

VESTÍGIOS – Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica
Volume 11 | Número 1 | Janeiro – Junho 2017
ISSN 1981-5875
ISSN (online) 2316-9699

**A IMPORTÂNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS PARA A ARQUEOLOGIA E
SUAS POSSIBILIDADES DE USO.
A IMPRESSÃO 3D E OS PROJETOS DO LARP**

**THE IMPORTANCE OF NEW TECHNOLOGIES FOR ARCHEOLOGY AND ITS
POSSIBILITIES OF USE.
3D PRINTING AND LARP PROJECTS**

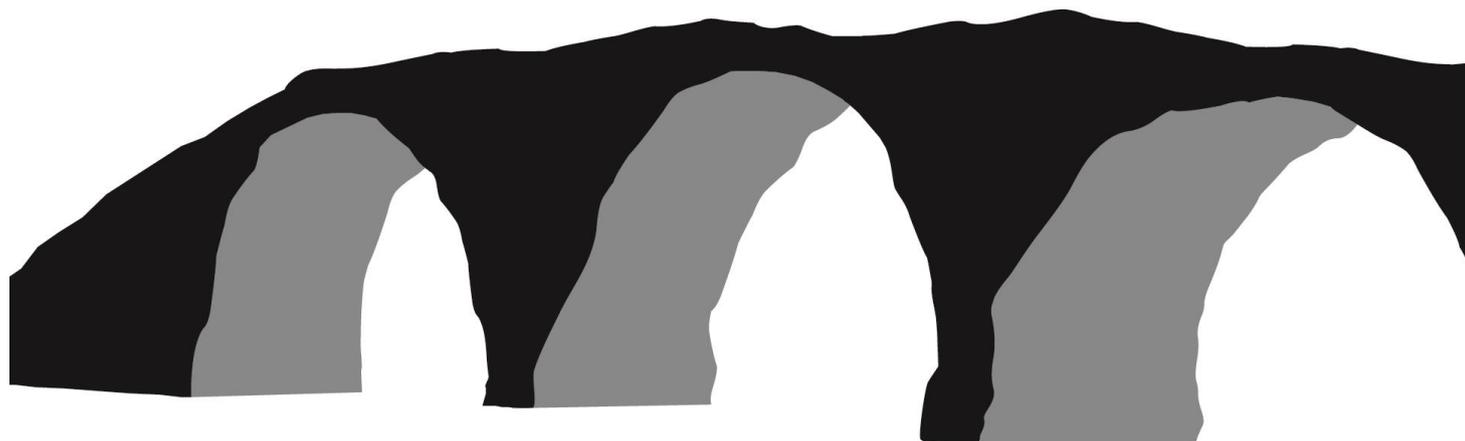
Maria Isabel D'Agostino Fleming

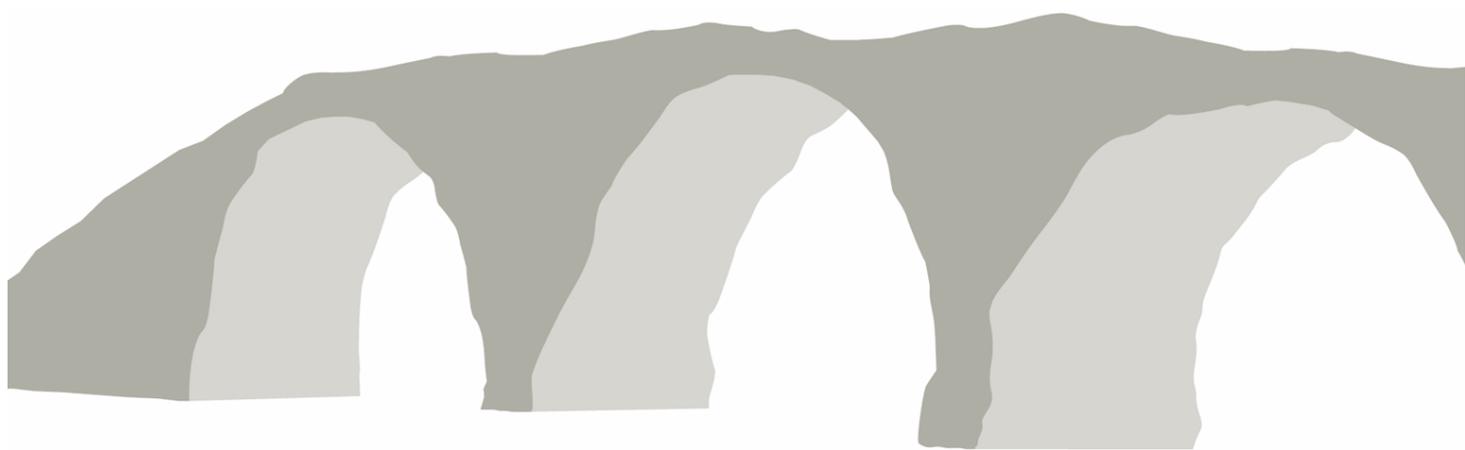
Tatiana Bina Ayres de Abreu

Marcio Teixeira Bastos

Alex da Silva Martire

Alessandro Mortaio Gregori





Data de recebimento: 02/03/2017.

Data de aceite: 30/05/2017.

**A IMPORTÂNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS PARA A ARQUEOLOGIA E
SUAS POSSIBILIDADES DE USO.
A IMPRESSÃO 3D E OS PROJETOS DO LARP**

**THE IMPORTANCE OF NEW TECHNOLOGIES FOR ARCHEOLOGY AND ITS
POSSIBILITIES OF USE.
3D PRINTING AND LARP PROJECTS**

Maria Isabel D'Agostino Fleming¹

Tatiana Bina Ayres de Abreu²

Marcio Teixeira Bastos³

Alex da Silva Martire⁴

Alessandro Mortaio Gregori⁵

RESUMO

Este artigo apresenta as novas tecnologias desenvolvidas pelo Laboratório de Arqueologia Romana Provincial (LARP), do Museu de Arqueologia e Etnologia / Universidade de São Paulo (MAE-USP) <<http://www.larp.mae.usp.br>>, tendo em vista a divulgação do conhecimento sobre a antiguidade romana, com destaque para a impressão 3D e sua relação com os projetos de pesquisa do LARP. Nessa perspectiva, além da íntima relação da Arqueologia com as novas tecnologias, discutem-se as experiências iniciais do LARP com a impressora 3D na digitalização (e concretização) do passado; a agência da cultura material aplicada à impressão 3D das lucernas do acervo do MAE-USP e, finalmente, a reprodução de vestígios arqueológicos e sua aplicabilidade e ambiente educativo, relacionadas à proposta educativa do LARP.

Palavras-chave: impressão 3D, projetos educativos, LARP-MAE/USP.

¹ Professora Senior de Arqueologia Clássica. Coordenadora do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial – LARP, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Almeida Prado, 1466. Cidade Universitária – São Paulo – SP, CEP 05508-070. <mi.fleming@usp.br>

² Pesquisadora Associada do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. <tatiana.bina@gmail.com>

³ Pesquisador Associado do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. <marcio_quisleu@yahoo.com.br>

⁴ Pesquisador Associado do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. <alexmartire@gmail.com>

⁵ Pesquisador Associado do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. <amortaio@hotmail.com>

RESUMEN

Este artículo presenta las nuevas tecnologías desarrolladas por el Laboratorio de Arqueología Romana Provincial (LARP), del Museu de Arqueologia e Etnologia / Universidade de São Paulo (MAE-USP) <<http://www.larp.mae.usp.br>>, con miras a difundir conocimientos sobre la antigüedad romana, especialmente la impresión en 3D y su relación con los proyectos de investigación del LARP. En esta perspectiva, además de la relación íntima de la arqueología y las nuevas tecnologías, se analizan las primeras experiencias del LARP con la impresora en 3D en la digitalización (y la aplicación) del pasado; la cultura material de la agencia aplicada a la impresión en 3D de pequeñas lámparas de la colección MAE-USP y, finalmente, la reproducción de los restos arqueológicos y su aplicabilidad y ambiente educativo, relacionados con la propuesta educativa del LARP.

Palabras clave: impresión en 3D, proyectos educativos, LARP-MAE/USP.

ABSTRACT

This article presents the new technologies developed by the Laboratory for Roman Provincial Archaeology (LARP), of the Museu de Arqueologia e Etnologia / Universidade de São Paulo (MAE/USP) <<http://www.larp.mae.usp.br>>, in order to disseminate knowledge about Roman antiquity, with emphasis on 3D printing and its relation with LARP research projects. In this perspective, besides the intimate relation of Archeology and the new technologies, the initial experiences of LARP with the 3D printer in the digitization (and concretization) of the past, the material culture agency applied to the 3D printing of the lamps of the MAE/USP collection and, finally, the reproduction of archaeological remains and its applicability and educational environment, related to the educational proposal of the LARP are discussed.

Keywords: 3D printing, educational projects, LARP-MAE/USP.

OS PROJETOS EDUCATIVOS NO CONTEXTO DAS PESQUISAS ARQUEOLÓGICAS DO LARP

O Laboratório de Arqueologia Romana Provincial (LARP) <<http://www.larp.mae.usp.br>>, sediado no Museu de Arqueologia e Etnologia/USP, tem procurado concomitantemente às suas pesquisas científicas adotar e desenvolver novas tecnologias que têm alargado os horizontes do conhecimento sobre a antiguidade romana, como o ArcGis e as possibilidades de reconstituição em três dimensões. A mesma diretriz metodológica das pesquisas do LARP é aplicada a seus projetos educacionais. Tendo em vista o papel relevante das Humanidades Digitais⁶ no meio acadêmico, o LARP vem atuando nesse campo desde a sua origem, em 2011, com o desenvolvimento de aplicativos ciberarqueológicos já lançados, ou seja, a utilização da Realidade Virtual cibernética no campo da Arqueologia.

A Arqueologia Romana, tributária da Arqueologia “Clássica” no Brasil, cumpre, no sentido mais amplo, o papel fundamental de analisar a materialidade, entender as práticas e a ocupação dos espaços; bem como as apropriações das paisagens, as representações culturais, as emergências de poder, a conectividade e a multiplicidade de contatos sociais no Mundo Antigo (Fleming, 2014: 11; Teixeira Bastos, 2015: 226). Nesse sentido, o eixo temático do projeto do LARP, **Formas de contato: produção, poder e simbolismo no mundo romano**, é fruto do espectro das investigações de seus membros, distribuído por seis linhas de pesquisa: Ciberarqueologia; Arqueometria; Arquitetura e Urbanismo; Paisagem e Território; Religião e Práticas Mortuárias; e Economia. Ao mesmo tempo, o papel dos projetos educacionais é transmitir o conhecimento gerado pelo Laboratório e estimular a prática científica numa perspectiva inovadora, de modo a contribuir para o desenvolvimento da área no Brasil de forma acadêmica, institucional, educativa, mas também através de mídias de comunicação virtual, como um site na internet, página no Facebook e no YouTube.

Os projetos piloto enquanto ferramenta de gestão e estudo do registro arqueológico, com temas e subtemas de pesquisa acadêmica permeando a elaboração e construção de plataformas, como o Banco de Dados (BAROLO) de uso interno e o desenvolvimento de novos aplicativos, permitem acessar aspectos dos quais geralmente outros tipos de enfoque histórico não se aproximam. O estudo dos processos sociais e históricos, em sua dimensão espacial, possibilita reconstruir e interpretar as paisagens culturais a partir dos objetos que as constituem. Pensar o registro arqueológico e a cultura material desde uma matriz espacial é converter o espaço em objeto de investigação arqueológica.

O êxito da programação de extensão/difusão do LARP revelou-se nos resultados das ações educacionais, ou pesquisas de cunho educativo, desenvolvidas de forma inédita no âmbito nacional. Seus projetos tiveram ampla divulgação junto à comunidade, com destaque para Roma 360; *Domus Romana*; *Domus Redux* e *Domus* com Realidade Aumentada (estes dois últimos projetos são versões de aplicativos *mobile* – acessados por *smartphones* e *tablets* – e são os primeiros projetos ciberarqueológicos brasileiros a ganharem

⁶ As Humanidades Digitais caracterizam-se como campo emergente de estudos (veja: Berry, 2012; Burdick *et al.*, 2012; Champion, 2015; Schreibman & Unsworth, 2004, 2016) que estão empenhadas na coleta, preservação e acessibilidade dos Patrimônios Culturais da Humanidade, assim como na análise de textos e artefatos, usando novas metodologias e novas tecnologias.

versões para a plataforma *Android*, reforçando o caráter pioneiro e difusor de conhecimento que está no cerne do LARP). Versões ainda mais atualizadas de aplicativos *mobile* foram realizadas recentemente: DOMUS Visita Virtual e ROMA 360 Touch (em elaboração).

DOMUS Visita Virtual: é o primeiro aplicativo mobile do LARP voltado para o uso com óculos de Realidade Virtual de baixo custo, tal como o Google Cardboard. O aplicativo possui dezessete cenas pré-renderizadas em formato 360° diretamente do aplicativo DOMUS, lançado em 2013. As cenas representam cada cômodo da casa romana e permitem ao usuário visualizar o ambiente em até 360° ao movimentar a cabeça vestida com os óculos de Realidade Virtual. Para aumentar a imersão e diferenciar o aplicativo como um produto educativo baseado em pesquisas acadêmicas, narrações realizadas pelo pesquisador Anísio Cândido Filho situam o usuário no ambiente visitado, explanando brevemente os principais objetos em cena e o contexto arqueológico dentro do edifício geral da casa.

O aplicativo foi totalmente desenvolvido com o motor gráfico Unity e é distribuído na página Google Play gratuitamente:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LARP.DOMUS_Visita_Virtual&hl=pt_BR (Figuras 1, 2 e 3).

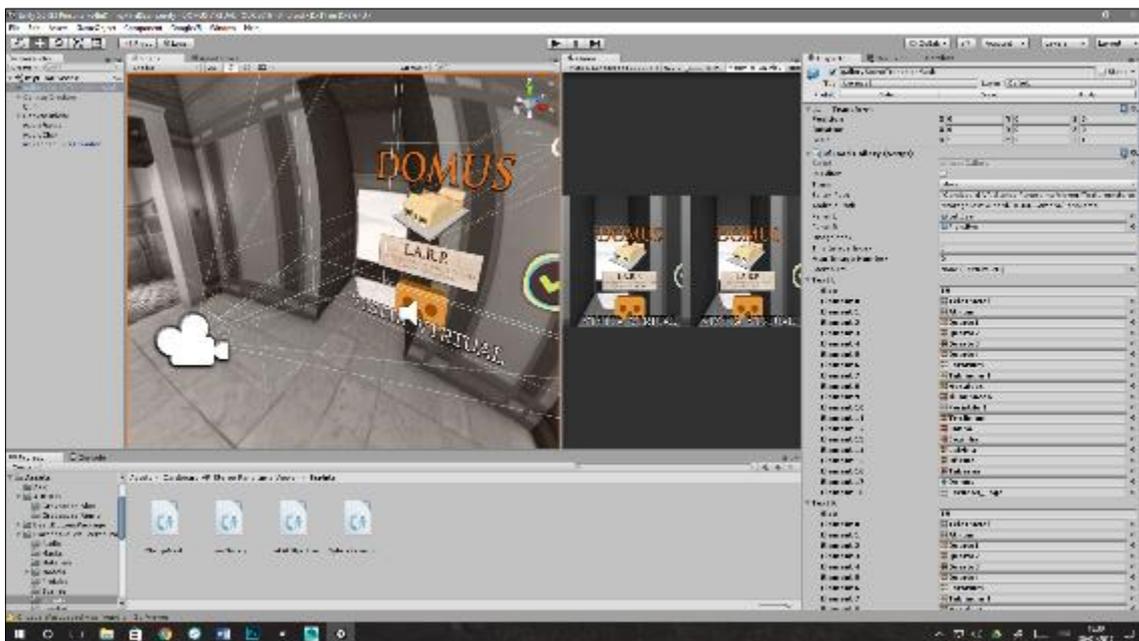


Figura 1: Tela de desenvolvimento no motor gráfico Unity. Realização: Alex da Silva Martire.



Figura 2: Tela do aplicativo mostrando o sistema touchless de navegação (o olhar do usuário determina a interação na tela).
Realização: Alex da Silva Martire.



Figura 3: Tela do aplicativo em funcionamento. Realização: Alex da Silva Martire.

ROMA Touch: em 2013, o LARP lançou seu primeiro aplicativo interativo ciberarqueológico denominado ROMA 360. O aplicativo foi desenvolvido para plataforma Web e também disponibilizado para download como arquivo executável para sistemas operacionais Windows.

Apesar de ser bem recebido na ocasião de lançamento (sendo pauta, inclusive, no programa televisivo da USP: https://youtu.be/f_qi2xV-IC0), o Laboratório recebeu muitos pedidos de professores e usuários em geral para que houvesse uma versão que não ficasse dependente de um computador desktop.

Assim sendo, está em desenvolvimento a versão mobile do ROMA 360, denominada ROMA Touch. Além da utilização de gestos para a navegação pelo mapa interativo, ROMA Touch trará como novidade a atualização dos dados existentes no ROMA 360, oferecendo ao usuário não só a nomenclatura dos mais de 100 edifícios espalhados pelo mapa da cidade de Roma como, também, descrições histórico-arqueológicas de cada edifício em forma de painéis informativos que surgem na tela quando o usuário toca duas vezes sobre o edifício.

Devido ao número de edifícios presentes no mapa, o levantamento bibliográfico para a redação dos textos informativos é uma atividade que demanda tempo para ser finalizada. Assim, a previsão de lançamento do aplicativo ROMA Touch é para o segundo semestre de 2017 (Figuras 4, 5 e 6).



Figura 4: Visão geral do mapa interativo. Realização: Alex da Silva Martire.

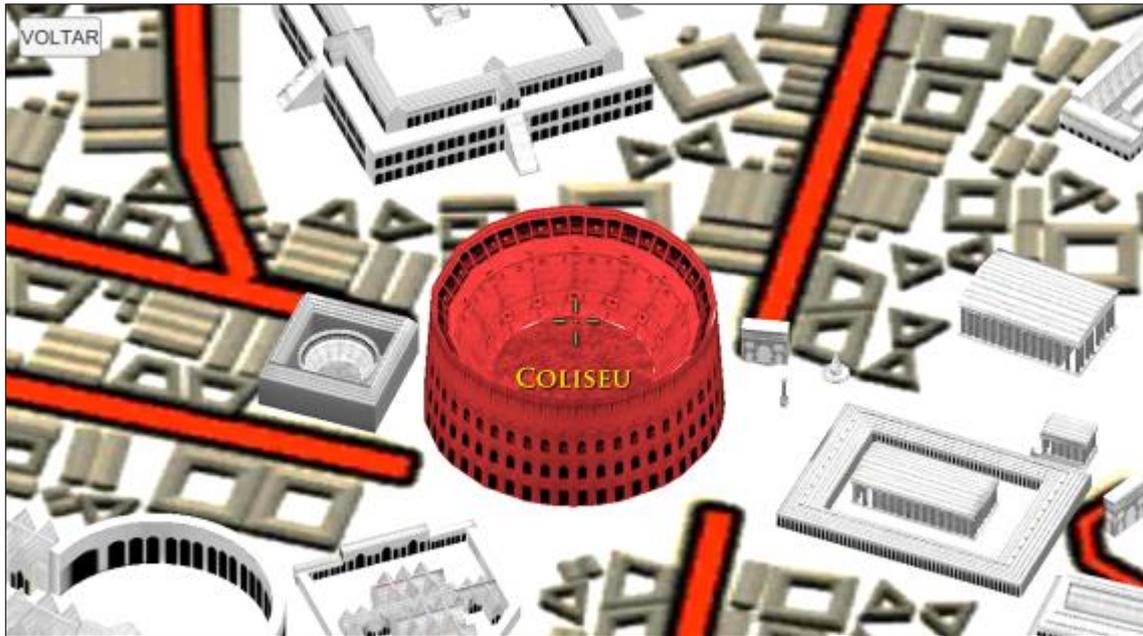


Figura 5: Ao passar o dedo sobre o edifício, aparece sua nomenclatura. Realização: Alex da Silva Martire.



Figura 6: Clicando-se duas vezes sobre o edifício, o texto informativo aparece na tela. Realização: Alex da Silva Martire.
Texto: Felipe Benevenuto Kuzma.

Compõem também o elenco de projetos educativos do LARP:

Mapa Interativo do Império Romano: com o objetivo de fornecer um recurso didático de fácil uso e acesso para professores e alunos em língua portuguesa, este Projeto Piloto foi pensado como um meio de compreensão e discussão do uso do espaço e das redes de conexão dos romanos em uma perspectiva macro em relação à domus romana. O mapa, também em elaboração, é alimentado com informações textuais

gerais e específicas de cada ponto plotado estudado pelos pesquisadores, bem como oferece ao público a visualização do acervo fotográfico do Laboratório (de acordo com as linhas de pesquisa que compõem o Projeto do LARP). Além das fotografias, são selecionados vestígios arqueológicos de destaque para serem modelados tridimensionalmente e apresentados no Mapa. A conjunção de dados textuais e imagéticos revelará os resultados oriundos do subtema Território e Paisagem pesquisado pelo LARP. O produto final, atualizado periodicamente, será disponibilizado no website do Laboratório.

Os projetos do LARP que lidam com mapas estão amparados na relação colaborativa entre os Sistemas de Informação Geográfica (SIG)⁷ e Cibearqueologia. Conscientes de que todas as ideias se concretizam em algum lugar, acontecem em alguma localização, a proposta do LARP é ir além das histórias ou artefatos estarem em algum lugar, da territorialização. Os mapas são representações espaciais da informação, e comunicar por meio de mapas é uma forma de criar novas discussões, inspirar e motivar formas inovativas de aprendizado e apresentação de dados. O conceito de Inteligência Geográfica — projetar e desenvolver tecnologias e software para aplicações baseadas em SIG, com especialização em visualização 3D e mapas 3D — e os geoprocessamentos procuram ressaltar "onde e como" cada fenômeno interage com os demais (Maguire *et al.*, 1991; Câmara *et al.*, 1996; Assad & Sano, 1998). A grande maioria das pessoas hoje em dia carrega dispositivos que contêm geolocalizadores em seus smart phones e a utilização dos mapas digitais se popularizou até o âmbito do privado com fotos e localizações georeferenciadas (*e.g.* Facebook, Check-Ins, Fototeca do Icloud etc.). Portanto, a produção de mapas no LARP, além de integrar dados de diversas fontes, ao criar bancos de dados georreferenciados permite tornar mais simples, objetivas e atraentes análises complexas.

Glossário: as pesquisas dos membros do LARP fizeram uso de vocabulário específico, sobretudo no que tange à arquitetura, religião e artefatos romanos. Esses termos, nem sempre com equivalentes em português, poderão ser acessados por alunos de graduação e demais interessados na área. O Glossário apresentará ao público verbetes redigidos pelos pesquisadores do LARP. A carência de substanciais e confiáveis glossários do período romano em língua portuguesa é facilmente verificada com uma simples busca na internet: todos os materiais encontrados têm falhas no campo descritivo e/ou no campo imagético, fazendo com que os estudantes, professores e pesquisadores tenham de colher informações em diversas fontes fragmentadas. A proposta do Glossário do LARP é justamente preencher essa lacuna existente, apresentando, em um só lugar, todas as informações necessárias aos estudiosos do período romano.

O Glossário é um projeto que está subdividido em três conjuntos menores de verbetes: o GLORIA (Glossário Romano Interativo Arquitetônico), que apresentará a lista de verbetes referentes à arquitetura doméstica e monumental; o SACRUM, que apresentará a lista de verbetes referentes à religião; e o TERMINUS, que apresentará tipologias dos artefatos mais comumente encontrados em contextos domésticos e religiosos.

Os termos dos glossários contarão com descrições detalhadas de cada verbete, bibliografia de referência, imagens do acervo do Banco de Dados do LARP e de livros, e o que os diferencia dos demais glossários

⁷ Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica foram desenvolvidos no Canadá como parte de um programa governamental direcionado aos inventários de recursos naturais e remontam à década de 1960. O pesquisador Roger Tomlinson criou o chamado *Canadian Geographical Information System* e é considerado o pioneiro no campo de estudos. Durante a década de 1970 foram desenvolvidos *hardwares* com recursos mais acessíveis e criaram-se os sistemas comerciais. Nesse contexto a expressão *Geographic Information System* foi cunhada e consolidada.

online já produzidos: modelos tridimensionais interativos dos mais relevantes elementos arquitetônicos, religiosos e de artefatos presentes nas tipologias.

Por fim, destaca-se o fato de que uma parte do glossário tipológico terá seus modelos tridimensionais obtidos a partir de escaneamento digital do acervo presente no Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, permitindo aos usuários de qualquer parte a visualização de alguns artefatos que estavam restritos à visita pessoal no âmbito do Museu. A utilização do escâner 3D permitirá, ao mesmo tempo, a disponibilização das geometrias texturizadas no website e a impressão 3D de artefatos escolhidos pelos pesquisadores.

Instalação Interativa “Roma: Caminhos no Passado”: a instalação interativa consiste na primeira montagem de um sistema de Realidade Virtual imersivo voltado para a pesquisa de Roma Antiga no Brasil. Situada dentro do MAE para acesso público, a instalação é um sistema simples de Realidade Virtual, utilizando um computador, um monitor, um sistema de controladores e óculos HMD (*head-mounted display*) denominados *Oculus Rift* (www.oculus.com). O usuário utilizará os óculos e controladores para caminhar/navegar dentro dos aplicativos desenvolvidos pelo LARP, estando totalmente imerso no ambiente virtual e tendo a sensação de realidade. Dois aplicativos são utilizados na instalação interativa: o primeiro é o *Domus*, lançado durante o projeto anterior do LARP (www.larp.mae.usp.br/rv) e até então restrito ao uso de monitores de computador; o segundo consiste no produto final do projeto de pesquisa de Doutorado de Alex da Silva Martire (bolsa FAPESP, Processo 2012/09004-6) — o aplicativo é a reconstrução tridimensional interativa da antiga zona de mineração romana denominada Vipasca (atual Aljustrel, em Portugal).

Desse modo, pretende-se ampliar a interatividade dos produtos desenvolvidos pelo LARP ao mesmo tempo em que se insere no âmbito do MAE a temática da Ciberarqueologia, que está relacionada diretamente com a Realidade Virtual. Sendo assim, o objetivo final, para além da avaliação de recepção dos produtos desenvolvidos pelo laboratório, é o de colaborar com as propostas educativas que são realizadas pelo setor responsável do Museu (ainda sobre esse assunto, ressalta-se aqui a impressão de objetos 3D específicos que o LARP fará para trabalhar junto aos alunos que visitam o MAE).

Projeto Herculano: em elaboração, este projeto piloto “O último banquete em Herculano” será em forma de jogo do tipo *point and click*, com um roteiro em sintonia com a temática do Projeto acadêmico e pesquisas dos membros do LARP.

NOVAS TECNOLOGIAS E ARQUEOLOGIA

Dentre as ciências humanas — talvez com exceção da Geografia — nenhuma tem um apreço tão grande pelas novas tecnologias quanto a Arqueologia. De fato, os desenvolvimentos na Arqueologia vão de par com os da tecnologia e estão mesmo intrinsecamente ligados a ela: basta lembrar a importância do surgimento dos computadores para a Nova Arqueologia e da revolução que a aplicação do SIG está causando nas pesquisas direta ou indiretamente relacionadas à Arqueologia Espacial e à Arqueologia da Paisagem. Ainda nesse contexto, o uso da Realidade Virtual associado ou não ao emprego das impressoras e escâneres 3D é uma vertente mais específica, surgida recentemente, que tem em comum o apelo da multidimensionalidade fora e

dentro de telas. A Realidade Virtual pode ou não se beneficiar dos escâneres. Peças e recortes espaciais que existem no mundo real podem ser passados para a tela de um computador ou para um filme e se propagarem muito além do espaço circunscrito onde estão localizados. As possibilidades são enormes, mas podem ser compreendidas nos seguintes campos: primeiro, criar registros de escavações como nunca antes existiram; em seguida, obter detalhes de vestígios arqueológicos que seriam mesmo difíceis de serem verificados a olho nu; criar acervos de uma qualidade superior e, por fim, permitir a propagação de conhecimentos e a aproximação a um público mais amplo.

Como ponto de partida, é preciso indicar que a impressão e escaneamento 3D são duas etapas diversas cujos usos também são dissonantes. O escaneamento 3D pode ser utilizado — de acordo com os equipamentos, é claro — para recolher dados de sítios arqueológicos e de extensões de terreno (Forte, 2014), mas também pode servir para a recolha de informações dos objetos arqueológicos. Em um documento sobre o tema criado pelo *English Heritage*, são elencadas as seguintes possibilidades, das quais aqui se faz uma adaptação (Forte, 2014: 4-5):

- Registro antes de uma intervenção, como para a renovação e para o estabelecimento de um projeto de design;
- Registro em caso de destruição futura, como uma escavação ou uma modificação;
- Monitoramento das mudanças no tempo. É feito um escaneamento de tempos em tempos para que possa haver tal controle;
- Produção de um modelo digital capaz de gerar uma réplica ou um substituto, em caso de restauração;
- Produção de um modelo tridimensional para animações e ilustração usadas em instituições culturais ou como recurso educativo;
- Auxílio na compreensão das características arqueológicas e sua relação com a paisagem contribuindo para a compreensão sobre o desenvolvimento de um sítio e sua importância para a área;
- Trabalho com escalas antes de difícil acesso, como marcas de ferramentas ou a cobertura de uma vegetação;
- E análises espaciais, impossíveis sem as informações tridimensionais, como um exagero na elevação.

Como eles próprios afirmam, é importante lembrar que, mesmo nesses casos, outras tecnologias são necessárias para trabalhar e compreender as informações. A fotografia tem aqui um papel importante, na medida em que pode fornecer uma narrativa para o registro dos objetos, enquanto mapas e desenhos ajudam na interpretação.

A impressora 3D tem outra função, a de materializar uma ideia ou uma réplica — numa escala variável — para fins diversos. “A digitalização também pode melhorar a acessibilidade do objeto, auxiliar o entendimento de especialistas ou melhorar o envolvimento com o público em geral” (English Heritage, 2011: 4).

É claro que o uso de escâneres e impressoras 3D pode trazer resultados surpreendentes, por exemplo, utilizando representações em escalas que permitem ver os artefatos de pontos de vista diversos, e levar as pesquisas para onde jamais se imaginou; contudo, como sempre, o cerne da questão está em utilizar a tecnologia para responder às perguntas que se colocam no trabalho arqueológico. Também a tecnologia do escâner tem suas especificidades: a primeira é que, sobretudo, se obtém a informação superficial dos objetos

e territórios; ao mesmo tempo, é dispendiosa, lenta e limitada, dependendo do aparelho. Logo, é necessário saber *a priori* o que se deseja fazer e assim estruturar um planejamento condizente ao tempo, material e pergunta a ser respondida. Ainda é fundamental ter em mente como esses arquivos serão armazenados e disponibilizados para outros pesquisadores (cf. <http://guides.archaeologydataservice.ac.uk/g2gp/Main>).

O LARP, através da compra de ambos os equipamentos, criou outro projeto, cujos objetivos se enquadram em *Produzir um modelo tridimensional para animações e ilustração usadas em instituições culturais ou como recurso educativo*, o que possibilita a acessibilidade e auxilia na compreensão.

A IMPRESSÃO 3D E OS PROJETOS DO LARP

Com os recursos da FAPESP — que tem apoiado os projetos do Laboratório — foram comprados para o LARP escâner e impressora em dimensões mais reduzidas, que têm o propósito de criar protótipos experimentais que possam servir para fins acadêmicos e educativos, uma área na qual o Laboratório já tem trabalhado. O objetivo principal é escanear objetos arqueológicos de tradição cultural romana do acervo do próprio MAE, para criar um kit didático.

Sobre o kit didático, o Museu de Arqueologia da USP, onde está sediado o LARP, conta com um serviço educativo que, precisamente, já tem kits didáticos que podem ser utilizados pelos professores mediante formação prévia. Esses kits são compostos por réplicas de objetos arqueológicos e devem ser utilizados segundo uma proposta pedagógica preparada pelo próprio setor educativo do Museu. O problema que se coloca é que são poucos os kits, e são feitos com materiais perecíveis e bastante delicados, já que procuram reproduzir os materiais originais.

É dentro dessa questão que a proposta aqui apresentada se coloca. O LARP produzirá de maneira experimental um grupo de réplicas de objetos arqueológicos de modo a testar em primeiro lugar a própria tecnologia para depois avaliar os resultados e sua eventual reprodução. Por exemplo, um primeiro teste visando reproduzir uma coluna dórica numa escala mais reduzida mostrou a necessidade de melhorar o encaixe interno que permitirá sua montagem mais adequada (Figura 7). A coluna é um bom exemplo de opção para o kit didático, primeiro por sua praticidade, já que pode ser desmontada, a exemplo das colunas antigas, que seriam compostas por “tambores”, e porque é um objeto do mundo antigo, mas também está presente no cotidiano dos alunos, servindo, a exemplo de outras aplicações didáticas já realizadas (Tauhyl *et al.*, 2015: 85-103), como ponto de ancoragem para o trabalho sobre as relações entre “mundo antigo” e presente.

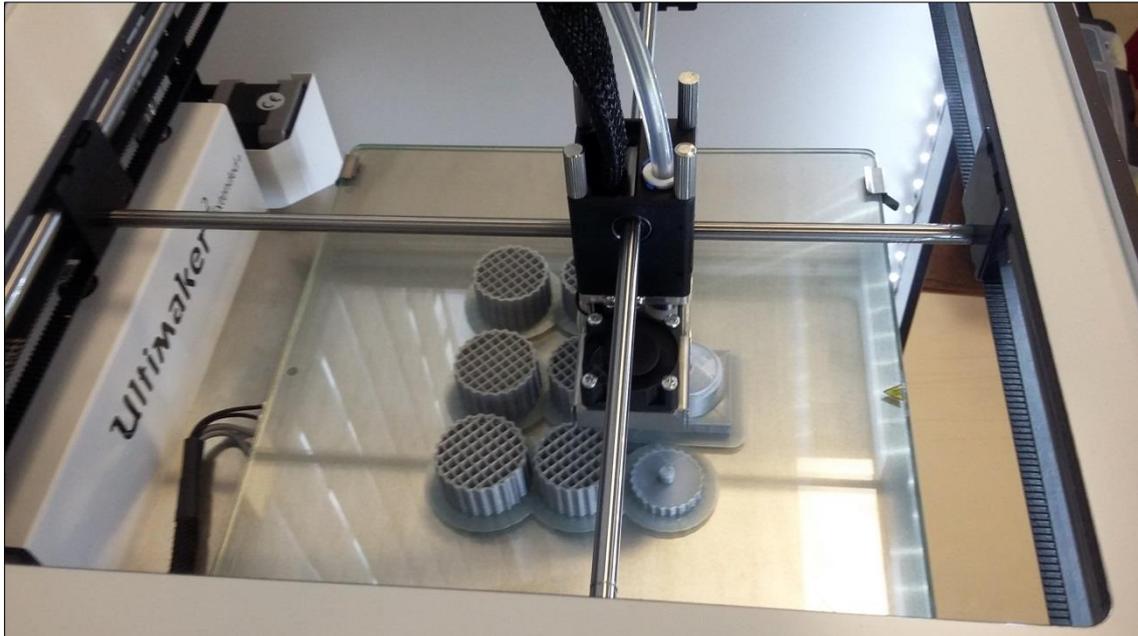


Figura 7: Coluna sendo impressa. Foto: Tatiana Bina.

É necessário que fique claro que o projeto não inclui uma reprodução em larga escala já que, para tanto, outras empresas poderiam, a partir de moldes, fabricar de maneira mais otimizada um número maior de objetos. As razões são várias, mas a principal é que isto não cabe nas funções de um laboratório universitário. Tampouco é objetivo atender às escolas em larga escala: o LARP tem procurado cumprir a sua responsabilidade social de divulgação do conhecimento científico criando modelos e propostas que possam ser utilizadas por educadores de todo o país. O objetivo que o LARP se propõe é de produzir propostas e conteúdos inovadores que possam ser replicados em outros lugares. Assim, para além de alguns kits a serem fornecidos para instituições e professores específicos com os quais já se tem desenvolvido um relacionamento, é possível que outras instituições universitárias ou educativas possam reproduzir em suas impressoras algumas peças selecionadas pelo LARP para o escaneamento em conjunto com o material de apoio didático.

Sem dúvida, uma das desvantagens com relação aos kits de onde se busca a inspiração é que os materiais serão divergentes, e esse aspecto deverá ser explorado pelos educadores. Contudo, a sua principal vantagem reside no mesmo fator: como o material é uma resina plástica, sua durabilidade e seu preço fazem com que sua utilização, manutenção e conservação sejam mais práticas do que com materiais que reproduzam os originais.

DIGITALIZANDO (E CONCRETIZANDO) O PASSADO: EXPERIÊNCIAS INICIAIS DO LARP

Para a elaboração dos kits didáticos — bem como alimentar o Banco de Dados e o Mapa Interativo em desenvolvimento no Laboratório — vêm sendo utilizados dois equipamentos considerados, no mercado, como dispositivos *mid-range* (intermediários), ou seja, são aparelhos de qualidade superior a muitos outros que existem, mas que não se enquadram em uma qualidade de produção industrial. A opção por tais

equipamentos, mais do que um reflexo direto da limitação de verba, se deu por causa da restrição espacial do LARP dentro do Museu, e também, como dito acima, pelo caráter de criação de protótipos mais do que o de produção em larga escala.

O escâner 3D adquirido foi o *NextEngine*, da empresa homônima. O *NextEngine* tem sido muito utilizado em laboratórios universitários e museus ao redor do mundo devido ao seu tamanho compacto e grande versatilidade. O outro equipamento utilizado no laboratório é a impressora 3D *Ultimaker 2+ Extended*, da empresa *Ultimaker*. As impressoras *Ultimaker* são reconhecidamente as melhores do mercado, apresentando custo acessível para instituições e grande qualidade de impressão (embora, obviamente, não se equiparando às impressoras industriais). As especificações técnicas de cada equipamento podem ser vistas na Figura 8.

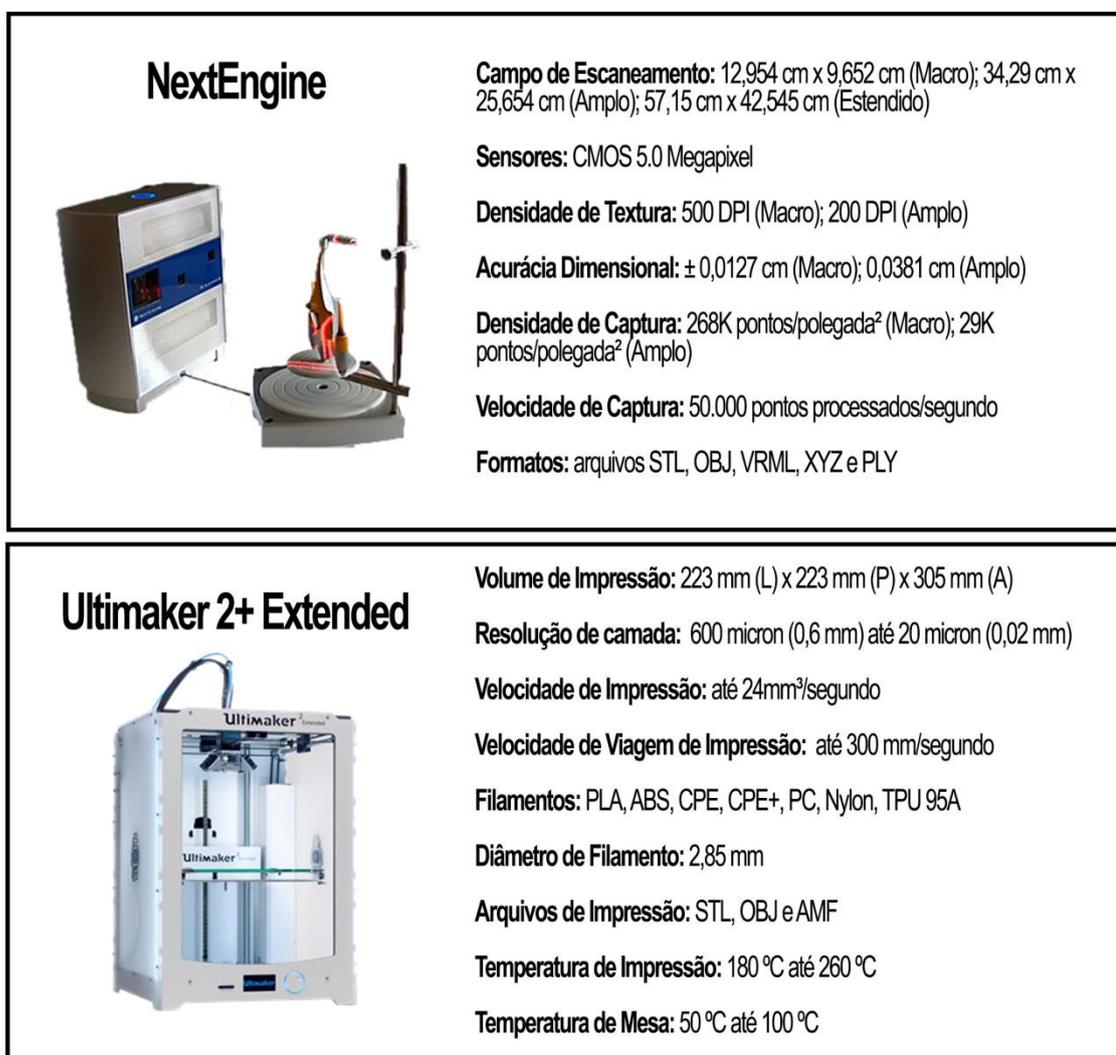


Figura 8: Especificações técnicas do Escâner 3D *NextEngine* e da Impressora 3D *Ultimaker 2 + Extended*.

Como todo equipamento de escaneamento *desktop*, o *NextEngine* requer computadores com grande quantidade de memória RAM para capturar os dados (o fabricante sugere 16GB) e placa de vídeo dedicada para a edição da nuvem de pontos e pós-processamento da malha tridimensional. Esse fator

deve sempre ser levado em consideração pelas instituições que pretendem escanear seus acervos: um escâner 3D acoplado a um computador com especificações aquém das mínimas será contraproducente. Em nosso caso, o computador utilizado contava com a seguinte configuração original: CPU Intel Sandy Bridge-E Core i7 3960X, 32GB RAM, Disco Rígido de 3TB e 7200RPM, e uma Placa de Vídeo Nvidia Quadro 4000 (Fermi) 2GB GDDR5 256-Bit. Contudo, após os primeiros testes de escaneamento de lucernas romanas, ficou constatado que o computador conseguia obter a nuvem de pontos de modo satisfatório, mas não conseguia editá-la quando a resolução estava configurada para o máximo, ocorrendo travamentos na máquina. Uma vez que tanto a CPU como a quantidade de memória RAM estavam acima dos requisitos mínimos do fabricante do escâner, foi necessário realizar um *upgrade* tanto na placa de vídeo como no disco rígido. Optamos, então, por substituir o disco rígido mecânico de 7200 RPM por um SSD (*solid-state drive*) de 960GB de armazenamento, trazendo velocidades de escrita e leitura de dados até dez vezes mais rápidas que as do disco rígido anterior; também efetuamos a substituição da placa de vídeo Nvidia Quadro 4000 2GB pelo modelo mais avançado atualmente no mercado, a Nvidia GeForce GTX 1080 8GB. Embora, em um primeiro momento, possa soar estranho a substituição de uma placa de vídeo com especificações voltadas para a Arquitetura (Quadro) por um modelo de características centradas em jogos (GeForce GTX), a nova arquitetura de processamento Nvidia Pascal aliada aos 8GB GDDR5X de memória e *clock* de 1733 MHz da placa GTX 1080 conseguem superar em todos os aspectos a antiga placa da série Quadro. O conjunto SSD e GTX 1080 permitiu, então, trabalhar na edição de pontos de nuvem de dados escaneados sem quaisquer problemas de lentidão ou travamento. Por fim, cabe ressaltar que a série GTX 1000 traz consigo características específicas voltadas para a utilização de óculos de realidade virtual, permitindo ao LARP a utilização de mais um computador voltado ao desenvolvimento imersivo.

Trabalhando em conjunto com o escâner 3D, a impressora é utilizada para concretizar as digitalizações dos artefatos (além de imprimir objetos modelados diretamente em 3D, como a coluna dórica acima mencionada). Os dois tipos de filamentos utilizados no laboratório têm sido o PLA (material mais maleável) e o ABS (material mais resistente) em cores variadas, permitindo-nos criar uma cor básica para cada objeto que, posteriormente, pode ser pintado com tinta acrílica para aperfeiçoamento do acabamento.

Contudo, por ser um equipamento novo no âmbito do LARP — e do MAE como um todo —, ainda estamos nos adaptando a essa nova tecnologia de impressão. Imprimir em 3D requer desenvolvimento de habilidades específicas, que demandam tempo devido aos vários testes que devem ser feitos até atingir o ponto ideal de temperatura de impressão ou velocidade de extrusão de material, por exemplo. Soma-se a isso um fator negativo presente em todas as impressoras 3D do mercado: o tempo de impressão. Quanto maior a resolução pretendida, ou seja, quanto mais se desejar que as camadas impressas fiquem quase imperceptíveis à distância, maior é o tempo despendido. Em alguns testes realizados, uma lucerna de 15 cm de comprimento e 5 cm de altura, em resolução padrão de 0.15 mm e densidade de preenchimento de 18%, levou cerca de sete horas para ser impressa — em uma resolução ainda mais alta, a de 0.02 mm e 22% de preenchimento, levaria, na simulação, quarenta e sete

horas para finalizar. Desse modo, é necessário sempre encontrar um equilíbrio entre qualidade de impressão e o tempo destinado a ela: levando-se em consideração o horário de funcionamento do museu no qual o LARP está sediado, trabalhamos com estimativas de, no máximo, nove horas de impressão ininterruptas. Por motivos de segurança não deixamos a impressora trabalhando durante a noite.

Além da relação entre resolução e tempo de impressão, estamos, no momento, trabalhando com diversos meios de pós-produção de nossos materiais impressos. Para que a peça não se desmantele, é necessário sempre imprimir com suportes de sustentação para partes que, de outro modo, ficariam suspensas no ar. Esses suportes, como todos que trabalham com 3D impressos apontam, são difíceis de ser removidos, uma vez que ficam presos fisicamente à estrutura principal. Assim, inicia-se, após o término da impressão, uma longa etapa de desgaste do material excedente, que deve ser feita com muita atenção para não prejudicar a peça principal: os suportes maiores são cortados com alicate e o material restante é lixado manualmente até que desapareça a ligação entre ele e a peça. O lado negativo desse desgaste é que ranhuras acabam ficando visíveis na peça final, mesmo que não haja mais excedente a ser lixado. Uma solução encontrada para amenizar essa questão estética foi a aquisição do *software Simplify3D*, um fatiador (*slicer*) profissional de arquivos voltados para impressão tridimensional. O *Simplify3D* possui tecnologia de suportes que agredem muito pouco a peça final, melhorando significativamente a retirada de material sem deixar marcas visíveis.

Assim sendo, o trabalho de digitalização e impressão (concretização) de artefatos é algo que demanda muito tempo e paciência por parte dos pesquisadores até se chegar ao resultado satisfatório. Por se tratar de um laboratório acadêmico com extroversão de resultados junto ao público geral, o LARP vem trabalhando com digitalizações e impressões únicas, a fim de se tornarem matrizes para moldes que possam ser reproduzidos posteriormente (em resina ou gesso). Por ora, podemos afirmar que somente a rotina de trabalho com essas novas tecnologias fará com que pesquisadores desenvolvam suas habilidades nessas áreas, mas que isso, ao contrário do que possa parecer, não deve ser encarado como um desestimulante: o leque de trabalho ofertado pelo conjunto de escâner e impressora 3D em instituições de ensino e museus é variado, permitindo, ao mesmo tempo, divulgar trabalhos analíticos por meio do escaneamento, e extroversão de resultados ao público por meio de impressões tridimensionais.

AGÊNCIA DA CULTURA MATERIAL E AS LUCERNAS⁸ DO MAE-USP EM 3D

Analisar contextos arqueológicos de forma abrangente e inclusiva auxilia a ilustrar os contextos culturais e históricos em sociedade; por sua vez, estes estão, na maioria dos casos, relacionados às

⁸ A lucerna, ou lamparina, é um objeto cerâmico de iluminação, provido de um bocal para o pavio numa extremidade e uma abertura, geralmente central, para a colocação do combustível (comumente azeite). O recipiente apresenta formas variadas de acordo com o período de sua fabricação, sendo as mais frequentes as circulares, semicirculares, piriformes ou amendoadas. O MAE tem em seu acervo uma significativa coleção de lucernas gregas, helenísticas e romanas que formam o primeiro conjunto de objetos utilizados no projeto piloto de impressão 3D com finalidade educativa. São exemplos da materialidade aqui analisada em sua relação com a agência.

múltiplas ocupações do espaço em dada geografia e paisagem. Podemos afirmar que a relação entre as práticas sociais e o mundo material não é passiva, que os artefatos são “portadores de mensagem” e oferecem uma oportunidade singular para a investigação e interpretação das diferentes condições sociais existentes, tanto na perspectiva ética quantoêmica (Beaudry *et al.*, 2007: 101). A atual corrente de pensamento presente na Arqueologia Pós-processual propõe o emprego do termo “agência”, em uma oposição direta ao termo “comportamento”, para dar conta dos estudos arqueológicos relacionados aos artefatos e à ação humana. O termo “comportamento” estaria mais especificamente ligado ao behaviorismo, criticado amplamente por implicar em uma visão passiva da ação humana no mundo, predominantemente entendida como estímulo-resposta. A corrente experimental presente na Arqueologia (*e. g.* Stone & Planel, 1999; Mathieu, 2002), por sua vez, observa que a ação humana e o significado da vida social acontecem através da contextualização e da mediação das regularidades e das indeterminações dos fenômenos observados e experimentados no espaço vivenciado. O estudo dos contextos arqueológicos, portanto, está relacionado à recuperação de estruturas de significados das ações humanas passadas e as suas possíveis implicações na sociedade vigente do período. É, digamos, o espaço onde as relações de significado estão constituídas e localizadas.

A noção de que a cultura material é ativa deriva, assim, da crítica de que os sistemas sociais responderiam previsivelmente a eventos geopaisagísticos condicionantes e produziram cultura material como subprodutos dessas respostas. A ênfase na intencionalidade dos indivíduos se tornou central para as discussões que procuraram colocar o conceito de agência em discussão, agência passou a ser um descritivo para os recursos necessários para agir (Hodder, 1982, 1986; Miller & Tilley, 1984; Shanks & Tilley, 1987; Gosden, 1994: 77; Fleming & Teixeira-Bastos, 2015: 57-62). Agência, portanto, abriga a ideia da materialidade além do conceito de comportamento. Os artefatos ajudam a materializar, restringir e permitir as ações. Os indivíduos utilizam-se ativamente da cultura material em suas estratégias relativas às práticas diárias e tomada de decisões, que por sua vez, inevitavelmente são múltiplas, concorrentes, contraditórias e a todo tempo em mudança. Esses recursos materiais e simbólicos (informativos e associativos) estão relacionados ao controle de bens de prestígio, conhecimento tradicional, esotérico, classificações, posições, status e outras categorias sociais.

O escaneamento das lucernas romanas contidas no MAE (Figura 9) trabalha com a perspectiva da agência da cultura material, uma vez que produzindo réplicas permite-se a maior democratização da manipulação dos objetos e fomento de novas percepções e cognição sobre a antiguidade romana. Os artefatos funcionalmente apropriados pelo público geral auxiliam a estabelecer modelos duradouros para o que se pensa ser a prática relativa a dada materialidade, ao mesmo tempo em que ajuda a estabelecer pontos de referência para o público geral classificar competências, adesão aos padrões de consumo e de grupo, além de outras relações cognitivas (Dobres, 1995; Dobres & Robb, 2000; Wobst, 1999, 2000). Os artefatos em 3D empregados em tarefas de educação e aprendizagem causam maior impacto sobre o entendimento de valor e materiais, alterando a maneira como os indivíduos se relacionam com um objeto, alterando, portanto, atributos cognitivos. A manipulação de vestígios arqueológicos

reproduzidos em laboratório também aumenta as capacidades de inferências sobre o papel social que os materiais têm no campo social.



Figura 9. Lucerna romana circular com bico redondo e disco central, sécs. I-III EC. Acervo MAE-USP. Exemplar digitalizado e impresso em 3D. Realização e foto: Alex da Silva Martire.

Os artefatos são projetados para influenciar a forma como as pessoas interagem e chegam a conhecer a Antiguidade Clássica, assim como uns aos outros (as relações de alteridade). Essa perspectiva procura trazer mudanças na forma como as pessoas avaliam os artefatos arqueológicos (muitas vezes inacessíveis à manipulação em Museus e Reservas Técnicas) e fornecer uma "ferramenta" de leitura das intenções individuais e de grupos no passado, além de portar a capacidade de modificar e aperfeiçoar as leituras herdadas. Nas palavras de Jones (2007: 39):

Coisas são essenciais e intersticiais para ações humanas eficazes. A ideia de agência nos ajuda a perceber que nem todos os objetos são tratados da mesma maneira; alguns são abstraídos das profundezas do meio ambiente e lhes é concedida especial atenção por sua capacidade de agenciamento de ações.

A REPRODUÇÃO DE VESTÍGIOS ARQUEOLÓGICOS E SUA APLICABILIDADE EM AMBIENTE EDUCATIVO: APRENDENDO COM OS OBJETOS

Sendo os artefatos veículos para a leitura e interpretação de indivíduos e grupos do passado, destaca-se aqui seu potencial educativo. A reprodução de vestígios arqueológicos é produto final de um processo integral de tecnologia e conhecimento científico, destinado ao trabalho pedagógico. A utilização e consumo desses objetos por docentes e educandos pretendem não apenas incrementar o cotidiano em sala de aula, mas também estimular a compreensão sobre suas etapas de elaboração, favorecendo a comunicação entre Educação Básica e universidade.

O ensino de História, nas últimas décadas, tem recebido importantes contribuições de pesquisas no campo da Pedagogia, as quais pretendem compreender a dinâmica de ensino-aprendizagem a partir de

múltiplas fontes para o conhecimento histórico. Este movimento de renovação vincula-se diretamente às investigações sobre a questão do aprender e como o saber histórico é produzido e apropriado por meio de impressões *em e acerca da* História (Barca, 2001a, 2001b; Ashby, 2006; Carretero, 2008; Lee, 2011).

O saber histórico escolar, entretanto, constitui uma área de investigação diversa do objeto da História “ciência”. A versão da História escolar direciona-se a um entrelaçar da História científica e da História ensinada, cada qual com seus próprios elementos e problemáticas. Dessa maneira, o ensino de História leva em consideração a autonomia e a independência disciplinares relativas ao trabalho da História na Academia e as atividades do cotidiano em sala de aula (Abud *et al.*, 2010: 9-10). Os desafios do ensino de História na Educação Básica possuem, portanto, seus próprios ritmos e entraves.

O desenvolvimento do indivíduo, a partir da perspectiva vigostkyana⁹, transcorre sob condições dinâmicas. O processo de inserção cultural se encontra sobreposto aos processos de crescimento, maturação e desenvolvimento orgânico (Gomes, 2012). Assim, é possível definir a aprendizagem como um processo pelo qual se aprende e se apropria de um conteúdo de experiência humana, alicerçado no desenvolvimento psicossocial do ser e seu relacionamento com o entorno. A aprendizagem, a fim de que se torne efetiva, está sujeita a fatores internos (biológicos ou emocionais) e a fatores externos (ambiente onde se dá a aprendizagem e os recursos utilizados). A capacidade cognitiva, portanto, não provém unicamente de funções orgânicas, mas é dependente da adequação do ambiente de aprendizagem às necessidades do indivíduo. No processo de aprendizagem, coincidem um momento histórico, uma etapa genética da inteligência e um sujeito associado a outras tantas estruturas teóricas (ideologia, operatividade e o inconsciente) (Paín, 1981:15).

A aprendizagem em História pretende levar o educando a sentir-se parte de um amplo meio social, compreendendo as determinações sociais, temporais e espaciais presentes na sociedade. Aprender a pensar historicamente requer múltiplas habilidades do estudante, como avaliar evidências e interpretações, analisar as mudanças ao longo do tempo e raciocinar a partir de causas e consequências. Essas habilidades estruturam-se a partir da formação de competências que demonstrem o sentido de continuidade e fluidez entre passado e presente (Carretero, 2008). O ensino de História deve fornecer subsídios para a leitura de mundo por parte dos educandos, assim como estimular a busca e o gosto pela reflexão, debate e permanente construção do conhecimento.

Segundo Hooper-Greenhill (1998), existem três formas de estabelecer contato com o material que se deseja aprender. Primeiramente, a forma *simbólica*, abstrata e de caráter essencialmente verbal, requer aptidões complexas e atua, geralmente, em um alto nível de uso linguístico. A segunda, a forma *icônica*, consiste em aprender a partir do visual ou outras representações da realidade: quadros, desenhos e filmes. Esta é uma forma mais concreta de aprendizagem. A terceira, a forma *ativa*, é aquela que conduz a aprendizagem por meio de coisas reais — os objetos — ou por meio de pessoas, feitos ou atividades. Esta última forma de abordagem é aplicável a qualquer pessoa com qualquer nível de amplitude de

⁹ Lev Semenovitch Vygostky (1896-1934) é o principal representante da Psicologia Histórico-Cultural e estabeleceu as bases para a reflexão sobre o desenvolvimento cultural do indivíduo e sua relação com a aprendizagem. Em linhas gerais, Vygotsky (2000) considera que a apropriação dos instrumentos culturais favorece a humanização do indivíduo, ao estimular o desenvolvimento de aptidões cognitivas mediadas pela cultura. Fundamenta a ideia de que as mediações fornecidas às crianças devem ser ricas em oportunidades de aprendizagem, pois ao se dar sentido a objetos, valores, experiências vividas e papéis sociais, criam-se oportunidades para o desenvolvimento de funções psíquicas superiores (linguagem, memória, criatividade, emoções).

conhecimentos, por isso, é capaz de processar novas experiências e desenvolver no educando uma dimensão pluralista da inteligência. Ainda segundo a pesquisadora, somente recordamos aproximadamente 10% do que lemos, uns 20% do que fazemos, 30% do que vemos, 70% do que dizemos e 90% daquilo que executamos. Assim, a aprendizagem significativa deve contemplar atividades interativas e participativas, uma forma *ativa*, que envolva o educando a fim de que interprete o conhecimento mediante um intercâmbio de conhecimentos e trocas interpessoais.

A pesquisa em História, desde meados do século XX, tem se baseado em novos referenciais multidisciplinares, ao levar em consideração diversos tipos de documentos e questionar a excelência das fontes escritas. Essa mudança de referencial tornou o cotidiano tema de investigação e atribuiu aos artefatos — tudo aquilo que os seres humanos criam, produzem, utilizam e consomem — uma trajetória histórica. Dessa maneira, as mudanças e permanências dos artefatos ao longo do tempo propiciam um rico material de estudo na constituição das sociedades (Abud *et al.*, 2010: 9-10).

A Arqueologia, ciência que por excelência investiga e teoriza sobre a cultura material de sociedades antigas, desempenha um papel proeminente na análise e interpretação dos artefatos e, por isso, fornece um arsenal investigativo substancial para os estudos históricos. Como já bem assinalou o memorável historiador francês Marc Bloch (2002), o historiador jamais deve ignorar “a imensa massa de testemunhos não escritos, os da arqueologia em particular”. O saber histórico constrói-se a partir da pluralidade dos vestígios deixados pelo homem e o raciocínio arqueológico é uma ferramenta transigente na construção de significados sobre o passado.

No que concerne à esfera educativa, o uso do objeto em sala de aula ou na aproximação escola-museu tem revelado possibilidades múltiplas de aprender e pensar a História. Dentre as renovações metodológicas no ensino está a utilização dos objetos como vetores de uma aprendizagem significativa e sua utilização nos estudos sobre povos do passado opera no sentido de compor um argumento crítico e proporcionar situações de ensino-aprendizagem que levem o educando a perceber a “historicidade das coisas”. As propostas do uso da materialidade em sala de aula caminham na direção à interpretação do artefato como fonte de reflexão na percepção da multiplicidade dos tempos (Ramos, 2004; Tauhyl, 2013). O objeto antigo não deve ser interpretado como mera ilustração para as aulas, mas sim como indutor de situações de aprendizagem significativas.

O contato com a esfera material no ensino deve partir de sensibilizações que provoquem o raciocínio sobre o tempo presente. Apenas a partir da reflexão sobre o uso dos objetos no dia a dia e suas funções no cotidiano, será possível construir com os educandos procedimentos pedagógicos que culminem em determinadas concepções do saber histórico, isto é, somente o ato de reflexão sobre o presente vivido poderá fornecer bases sólidas para construir conhecimento, uma vez que o conhecimento do presente já pressupõe referências sobre o passado (Ramos, 2004: 21). O objeto precisa ser lido, analisado e interpretado de maneira crítica, do mesmo modo como se aprende a ler palavras.

É importante ressaltar, entretanto, que o objeto antigo está fora de seu contexto de uso. Ao chegar até o presente, passou por um uso, descarte, prospecção e, finalmente, seleção. Além disso, deve-se olhar para os objetos a partir de uma apropriação do meio natural, da capacidade técnica do ser humano em criar e da própria função simbólica que carregam. Quando se possui um objeto antigo em mãos, obtém-se um

documento estruturado a partir de duas realidades, uma funcional e outra simbólica. Portanto, o caminho para se interpretar o artefato historicamente é pensá-lo por meio do desvelamento de um processo que o compreenda como produto, técnica e símbolo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:
A REPRODUÇÃO DE VESTÍGIOS ARQUEOLÓGICOS E A PROPOSTA EDUCATIVA DO LARP

O LARP estrutura-se em eixos temáticos que compreendem a prática da Arqueologia como um saber em permanente construção. O diálogo com o público compõe-se a partir da divulgação das pesquisas em artigos, teses, mesas redondas e também na construção de um amplo projeto cibernético¹⁰ alicerçado nas pesquisas dos integrantes do laboratório e na concepção de que o acesso ao recurso digital é um instrumento de apropriação do patrimônio cultural que favorece a construção coletiva do conhecimento.

As ações educacionais do LARP estão voltadas à construção de ambientes virtuais interativos em 3D, por meio da reprodução de vestígios arqueológicos, sejam eles estruturas, sítios de prospecção, ou até mesmo artefatos com a possibilidade de impressão 3D. A pesquisa, produção e finalização contam com uma integração entre temas transversais e inclusão digital, propondo um vínculo entre passado e presente que não tende à anacronia, mas sim à compreensão de que o homem antigo, assim como o moderno, encontrava uma série de soluções para problemas cotidianos de ordem material e simbólica.

Por meio de ações educativas realizadas pelo LARP, como a aplicação e experimentação do projeto em ambiente escolar (Tauhyl *et al.*, 2015) e workshops e treinamentos de capacitação com docentes de Ensino Básico e educadores (<http://www.usp.br/aun/exibir?id=7946&ed=1407&f=39>), procura-se salientar a possibilidade da exploração de novos tipos de documentos para o ensino de História e sua posterior reflexão e avaliação pelo docente/educador. Ao mesmo tempo, procura-se divulgar e fazer-se apropriar de raciocínios arqueológicos como uma ferramenta importante no entendimento de sociedades antigas.

Um dos maiores desafios do ensino de História e, em especial a História Antiga, é lidar com o recuo a um tempo longínquo e, a partir dele, construir conexões e significados. Segundo Barca (2001a), o desafio de compreender o campo da cognição em História e avaliar a aprendizagem reside no entendimento dos processos cognitivos do sujeito ao pensar em História por meio do exame de relações entre ideias tácitas (ideias construídas a partir da própria vivência) e os conceitos próprios da disciplina, quer de natureza substantiva, quer de natureza epistemológica (como a interpretação de fontes). Dessa maneira, pode haver a formação de “neblinas” no raciocínio do educando ao separar real e imaginário, concreto e abstrato, incorrendo em anacronias inconscientes.

Além disso, constata-se no raciocínio dos educandos uma tendência ao *presentismo*. Como bem pontua Carretero (2008: 136), tal tendência inclina-se em direção ao egocentrismo, relacionado à carência de *empatia histórica*, a qual pode ser traduzida numa dificuldade crescente por parte dos educandos em compreender as ações e emoções dos atores em seu contexto histórico. Um evento histórico, similar a outro, que sob certas circunstâncias produz um determinado efeito, poderia desencadear uma sequência similar em

¹⁰ Considera-se nesse ponto o projeto de extensão do LARP como um todo, o qual visa à integração entre Ciberarqueologia, Comunicação e Ensino.

outro tempo e contexto. A História termina por ser um conhecimento amorfo pré-determinado e desprovido de pensamento crítico, uma vez que a sequência dos acontecimentos e modos de vida no passado tendem a ser compreendidos na mente do educando como realidades fixas e não como um constructo provido de valores críticos e ideológicos.

A partir da experiência do uso de objetos em sala de aula (Tauhyl *et al.*, 2015), a reconstrução de vestígios arqueológicos por meio de computadores e tecnologia 3D, assim como a manipulação de artefatos reconstruídos e impressos em 3D, permitem a docentes e educandos o contato com novas fontes para se pensar a História. Não só atuam como novas ferramentas para o complemento de temáticas já desenvolvidas, mas operam na construção conjunta do conhecimento, uma vez que a experimentação do objeto educativo diretamente pelo aprendiz induz à autorreflexão e, assim, permite seu posicionamento frente à própria interpretação e construção de raciocínios sobre o passado.

A exploração do recurso digital ilustra temas debatidos pelo docente, os quais, muitas vezes, são insípidos nos livros didáticos. Estes são temas tais como, alimentação, tecnologia, usos do espaço, religião e simbolismos, abordagens presentes na análise arqueológica e que podem, por sua natureza, ser preciosos elementos para a compreensão da História em sua dimensão cultural e como recurso necessário para a interpretação e leitura do mundo.

A utilização de vestígios arqueológicos reproduzidos em sala de aula possibilita uma experiência de alteridade para os educandos, pois os conduz em direção a uma importante situação de aprendizagem no ensino de História e de Arqueologia: a reflexão sobre semelhanças e diferenças em relação à configuração e ao uso da materialidade no passado (sociedades e culturas antigas) e no presente (local e realidade do educando). Não se trata de estimular uma mera comparação ingênua sobre passado e presente, mas sim possibilitar e estimular reflexões sobre a existência de temas extra-temporais nas sociedades humanas.

Por meio das experiências pessoais docentes dos integrantes do laboratório (Tauhyl *et al.*, 2015), salienta-se que esses suportes que simulam conteúdos sobre o passado demandam processos de identificação emocional do educando, operando como importante estímulo afetivo para que haja engajamento e participação nas atividades propostas. O docente, por sua vez, possui um recurso que permite uma variedade de propostas de aprendizagem e também de avaliação do processo. A manipulação e interpretação coletiva dos vestígios arqueológicos, quando aplicada ao universo escolar, tem se mostrado uma estratégia valiosa para o entendimento de conceitos importantes no ensino de História do Mundo Antigo. Ao participar de um momento avaliativo, o educando com acesso à Realidade Virtual produz, de maneira mais criativa e coesa, o que revela um processo de aprendizagem mais concreto e tangível.

Torna-se necessário, entretanto, apontar as limitações das reproduções dos vestígios arqueológicos. Inicialmente, são produtos de seu tempo e servem a determinada finalidade no presente: facilitar a aprendizagem. Embora nos aproximem de uma realidade concreta, são representações e, portanto, apresentam lacunas e intencionalidades, advindas de hipóteses daqueles que se debruçaram em sua construção. Devemos concebê-los como *facilitadores* da aprendizagem e funcionam como estímulo para que o processo educativo integre descoberta, exploração, observação e construção do conhecimento (Tauhyl *et al.*, 2015: 89).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, K.; CHAVES, A; ALVES, R.C. 2010. *Ensino de História*. Coleção Ideias em Ação. Cengage Learning, São Paulo.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. 1998. *Sistemas de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura*. EMBRAPA, Brasília (2º edição).
- ASHBY, R. 2006. Desenvolvendo um conceito de evidência histórica: as ideias dos estudantes sobre testar afirmações factuais singulares. *Educar*: 151-170. Curitiba, UFPR
- BARCA, I. 2001a. Aprendendo a pensar em História: um estudo com alunos do 6º ano de escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, vol. 14 (I). Universidade do Minho: 239-261.
- _____. 2001b. Educação Histórica: uma nova área de investigação. *Revista da Faculdade de Letras, Série III*, vol.2: 13-21.
- BEAUDRY, M. C.; COOK, L.J.; MROZOWSKI, S.A. 2007. Artefatos e Vozes Ativas. Cultural Material Como Discurso Social. *Vestígios*, Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica, vol.1, nº 2: 73-101.
- BLOCH, M. 2002. *Apologia da História ou o ofício de historiador*. Trad. Zahar, Rio de Janeiro.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C.M.B.; MAGALHÃES, G. 1996. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. SBC, X Escola de Computação, Campinas.
- CARRETERO, M. 2008. Enseñanza y aprendizaje de la Historia: aspectos cognitivos y culturaes. *Cultura y Educación*, vol. 20 (2):133-142. Madri.
- DOBRES, M.-A. 1995. Gender and Prehistoric Technology: On the Social Agency of Technical Strategies. *World Archaeology*, vol. 27(1): 25-49. Oxford.
- DOBRES, M.-A. & ROBB, J. 2000. *Agency in Archaeology*. Routledge, London.
- ENGLISH HERITAGE. 2011. 3D Laser Scanning for Heritage (second edition). <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/3d-laser-scanning-heritage2/> Acesso em 17/02/2017.
- FORTE, M. 2014. 3D Archaeology: New Perspectives and Challenges—The Example of Çatalhöyük. *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology & Heritage Studies*, Vol. 2, No. 1:1-29.
- FLEMING, M.I.D’A. 2014. Apresentação. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, Supl. 18. Anais do I Simpósio do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial “Representações da romanização no mundo provincial romano”: 11. São Paulo.
- FLEMING, M.I.D’A.; TEIXEIRA-BASTOS, M. 2015. Cerâmicas Finas e Comuns: sua Produção no Contexto Provincial Romano. In FLEMING, M.I.D’A. (Org.) *Perspectivas da Arqueologia Provincial Romana no Brasil. Pesquisas do LARP*. Annablume, São Paulo. Pp. 51-63.
- GOMES, A.S. 2012. Dificuldade de aprendizagem e a controvérsia entre família e escola. Disponível em: <https://psicologado.com/atuacao/psicologia-escolar/dificuldade-de-aprendizagem-e-as-controversia-entre-familia-e-escola>. Acesso em: fevereiro de 2017.
- GOSDEN, C. 1994. *Social being and time*. Blackwell, Oxford.
- HODDER, I (Ed.) 1982. *Symbols in Action*. Cambridge University Press, Cambridge.
- HODDER, I. 1986. *Reading the Past*. Cambridge University Press, Cambridge.
- HOOPER-GREENHILL, E. 1998. *Los Museos y sus visitantes*. Trad. Colección Biblioteconomía y Administración Cultural. Ediciones Trea, Gijón.

- JONES, A. 2007. *Memory and Material Culture*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LEE, P. 2011. Por que estudar História? *Educar em Revista*, vol.42, out/nov.:19-42. Curitiba, UFPR.
- MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D. (Eds.) 1991. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. John Wiley and Sons, New York.
- MATHIEU, J. R. (Ed.) 2002. *Experimental archaeology, replicating past objects, behaviors and processes*. BAR International Series 1035, Oxford.
- MILLER, D.& TILLEY, C. (Eds.) 1984. *Ideology, Power and Prehistory*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PAÍN, S. 1981. *Diagnósticos e tratamento de problemas de aprendizagem*. Trad. ArtMed, Porto Alegre.
- RAMOS, F.R.L. 2004. *A danação do objeto – o museu no ensino de História*. Coleção História e Patrimônio. Argos, Chapecó, SC.
- SHANKS, M. & TILLEY, C. 1987. *Reconstructing Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- STONE, P. & PLANEL, P. 1999. *The Constructed past. Experimental archaeology, education and the public*. Routledge: One World Archaeology Series, 296.
- TAUHLY, A.P.M. 2013. *Alfabetização do olhar: aprender pelos objetos e suas representações*. Dissertação (Mestrado em Arqueologia), Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TAUHYL, A. P.; GREGORI, A.M.; MARTIRE, A. S.; BINA, T. 2015. DOMUS: a utilização de recursos 3D para o ensino da Arqueologia romana. In FLEMING, M. I. D'A. (Coord.) *Perspectivas da Arqueologia Provincial Romana no Brasil: Pesquisas do LARP*. Editora Annablume, São Paulo. Pp. 85-103.
- TEIXEIRA-BASTOS, M. 2015. Arqueologia Romana em Israel: o uso da Petrografia Cerâmica para análises de cultura material. *Cadernos do Lepaarq*, vol. XII, nº 24: 224-249. Pelotas, RS.
- VYGOSTKY, L. S. 2000. Problemas del desarrollo de la psique. *Obras Escogidas* (tomo III). Trad. Madrid: Valor Distribuciones.
- WOBST, H.M. 1999. Style in Archaeology, or Archaeologists in Style. In CHILTON, E.S. (Ed.) *Material Meanings. Critical Approaches to Material Culture*. University of Utah Press, Salt Lake City. Pp. 118-132.
- WOBST, H. M. 2000. Agency in (Spite of) Material Culture. In DOBRES, M.-A & ROBB, J. (Eds.) *Agency in Archaeology*. Routledge, London. Pp. 40-50.