanon Bittencourt- UFES  
Dr.ª Ana Raquel S. de M. Garcia- IFES  
Dr. Carlos Roberto Pires Campos -IFES  
Dr. Geide Rosa Coelho - UFES

## Revisão

Ágda da Silva Géra

## Projeto Gráfico, ilustrações e Diagramação

Ágda da Silva Géra  
Rogério Costa Cordeiro

## Fotografia

Ágda da Silva Géra  
Dr. Athelson Stefanon Bittencourt- UFES

## Apoio Financeiro

CNPq, PROEXT-MEC e FAPES—MCV

## Produção e Divulgação

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática  
Centro de Referência em Formação e Educação à Distância  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo



**Jadir José Pella**  
Reitor

**Adriana Piontkovsky Barcellos**  
Pró-Reitor de Ensino

**André Romero da Silva**  
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-graduação

**Renato Tannure Rotta de Almeida**  
Pró-Reitor de Extensão e Produção

**Lezi José Ferreira**  
Pró-Reitor de Administração e Orçamento

**Ademar Manoel Stange**  
Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional

**Hudson Luiz Côgo**  
Diretor Geral do Campus Vitória – Ifes

**Márcio Almeida Có**  
Diretor de Ensino

**Márcia Regina Pereira Lima**  
Diretora de Pesquisa e Pós-graduação

**Christian Mariani Lucas dos Santos**  
Diretoria de Extensão

**Roseni da Costa Silva Pratti**  
Diretor de Administração

## SUMÁRIO

<b>Apresentação.....</b>	<b>8</b>
<b>O MCV como espaço de divulgação científica .....</b>	<b>9</b>
<b>O processo de plastinação .....</b>	<b>13</b>
<b>O histórico de implantação do laboratório de plastinação no MCV.....</b>	<b>21</b>
<b>Estrutura do laboratório de plastinação do MCV.....</b>	<b>25</b>
<b>A exposição “O Admirável Corpo Humano”.....</b>	<b>31</b>
<b>Potencialidades educativas envolvidas no processo de plastinação a serem exploradas pelos professores.....</b>	<b>37</b>
<b>Referências.....</b>	<b>43</b>
<b>Sobre os autores.....</b>	<b>44</b>

## APRESENTAÇÃO

É com imensa satisfação que apresentamos o segundo volume da série **Potencialidades Educativas do Museu de Ciência da Vida**.

Esse material foi elaborado a partir do conhecimento adquirido sobre a técnica de plastinação e a implantação do laboratório de plastinação junto ao Museu de Ciências da Vida (MCV) da Universidade Federal do Espírito Santo, além dos dados coletados e analisados a partir das entrevistas realizadas junto aos visitantes da exposição “O Admirável Corpo Humano” e de um grupo de alunos do Curso técnico em Biotecnologia do Ifes Campus Vila Velha, que realizaram uma visita técnica ao laboratório de plastinação.

Por ser uma novidade trazida ao estado do Espírito Santo através do MCV da UFES, a técnica de plastinação ainda é um tema desconhecido por boa parte da população. Portanto, a elaboração desse material tem como objetivo informar aos professores, assim como o público em geral, sobre as etapas do processo de plastinação, o histórico de implantação do laboratório de plastinação no MCV, a estrutura do laboratório de plastinação e o resultado do trabalho desenvolvido pelo MCV e pelo laboratório de plastinação que foi a organização da exposição “O Admirável Corpo Humano”. Apresentaremos também as potencialidades educativas envolvidas no processo de plastinação que podem ser exploradas pelos professores.

Esperamos que as informações descritas neste caderno contribuam para ampliar o conhecimento sobre o tema e para melhorar o entendimento sobre a técnica pela qual as peças do acervo do MCV são submetidas.

Em julho de 2017  
Ágda da Silva Géra  
Manuella Villar Amado  
Athelson Stefanon Bittencourt

## O MCV COMO ESPAÇO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A princípio o MCV foi denominado Museu de Anatomia da UFES (MAU), onde sua concepção iniciou-se em 2007 e efetivamente foi registrado na PROEX-UFES no início de 2008 pelo professor Dr. Athelson Stefanon Bittencourt. A intenção da criação de um museu de anatomia em Vitória surgiu em virtude da falta de locais destinados ao estudo do corpo humano.

Tanto o público em geral como as escolas, não disponibilizavam de locais para visitação com o acervo sobre o corpo humano. Desta forma, o museu poderia ser um local destinado a divulgação científica da anatomia humana. “[...] O museu de ciência configura-se ainda, principalmente por meio da exposição museológica, como instrumento de divulgação científica”(LOUREIRO, 2003, p. 89).

No início, o projeto não contava com recursos próprios, tampouco com estrutura adequada. Na condição de coordenador e idealizador do programa, o professor Athelson Stefanon Bittencourt convidou os então monitores de anatomia do curso de medicina para se integrarem ao projeto.

As atividades do MCV iniciaram-se a partir da experiência com o Projeto Corpo Humano, sendo que ainda não havia estrutura física própria para receber os visitantes, sendo estes, então, recebidos em uma das salas de aula do Departamento de Morfologia do Centro de Ciências da Saúde, em Maruípe.

Na chegada, os visitantes recebiam informações sobre a visita, sobre a Universidade e sobre o corpo humano. Logo após, os alunos se dirigiam para um laboratório que possuía uma coleção pequena em exposição e em seguida iam para a sala de anatomia, onde participavam de uma aula prática (DIAS; AMADO; BITTENCOURT, 2015).

Desde os primeiros anos de atuação do museu, a maior parte dos visitantes é representada por alunos, que participam das visitas agendadas através das escolas. Segundo Marandino (2008, p. 12) os museus ao longo dos anos têm identificado o seu papel educativo, logo, “[...] vêm sendo caracterizados como locais que possuem uma forma própria de desenvolver sua dimensão educativa”.

A partir do ano de 2011, o então Museu de Anatomia da UFES (MAU), passa a ser denominado **Museu de Ciências da vida (MCV)**, cujas áreas de atuação são as de Anatomia, Evolução, Fisiologia, Histologia, Patologia e a mais recente, a de plastinação. O acervo do museu é composto por modelos didáticos de anatomia humana produzidos com materiais sintéticos, peças humanas mumificadas, réplicas de fósseis de homínídeos e peças humanas conservadas em formol. As peças anatômicas que antes estavam conservadas em formol, atualmente estão, aos poucos, sendo submetidas ao processo de plastinação.

Além das visitas ao MCV por meio do projeto “Corpo Humano”, também foram organizadas ao longo dos anos, exposições em eventos científicos como a Exposição Corpo Humano, Exposição Evolução Humana, Exposição Evolução Humana e a Diversidade dos Vertebrados, Exposição Corpo Humano da Célula ao homem Arte dos pequenos suspiros, Exposição Corpo Humano da célula ao homem, Exposição O Admirável Corpo Humano, que percorrem alguns municípios do Espírito Santo e de outros estados do Brasil, como apresentados na tabela a seguir.

EVENTOS	ANO
II Feira de Ciências de Venda Nova do Imigrante	2007
6ª Semana de Ciência e Tecnologia	2009
7ª Semana de Ciência e Tecnologia	2010
8ª Semana de Ciência e Tecnologia	2011
Semana de Ciência e Tecnologia do IFES	2011
Museu de Biologia Prof Mello Leitão Santa Teresa	2012
Museu de Biologia Prof Mello Leitão Santa Teresa	2012
I Simpósio de Evolução da UFES	2012
V Feira de Ciências da EMESCAM	2012
9ª Semana de Ciência e Tecnologia	2012
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFES	2013
Mostra de Extensão da UFES	2013
10ª Semana de Ciência e Tecnologia	2014
Galeria de Arte e pesquisa da UFES	2015
Espaço Cultural Palácio Anchieta	2015
XI Conferência Interina Internacional de Plastinação	2015
Prédio da Reitoria da UFES	2016
Biblioteca Central UFES, Campus Goiabeiras	2016
XXVII Congresso Brasileiro de Anatomia Natal - RN	2016
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFES	2016
13ª Semana de Ciência e Tecnologia Biblioteca do Centro de Ciências da Saúde	2016
Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo	2016

Ao longo desses nove anos de criação do MCV, já foram registrados um público visitante de aproximadamente 182.146 pessoas, entre exposições itinerantes e visitas a sede do museu em Maruípe. Nos anos de 2015 e 2016, o espaço do MCV em Maruípe não recebeu visitantes. Os trabalhos ficaram concentrados na organização das exposições itinerantes.

Atualmente está sendo construído um espaço mais amplo que será a sede oficial e permanente do MCV. O espaço ficará localizado no Campus principal da UFES, em Vitória-ES, onde a expectativa é que todo o acervo do museu esteja disponível para a visita, inclusive com as peças já plastinadas.

Segundo o coordenador do museu, professor Athelson Stefanon Bittencourt, o novo museu terá exposto um trabalho de altíssimo nível, equiparado a museus de outros países. *“A partir daí o objetivo é tornar esse museu um grande laboratório das escolas do nosso estado para que ele seja utilizado exaustivamente por todos os professores e pesquisadores de todas as áreas”*.

Além da sede permanente do museu, existe uma expectativa e planejamento em produzir peças plastinadas para compor o acervo de uma exposição itinerante, com o objetivo de percorrer as cidades do interior do estado e de outros estados do nosso país, visando ampliar a divulgação científica sobre o corpo humano e ciências da vida, alcançando o público que reside distante da capital.

## O PROCESSO DE PLASTINAÇÃO

A técnica de plastinação foi criada pelo **Dr. Gunther von Hagens**, da Universidade de Heidelberg, Alemanha, em 1977, com o propósito de facilitar o ensino de anatomia, uma vez que o objeto plastinado pode ser manipulado sem que traga transtornos. Suas principais áreas de aplicação destinam-se ao ensino e a exposições (VON HAGENS; TIEDEMANN; KRIZ, 1987).

A técnica surgiu como alternativa para a conservação de peças orgânicas, sem que se tenham resíduos tóxicos e com durabilidade prolongada.

O processo consiste basicamente na substituição da água e gordura dos tecidos orgânicos por **polímeros**, podendo ser o silicone, o epóxi ou o poliéster, dependendo dos objetivos a serem alcançados.

Embora uma grande enciclopédia alemã (a 19ª edição da Brockhaus Encyclopedia, 1992) indique que a palavra "**Plastinação**" é derivada do grego (de plassein = moldar, formar), o termo é, de fato, uma criação de Gunther von Hagens. Ele cunhou o termo porque a "**plastificação**" já tinha um significado fixo no campo da química de polímeros, e a expressão usada nas patentes originais de 1977/78 (Impregnação de Polímeros em Espécimes Biológicos Perecíveis) não era cativante e era totalmente inadequada para a popularização da nova tecnologia, especialmente no exterior. (Tradução nossa). Disponível em: <[http://www.bodyworlds.com/en/plastination\\_plastination\\_process.html](http://www.bodyworlds.com/en/plastination_plastination_process.html)> Acesso em: 01 de março de 2017.

Os **polímeros** são macromoléculas formadas por pequenas partes chamadas de monômeros. Os monômeros são as unidades que se repetem dentro da estrutura do polímero e podem ou não **serem** unidades iguais, formando longas cadeias. Podem ser naturais ou sintéticos, termoplásticos ou termofixos e com propriedades específicas de acordo com os monômeros que formam a macromolécula dos diversos polímeros existentes.

Fonte: <http://www.infoescola.com/quimica/polimeros/>

As peças plastinadas mantêm boa qualidade e originalidade com a utilização de polímeros curáveis. A classe de polímeros usados, determina a **mecânica** da peça, podendo ser flexível ou rígida, e a **óptica** da peça, podendo ser opaca ou transparente.

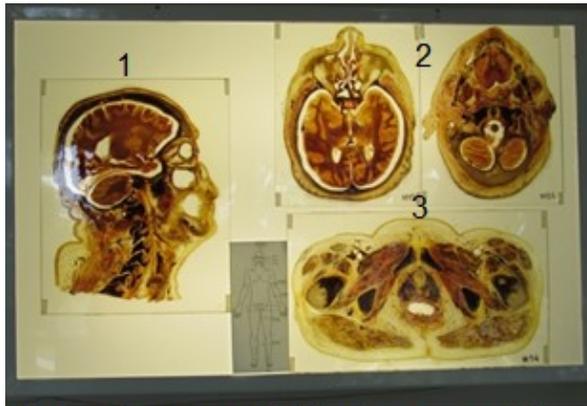


Lâmina de pé humano (2mm) plastinada com o epóxi.



Corte coronal do cérebro humano (10mm) plastinado com o silicone

Peças impregnadas com silicone apresentam maior flexibilidade e resistência. A Impregnação com epóxi ou poliéster, é aplicada a finas fatias do corpo ou órgão, resultando em lâminas rígidas e transparentes, que podem ser utilizados para pesquisas e investigações histológicas. Resina de poliéster é usada principalmente para a produção de fatias do cérebro, que dá excelente diferenciação entre a matéria cinzenta e branca (VON HAGENS; TIEDEMANN; KRIZ, 1987).

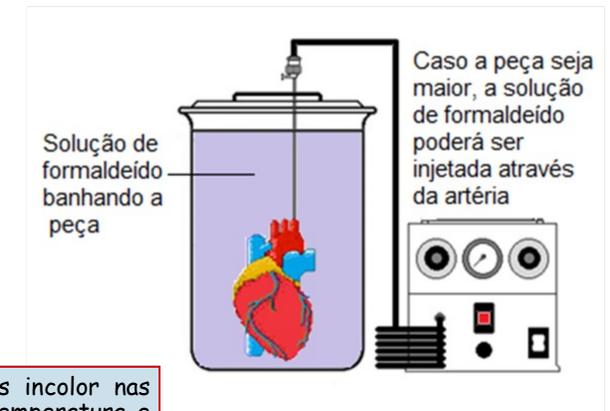


Peças humanas plastinadas com epóxi.  
1) Corte sagital da cabeça e pescoço. 2)  
Cortes transversais da cabeça. 3) Corte  
transversal da pelve

A aplicação da técnica de plastinação é dividida em etapas. A princípio as peças passam por um processo delicado e importante que é a **dissecção**, com objetivo de evidenciar as estruturas desejadas. Nesse processo, profissionais especializados fazem um trabalho artístico para deixar as estruturas anatômicas em evidência, a fim de ter um resultado que favoreça a observação, o estudo e aprendizado.

Na plastinação, que normalmente é precedida pela dissecção, a peça passará por um processo constituído por basicamente 3 ou 4 etapas, como se segue (VON HAGENS; TIEDEMANN; KRIZ, 1987).

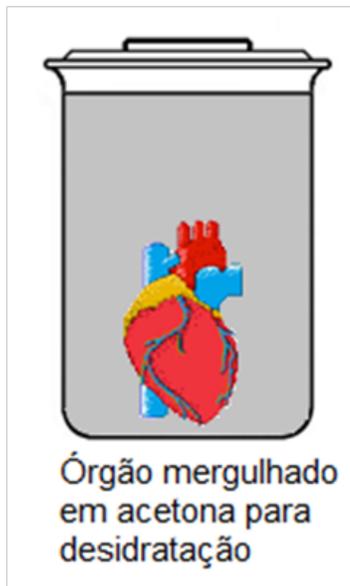
1) **Fixação** – Caso a peça ainda não tenha sido previamente fixada, isso pode ser feito com fixadores convencionais, como solução de formaldeído, que dependendo do tamanho da peça, como por exemplo, um corpo inteiro, pode ser injetada através das artérias e ou quando as peças são menores, apenas banhando totalmente o material. Essa etapa é empregada para conter a decomposição do material orgânico, uma vez que o formaldeído fixa o tecido e inibe as atividades biológicas no tecido (VON HAGENS, 2014).



O **formaldeído** é um gás incolor nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), apresenta odor irritante e elevada hidrossolubilidade, sendo também solúvel na maior parte dos solventes orgânicos mais corriqueiros, o que pode ser explicado devido à sua polaridade. Em solução aquosa, que atinge uma concentração máxima de 40% , possui o nome usual de formol ou formalina. A partir de soluções muito diluídas possui aplicação doméstica como desinfetante forte devido a seu efeito bactericida.

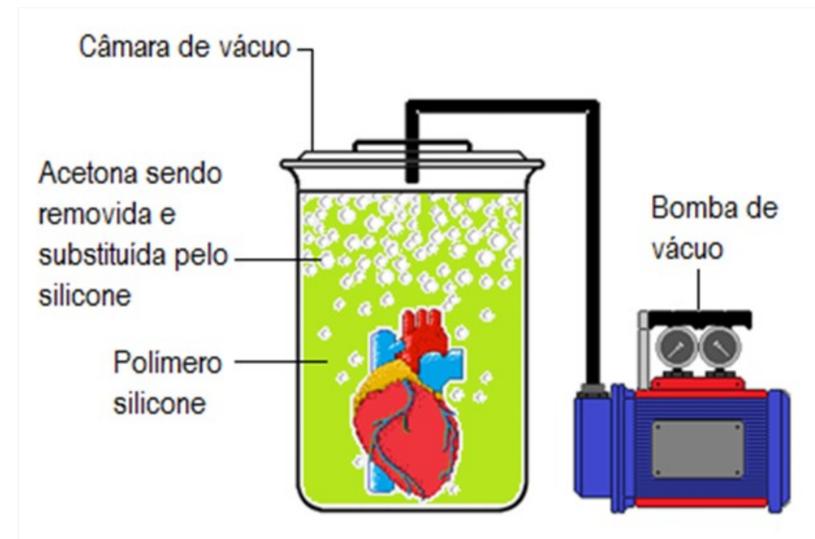
Fonte: <<http://www.infoescola.com/compostos-quimicos/aldeido-formico/>>  
Acesso em: 01 de março de 2017.

2) **Desidratação** – Na desidratação, ocorre a remoção de fluidos, bem como água e gordura. Nesta etapa o fluido tecidual é substituído por um solvente orgânico como o álcool etílico ou acetona. A acetona é mais utilizada por ser um solvente intermediário, necessário no próximo passo – a impregnação forçada. Para evitar deformação na peça, a desidratação é feita em baixa temperatura (-25C°).



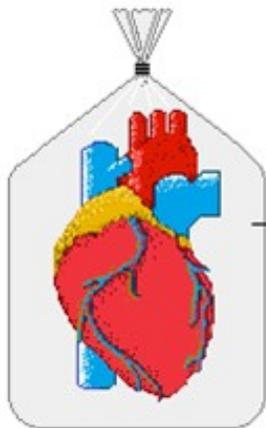
3) **Impregnação forçada** – Nesta etapa ocorre a substituição do solvente (acetona), volatilizado com a baixa pressão na câmara de vácuo, pelo polímero escolhido (silicone, epóxi ou poliéster). O vácuo remove a acetona da amostra e ajuda o polímero a penetrar em cada célula do tecido.

A impregnação forçada pode ocorrer com a câmara de vácuo em temperatura ambiente ou em baixas temperaturas, sendo necessária a utilização de um frizer onde a câmara de vácuo ficará para ser mantida na temperatura desejada.



4) **Catalisação e endurecimento** – Esta é a fase final do processo de plastinação. Dependendo do polímero utilizado, poderá ser empregado gás, luz ou calor para completar o processo. O espécime terá que ser posicionado na forma desejada para passar pelo processo de cura, onde ocorrerá a polimerização.

No método de impregnação por silicone em baixa temperatura, o espécime permanece descansando sob ação de um agente catalítico, que pode variar se a impregnação for à temperatura ambiente. No caso de impregnação por epóxi, a cura é feita associando catalisação química e temperatura, enquanto que para o poliéster, além da química, pode-se utilizar a luz ultravioleta.



Órgão impregnado com silicone passando pelo processo de endurecimento com gás.

Em síntese, ao final do processo de plastinação, a água e a gordura dos tecidos são substituídos pelo polímero escolhido, preservando-os por tempo indeterminados. Os espécimes plastinados tornam-se secos, inodoros e duráveis, podendo preservar até mesmo detalhes estruturais em nível histológico (VON HAGENS; TIEDEMANN; KRIZ, 1987).



Coração humano plastinado com silicone



Fígado humano plastinado com silicone



Fatias de membro inferior humano plastinado com poliéster

## O HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE PLASTINAÇÃO NO MCV

A partir de uma visita a uma exposição sobre o corpo humano no estado de São Paulo intitulada “Corpo Humano Real e Fascinante” no ano de 2007, o professor e coordenador do MCV, Dr. Athelson Stefanon Bittencourt teve o primeiro contato com a técnica de plastinação, que o deixou bastante impressionado com a possibilidade de expor a anatomia daquela forma. Então, em 2010, sabendo da vinda ao Brasil de um pesquisador americano, Dr. Carlos A.C. Baptista, então presidente da “International Society for Plastination” (ISP), para palestrar sobre Plastinação, o Dr. Athelson foi ao evento com o grande objetivo de conhecer o Dr. Baptista, visando a oportunidade de aprender a Plastinação.

No ano de 2011, presidida pelo Dr. Baptista, ocorreu na cidade de Toledo/Ohio, nos Estados Unidos, **a 10ª Conferência Internacional Interina de Plastinação**, na qual o professor Athelson participou para interagir com a técnica e com os pesquisadores da área de plastinação, retornando ao Brasil decidido a se capacitar sobre a técnica no ano seguinte.

A conferência internacional de plastinação é um evento organizado pela International Society for Plastination (ISP) em parceria com outras instituições, Entre os dias 13 a 16 de Julho de 2015 o MCV e a UFES realizaram a 11ª Conferência Interina Internacional de Plastinação, em Vitória, Espírito Santo, que aconteceu pela primeira vez na América Latina, onde reuniram-se os mais renomados especialistas na área de plastinação. Participaram da conferência alunos de graduação, pós graduação, pesquisadores, professores e técnicos de três continentes, 8 países e 17 estados do Brasil.

No ano de 2012, o professor Athelson foi então para a “University of Toledo”, na cidade de Toledo, estado de Ohio/EUA, onde esteve por cerca de dois meses e meio como professor visitante, trabalhando no Laboratório de Plastinação com o professor **Carlos Baptista**, se capacitando sobre a técnica.

Professor Dr. Carlos Baptista é diretor do Laboratório de Plastinação da Universidade de Toledo, no estado de Ohio/EUA. Presidiu a Sociedade Internacional de Plastinação por 8 anos (2008-2016) e atualmente ocupa o cargo de tesoureiro.



Professor Dr. Athelson Stefanon Bittencourt no laboratório de plastinação da University of Toledo/Ohio, EUA.

A formação foi realizada com grande êxito e o professor Athelson adquiriu o conhecimento necessário para trazer esta tecnologia para o Brasil.

Retornando ao Brasil, o professor Athelson deu início aos preparativos para a montagem do Laboratório de Plastinação no Setor de Anatomia do Departamento de Morfologia da UFES, Campus Maruípe, levando um tempo de cerca de dois anos para colocá-lo em funcionamento. Segundo o professor Athelson, *“a montagem do laboratório ainda está em curso, embora já está funcionando, mas levamos aproximadamente dois anos e meio para colocá-lo em funcionamento”*.

No final de 2014, foi inaugurada então a primeira peça plastinada no laboratório de plastinação do MCV, sendo o primeiro espécime plastinado no Estado do Espírito Santo, que foi um coração bovino, com o qual o professor Athelson, em agradecimento por sua contribuição, presenteou o professor Carlos Baptista, e hoje este espécime encontra-se em exposição no “Liberato DiDio and Peter GoldBlatt INTERACTIVE MUSEUM OF ANATOMY AND PATHOLOGY PLASTINATION AND PATOLOGY” da Universidade de Toledo, nos Estados Unidos.



Coração bovino - Primeira peça plastinada do Dr. Athelson Stefanon Bittencourt. Hoje esta peça encontra-se em exposição no “Liberato DiDio and Peter GoldBlatt INTERACTIVE MUSEUM OF ANATOMY AND PATHOLOGY PLASTINATION AND PATOLOGY” da Universidade de Toledo/EUA

A aquisição do conhecimento e o domínio da tecnologia que envolve a plastinação trouxe muitas possibilidades para o museu e para as áreas que envolvem a anatomia. Um dos exemplos é a utilização das peças produzidas pelo laboratório de plastinação, em cursos de graduação e pós-graduação das áreas da saúde e biomédicas, além da organização de eventos como a exposição “O Admirável Corpo Humano”. O MCV poderá atender ao público com mais qualidade, além de poder utilizar a técnica em outras áreas como patologia, zoologia, botânica, etc.

A equipe que trabalha no laboratório de plastinação e no MCV, conta com cerca de vinte pessoas de áreas como Química, Farmácia, Medicina, Terapia ocupacional, Ciências Biológica, dentre outros cursos da área biomédica. Também participam da equipe pessoas da área de Desenho industrial e Ciência da computação, que ajudam no desenvolvimento da parte gráfica e computacional. De fato o museu conta com uma equipe multidisciplinar evidenciando a importância da colaboração e habilidade de todos envolvidos, de modo que “[...] a competência de um laboratório de pesquisa não corresponde à soma das competências individuais, mas à maneira como estas se articulam e se completam” (FOUREZ, 2003, p. 114).

As etapas que envolvem o processo de plastinação encontram-se em constante aperfeiçoamento e para isso são desenvolvidas pesquisas no laboratório de plastinação do MCV para que o resultado do processo seja cada vez melhor.

## ESTRUTURA DO LABORATÓRIO DE PLASTINAÇÃO DO MCV

A estrutura conta com um laboratório de dissecação, onde as peças a serem plastinadas ficam imersas em solução de formaldeído para fixação, sendo posteriormente dissecadas, evidenciando as estruturas da forma desejada, de acordo com o objetivo que se queira alcançar com a exposição da peça.

Para executar o trabalho de dissecação, o laboratório de plastinação conta com estagiários dos cursos da área biomédica da UFES que possuem mãos muito habilidosas. Essa tarefa exige muita conhecimento anatômico, precisão e talento.



Trabalho de dissecação das peças anatômicas

Outra sala do laboratório é destinada ao processo de desidratação, impregnação forçada e cura das peças. Este espaço tem sua estrutura preparada para evitar o risco de ignição e explosões, uma vez que o material contido no seu interior é altamente volátil e inflamável. Como prevenção, as bombas de vácuo, o motor do freezer e as partes elétricas dos equipamentos que não são a prova de explosão ficam do lado externo da sala, diminuindo o risco de acidentes. Há um sistema de exaustão constante de toda a sala para que não seja acumulada vapores de acetona no ambiente do laboratório.



Parte elétrica dos equipamentos do laboratório de plastinação no lado externo da sala de desidratação e impregnação, como medida de segurança

No interior da sala ficam os recipientes com a acetona. Para total desidratação, ou seja, para total retirada da água, a peça ficará mergulhada no solvente, acetona, por aproximadamente três semanas.

O grau de pureza da acetona utilizada no processo de desidratação é muito importante para que o resultado tenha êxito.

No laboratório de plastinação do MCV é utilizada uma máquina recicladora de solventes para fazer a reciclagem da acetona, quando esta não apresentar mais o grau de pureza desejável para o processo. O grau de pureza da acetona recomendável é  $> 99,5\%$ .



**Máquina de reciclagem de solvente**

Logo após desidratação, as peças passam pelo processo de impregnação forçada, que consiste na substituição do solvente volátil das peças biológicas, no caso a acetona, por um polímero polimerizável.

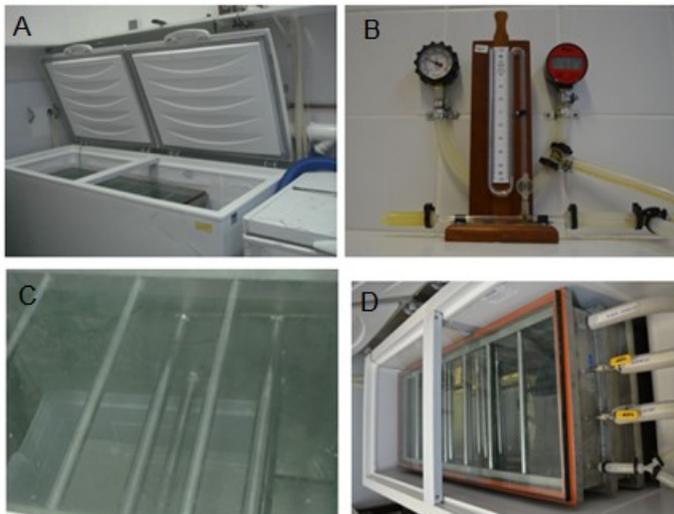
Para que ocorra essa substituição, as peças são então colocadas na câmara de vácuo, onde ficam imersas no polímero de interesse, e então é acionada a bomba de vácuo, para a redução gradativa da pressão, e conseqüente impregnação forçada.



**Câmara de vácuo em temperatura ambiente. Impregnação forçada com polímero silicone.**

A impregnação forçada pode ocorrer com a câmara de vácuo em temperatura ambiente ou em baixas temperaturas ( $-15^{\circ}\text{C}$  a  $-25^{\circ}\text{C}$ ), sendo necessário, neste segundo caso, o uso de um freezer a prova de explosão.

Ao ligar a bomba de vácuo, a medida que a pressão é reduzida, o ar aprisionado no ambiente interno da câmara e no próprio polímero, é removido primeiro. Numerosas pequenas bolhas podem ser vistas subindo à superfície do polímero. A câmara de vácuo é ajustada frequentemente para manter a pressão caindo para alcançar a pressão de vapor do solvente, a qual é temperatura dependente.



A - Vista externa do freezer utilizado para a impregnação forçada em baixa temperatura.  
B - Manômetro. Instrumento utilizado para registrar a pressão.  
C e D - Câmara de vácuo no interior do freezer.

A impregnação em baixa temperatura ou em temperatura ambiente apresentam peculiaridades distintas, com vantagens e desvantagens para ambos os métodos. Em baixa temperatura ( $-15^{\circ}\text{C}$  a  $-25^{\circ}\text{C}$ ), obtém-se espécimes com mais flexibilidade.

A impregnação em temperatura ambiente, é um processo significativamente mais rápido, não depende de refrigeração, porém, resulta em espécimes plastinados com menos flexibilidade.

Após a etapa da impregnação forçada, a peça passará pela etapa de catalisação e endurecimento. Essa fase consiste na combinação entre o agente que promoverá a catalisação das moléculas do polímero empregado no processo e o meio para que ocorra o endurecimento, podendo ser empregado gás, luz ou calor para completar o processo.

## A EXPOSIÇÃO "O ADMIRÁVEL CORPO HUMANO"

A exposição "O Admirável Corpo Humano" foi a primeira exposição realizada no Brasil com peças totalmente plastinadas em nosso país. Faz parte das atividades do MCV, que no ano de 2016 só realizou exposições itinerantes.

Segundo o coordenador do MCV, professor Dr. Athelson Stefanon Bittencourt, a ideia da exposição surgiu pelo fato do museu já possuir uma coleção de peças plastinadas que conseguiria compor uma exposição. Assim sendo, o público merecia participar desta conquista que foi a aquisição e a implantação da tecnologia de plastinação em nosso estado, visitando a exposição.



A princípio, a exposição foi montada nas dependências do prédio da reitoria localizada no Campus Principal da UFES, em Goiabeiras, mas após quatro semanas, foi remontada com mais peças na Biblioteca Central deste mesmo campus.



Exposição "O Admirável Corpo Humano" montada nas dependências do prédio da reitoria localizada no Campus principal da UFES, em Goiabeiras.



Exposição "O Admirável Corpo Humano" no prédio da Biblioteca Central da UFES, Campus de Goiabeiras — 2016

Foram expostas cerca de quarenta peças, tendo exemplares plastinados com silicone, epóxi ou poliéster. As peças do acervo da exposição contemplavam o sistema cardiovascular, sistema urinário, sistema locomotor, sistema digestório, sistema nervoso e sistema reprodutor.



Sistema Urinário



Sistema cardiovascular e respiratório

Uma das perguntas mais frequentes feitas durante a visita do público a exposição “O Admirável Corpo Humano” foi referente a aquisição dos corpos humanos do acervo. As peças humanas que fazem parte do acervo do MCV, normalmente são corpos não reclamados por mais de 30 dias, onde as instituições competentes podem destiná-los para estudo e pesquisa científica.

A aquisição de corpos através das instituições de ensino para fins de estudo, são regidas pelas leis Nº 10406 de 10 de janeiro de 2002 e a Lei Nº 8.501, de 30 de novembro de 1992.

A Lei Nº 10406 de 10 de janeiro de 2002 do Código Civil Brasileiro, trata da doação espontânea do próprio corpo após morte. A lei diz que:

#### DOS DIREITOS DA PERSONALIDADE

Art. 14. É válida, com objetivo científico, ou altruístico, a disposição gratuita do próprio corpo, no todo ou em parte, para depois da morte.

Parágrafo único. O ato de disposição pode ser livremente revogado a qualquer tempo.

Fonte: Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm)>

A Lei Nº 8.501, de 30 de novembro de 1992, trata da doação de corpos não reclamados para fins de estudo e pesquisa científica. Essa lei diz que:

Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências.

O vice-presidente da república, no exercício do cargo de presidente da república. Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta Lei visa disciplinar a destinação de cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, para fins de ensino e pesquisa.

Art. 2º O cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, no prazo de trinta dias, poderá ser destinado às escolas de medicina, para fins de ensino e de pesquisa de caráter científico.

Art. 3º Será destinado para estudo, na forma do artigo anterior, o cadáver:

I -- sem qualquer documentação;

II -- identificado, sobre o qual inexistem informações relativas a endereços de parentes ou responsáveis legais.

§ 1º Na hipótese do inciso II deste artigo, a autoridade competente fará publicar, nos principais jornais da cidade, a título de utilidade pública, pelo menos dez dias, a notícia do falecimento.

§ 2º Se a morte resultar de causa não natural, o corpo será, obrigatoriamente, submetido à necropsia no órgão competente.

§ 3º É defeso encaminhar o cadáver para fins de estudo, quando houver indício de que a morte tenha resultado de ação criminosa.

§ 4º Para fins de reconhecimento, a autoridade ou instituição responsável manterá, sobre o falecido:

a) os dados relativos às características gerais;

b) a identificação;

c) as fotos do corpo;

d) a ficha datiloscópica;

e) o resultado da necropsia, se efetuada; e

f) outros dados e documentos julgados pertinentes.

Art. 4º Cumpridas as exigências estabelecidas nos artigos anteriores, o cadáver poderá ser liberado para fins de estudo.

Art. 5º A qualquer tempo, os familiares ou representantes legais terão acesso aos elementos de que trata o § 4º do art. 3º desta Lei.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Revogam-se as disposições em contrário.

Os corpos destinados as instituições de ensino superiores com finalidade de pesquisa e ensino, são obtidos mediante ao amparo legal estabelecido nas leis anteriormente citadas, respeitando o caráter legal e ético para sua utilização.

Após sua permanência na biblioteca central da UFES, a exposição “O Admirável Corpo Humano” foi montada durante a realização do XXVII Congresso Brasileiro de Anatomia, realizado na cidade de Natal – RN, de 20 a 23 de julho. Retornou ao estado do Espírito Santo indo para o prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UFES, entre os meses de agosto e outubro de 2016. Seguiu para a Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde da UFES durante a XIII Semana de Ciência e Tecnologia, de 10 a 21 de outubro e posteriormente foi montada no Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo (MUSES), na cidade de Jerônimo Monteiro-ES, no período de 30 de outubro a 10 de dezembro, encerrando as atividades do ano de 2016.

## POTENCIALIDADES EDUCATIVAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE PLASTINAÇÃO A SEREM EXPLORADAS PELOS PROFESSORES

Como descrito anteriormente, os processos que envolvem a técnica de plastinação podem ser exploradas pelos professores de forma interdisciplinar, antes mesmo da realização da visita ao museu ou a uma exposição cujo acervo apresente peças plastinadas.

Disciplinas como Biologia, química, física e matemática podem trabalhar o tema de forma interdisciplinar para investigar o motivo pelo qual as peças passam por todas as etapas para serem plastinadas. A disciplina de história poderia abordar a história da anatomia humana.

Os professores poderão elaborar as atividades baseados nos eixos estruturantes da alfabetização científica apresentados por Sasseron e Carvalho (2008), visando alcançarem a alfabetização científica dos alunos. Os eixos são:

**1-Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais:** Apreensão de conceitos científicos básicos para que seja aplicados de modo apropriado no cotidiano, contribuindo para entender as informações do dia-a-dia.

**2-Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática:** Compreende a ideia de ciências como um conjunto de informações em constante processo de transformação. Dá suporte para que o indivíduo tenha embasamento diante dos fatos antes de tomar decisões.

**3-Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente:** Entendimento das relações estabelecidas entre estas esferas e as consequências relacionadas a aplicação dos saberes construídos pela ciência em ações humanas. Este eixo almeja alcançar um futuro sustentável para todos.

Como sugestão, o quadro abaixo apresenta algumas temas que poderão ser abordados de acordo com o eixo estruturante da alfabetização científica proposto por Sasseron e Carvalho (2008).

Eixos estruturantes da alfabetização científica	Sugestões de assuntos que poderão ser abordados sobre o processo de plastinação
1-Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒O que são polímeros?</li> <li>⇒O que é autólise?</li> <li>⇒Para que é utilizado o formol?</li> <li>⇒ Por que é utilizada a acetona no processo de desidratação?</li> <li>⇒Por que precisa ser retirada a água e a gordura dos tecidos no processo.</li> <li>⇒O que é o vácuo?</li> <li>⇒Como funciona a bomba de vácuo?</li> <li>⇒ O que são e qual a função dos catalisadores no processo?</li> <li>⇒Por que o processo de impregnação forçada exige controle da pressão e da temperatura?</li> </ul>
2-Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒A utilização de corpos humanos em museus e exposições e seus limites éticos.</li> <li>⇒ As leis que envolvem a doação de corpos humanos .</li> </ul>
3-Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒Uso de formol em produtos de beleza e suas consequências para a saúde.</li> <li>⇒Uso de formol em produtos na indústria.</li> <li>⇒Descarte, reciclagem e aproveitamento dos materiais que são utilizados durante o processo de plastinação.</li> </ul>

Além das etapas envolvidas no processo de plastinação que podem ser exploradas pelos professores nos espaços formais de educação, a visita ao museu ou a exposições cujo o tema seja a anatomia humana, pode ser planejada visando promover a alfabetização científica dos alunos. Para isso, sugerimos como exemplo a ser utilizado pelos professores, um quadro apresentado a seguir, com os sistemas relacionados a fisiologia humana que compõem o acervo do MCV .

Para cada sistema, sugerimos alguns conteúdos a serem trabalhados, baseados nos eixos estruturantes da alfabetização científica proposto por Sasseron e Carvalho (2008). A forma como esses conteúdos poderão ser abordados, será decidido por cada professor de acordo com suas estratégias.

Eixos estruturantes da Alfabetização Científica

Sistemas contemplados no acervo plastinado do MCV que podem ser explorados pelos professores	1-Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	2-Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	3-Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.
<b>SISTEMA DIGESTÓRIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Nutrição</li> <li>*Órgãos do tubo digestório</li> <li>*Fisiologia da digestão</li> <li>*Fígado e vesícula biliar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Como são cultivados os alimentos que consumimos?</li> <li>*Como são produzidos os alimentos industrializados?</li> <li>*Utilização de agrotóxicos na agricultura.</li> <li>*Desmatamento X produção de alimentos.</li> <li>*Consumo de gorduras trans.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Desperdício de alimento no mundo.</li> <li>*Consequências da utilização dos agrotóxicos para saúde humana e para o meio ambiente.</li> <li>* Cirurgia bariátrica.</li> <li>* Padrões de beleza determinados pela sociedade.</li> </ul>
<b>SISTEMA CARDIVASCULAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vasos sanguíneos</li> <li>* Estrutura do coração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hábitos de vida modernos e a saúde do sistema cardiovascular.</li> <li>* Legislação relacionada a quantidade de sódio e de gordura nos alimentos industrializados.</li> <li>* Alimentos com maiores concentrações de sódio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Pesquisas com células tronco na recuperação de doenças cardiovasculares.</li> <li>* Tecnologias empregadas no tratamento de doenças cardiovasculares.</li> </ul>

Eixos estruturantes da alfabetização científica

Sistemas contemplados no acervo plastinado do MCV que podem ser explorados pelos professores	1-Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	2-Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	3-Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.
<b>SISTEMA URINÁRIO</b>	*Anatomia do sistema urinário. * Rins, ureteres, bexiga urinária e uretra.	* O risco das dietas e do uso de esteroides sem orientações e prescrição médica para a saúde dos rins. * O número de transplantes de rins realizados no Brasil e a dificuldade de doadores.	* O rim artificial. Como funciona o processo de hemodiálise.
<b>SISTEMA LOCOMOTOR</b>	* Anatomia dos membros inferiores. * Anatomia dos membros superiores.	* A legislação relacionada aos cadeirantes e pessoas com deficiências motoras.	*A tecnologia empregada na reabilitação de pacientes amputados e na construção de próteses.
<b>SISTEMA RESPIRATÓRIO</b>	*Anatomia do sistema respiratório *Laringe, traqueia e pulmões	* O tabagismo e as leis que vigoram com relação a essa prática.	*As consequências para saúde e para o meio ambiente da poluição atmosférica. *As mudanças de hábitos possíveis para diminuir a poluição e melhorar nossa qualidade de vida.

Eixos estruturantes da alfabetização científica

Sistemas contemplados no acervo plastinado do MCV que podem ser explorados pelos professores	1-Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	2-Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	3-Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.
<b>SISTEMA NERVOSO</b>	*Sistema nervoso central (SNC) *Encéfalo e medula espinal.	* Pesquisa com células tronco e fatores éticos. * Aumento no uso de medicamentos controlados.	*Os efeitos do álcool no sistema nervoso. *Número de acidentes de trânsito provocados por pessoas alcoolizadas. *O efeito das drogas no sistema nervoso.
<b>SISTEMA REPRODUTOR</b>	* Desenvolvimento embrionário.	*A polêmica que envolve a legalização do aborto no Brasil. *O aumento no número casos de portadores de doenças sexualmente transmissíveis. * A AIDS no século XXI , avanços e retrocessos.	*Métodos contraceptivos e controle da natalidade infantil. * A microcefalia relacionada a infecção causada pelo Zika vírus.

DIAS, Marina Cadete da Penha; AMADO, Manuella Villar; BITTENCOURT, Athelson Stefanon. Museu de ciências da vida da UFES: Um laboratório para o ensino de ciências e biologia. In: CAMPOS, Carlos Roberto Pires (Org.). **Aulas de campo para alfabetização científica:** práticas pedagógicas escolares. Editora Ifes, Vitória, 2015.

FOUREZ, Gerard. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências.** Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, p.109-123, ago. 2003.

LOUREIRO, José Mauro Matheus. Museu de ciência, divulgação científica e hegemonia. **Ciência da Informação,** Brasília, v. 32, n. 1, p. 88-95, jan./abr. 2003.

MARANDINO, Martha (Org.). **Educação em museus:** a mediação em foco. Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação não Formal e Divulgação em Ciência - Geenf. FEUSP. São Paulo, SP, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências,** v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

VON HAGENS, Gunther; TIEDEMAN, Klaus; KRIZ, Wilhelm. The current potential of plastination. **Anatomy and Embryology.** 175: 411-421, 1987.

VON HAGENS, Gunther. Body Worlds. The Exhibition. **Student Guide.** December, 2014. Disponível em: <[http://www.bodyworlds.com/en/exhibitions/free\\_materials.html](http://www.bodyworlds.com/en/exhibitions/free_materials.html)>. Acesso em 20 de março de 2016.

### ÁGDA DA SILVA GÉRA

Possui mestrado em Educação em Ciências e Matemática pelo IFES. Graduação em licenciatura plena em Ciências Biológicas CEUNES-UFES. Membro do Grupo de Estudo e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal - GEPAC. Desenvolve pesquisas na área de Divulgação Científica e Alfabetização Científica.

### MANUELLA VILLAR AMADO

Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal (GEPAC). Coordenadora da Especialização lato sensu em Educação e Divulgação em Ciências (EDIV), Campus Vila Velha, professora e orientadora no mestrado profissional do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) no Cefor. Pesquisadora na área de Ensino de Ciências realizando pesquisas em Educação Científica e em Espaços de Educação Não Formal. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2002), mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2008) e pós-doutora na área de Divulgação e Ensino das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto- Portugal (2014)

### ATHELSON STEFANON BITTENCOURT

Possui, pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), graduação em Ciências Biológicas (1995), mestrado (1999) e doutorado (2003) em Ciências Fisiológicas com área de concentração em neurobiologia dos ataques de pânico. Em 2006 concluiu o Pós-doutorado pela Universidade Federal de São Paulo. Atualmente é professor Associado II do Departamento de Morfologia da UFES, atuando nas disciplinas de Anatomia Aplicada à Psicologia e Neuroanatomia Funcional. É membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Farmacologia da UFES, e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFES, pesquisando nas áreas de plastinação e Difusão Científica. Atua na Extensão Universitária desde 2007 e criou em 2008 o Programa de Extensão Museu de Ciências da Vida- MCV ([www.mcv.ufes.br](http://www.mcv.ufes.br)), do qual é coordenador desde então. Em 2012, esteve como professor visitante na University of Toledo, Ohio/USA, desenvolvendo uma capacitação no Laboratório de Plastinação daquela instituição. É o idealizador e coordena o Laboratório de Plastinação do MCV, localizado no Departamento de Morfologia da UFES, e atual Conselheiro da Sociedade Internacional de Plastinação.

O Museu de Ciências da Vida e seus projetos associados, receberam apoio financeiro das seguintes agências de fomento:

**CNPq, PROEXT-MEC, FAPES e FACITEC.**

