



## O laboratório invertido: a distribuição do poder computacional como descentração da experiência laboratorial

*The inverted laboratory: distribution of computational power as decentration of the laboratory experience*

Benjamin Luiz Franklin \*

### RESUMO

Este trabalho procura relacionar a crescente distribuição do poder computacional e a explosão informacional contemporânea, como atores para a descentração da experiência laboratorial. Para isso, procuraremos entender o estilo do Ocidente, ou seja, sua predileção por encontrar formas de operação que tendam à abstração, universalização, formalização e dessubstancialização da experiência, implicando no advento do pensamento sistêmico como paradigma norteador da sociedade contemporânea. Concluímos que o uso intensivo do poder computacional banalizado contribui para a construção de novas experiências laboratoriais descentradas.

**Palavras-chave:** Laboratório Invertido; Experiência Laboratorial; Convergência Digital; Ocidente.

### ABSTRACT

This article seeks to link the growing distribution of computational power and the contemporary informational explosion as driving forces towards decentralising laboratory experience. We thus investigate the occidental mindset, that is, the western tendency to privilege processes tending towards the abstraction, universalization, formalization and dessubstancialization of experience, pointing to systemic thinking as the guiding paradigm of contemporary society. We conclude that the intensive use of routine computing power contributes to the construction of new decentralized laboratory experiences.

**Palavras-chave:** Inverted Laboratory; Laboratory Experience; Digital Convergence; West.

### INTRODUÇÃO

O laboratório vem da tradição alquímica medieval – palavra de origem latina *laboratorium* ou o local de trabalho –, um lugar determinado onde o alquimista preparava suas receitas de combinação, purificação e extração de elementos, em busca da obtenção de conhecimento hermético e dos segredos das tradições esotéricas (CUSHMAN, 2010 p. 166). Suas práticas e métodos, mesmo que implícitos e

---

\* Doutor pelo programa de Engenharia e Gestão de Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina. Professor adjunto na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário, Rodovia Celso Garcia Cid (PR-445) Km 380, Departamento de Ciência da Informação, Centro de Educação, Comunicação e Artes, Cx. Postal 6001 - CEP 86.051-990 - Londrina – PR. Telefone: (43) 3371-4348. E-mail: belfra@gmail.com.

pré-científicos, consolidaram a ideia de um lugar capaz de oferecer recursos ao neófito em busca do exercício da *arte magna*.

A invenção do conceito de “mundo natural”, derivada da integração do pensamento aristotélico à doutrina cristã, no século XI, lançou a prática a outro termo, em que a busca do conhecimento, de cunho esotérico, pela mistura de elementos dava lugar ao questionamento experimental do mundo, uma vez que cabia ao homem constatar e decifrar a ordem divina, por meio da razão, auxiliado por uma série de novos objetos ampliadores do seu poder. É desse período a ideia de “artista racional, em que o experimentador/artista mantinha, em seu ateliê, os diversos instrumentos de trabalho, como um artesão mantinha os instrumentos de precisão necessários à sua arte. Os diversos experimentos em óptica de Roger Bacon, e na astronomia, por Robert Grosseteste, caracterizam esse período (CROMBIE, 1996).

A consolidação da recente cosmologia e o experimentalismo como modelo de interpretação teológica fortaleceu a prática de uma razão experimental, amparada por objetos como o telescópio de Galileu, que, caros e exclusivos, tornavam raros os ateliês, que necessitariam, mais e mais, do aval de autoridades e patrocínios oficiais para sua construção e manutenção (MARTIN, 2009). A recém-nascida ciência, com a consolidação do método cartesiano, ganhava seu poder experimental vinculada ao benefício de grandes patrocinadores, selando sua raridade institucional.

Nas universidades modernas, a partir do século XVII, os laboratórios foram instalados como um “novo espaço acadêmico” (MAAR, 2012), vinculados institucionalmente e engajados a um método científico consolidado, capazes de amparar e receber as demandas da ciência experimental, mesmo que vindas de diversas disciplinas, como a física, a química e a biologia.

Devido à afinidade laboratorial com o método científico, floresceram, contemporaneamente, seus mais diversos usos e objetos, a ponto de Latour e Woolgar (1997) apontarem sua característica mais geral como sendo a de uma “inscrição literária”, ou seja, a inclusão de uma forma de enunciação em um contexto, por meio de um conjunto de transformações materiais dadas por instrumentos legitimados, metodologias e discursos, em que os dados produzidos passariam a ter seu trânsito possibilitado nos territórios da ciência, até alcançarem o *status* de “fato científico”.

Desde o século XVIII, os laboratórios foram, também, integrados às escolas, com o intuito de fortalecer o letramento científico, para que os alunos pudessem se transformar em futuros cientistas e engenheiros (SINGER et al., 2006). Após a influência piagetiana, os laboratórios escolares passaram a ser vistos como locais de experimentação dos conceitos científicos, em que a inserção literária, que caracteriza o laboratório, seria acrescida de letramento e integração dos conceitos científicos à vida cotidiana do cidadão, cada vez mais inserido em uma sociedade tecnocientífica (SINGER et al., 2006).

A hegemonia tecnocientífica na vida contemporânea implica a banalização do poder computacional do cidadão comum, além do tratamento convergente da informação – e do fato científico, por extensão – em um mesmo “paradigma informacional” (LEVY, 1995), quer dizer, a maioria dos processos institucionais, dados científicos, tratamento e preservação da memória social, já é, ou será, brevemente, convergida nos mesmos modos de transformação, armazenamento e difusão da informação digital. Essa característica da vida contemporânea abre espaço para uma descentração do laboratório e sua vida experimental, que chamaremos de

laboratório invertido. Nas próximas seções, procuraremos o fio condutor dessa possibilidade.

## O MUNDO EXPERIMENTAL E O ESTILO DO OCIDENTE

A ideia de que o experimento é uma forma de testar o conhecimento sobre o mundo caracteriza a modernidade e fundamenta a ciência, mas tem raízes anteriores, no catolicismo medieval, quando o pensamento aristotélico foi integrado à doutrina cristã por uma série de pensadores, destacando Abelardo, Roger Bacon, Ockham, Duns Escoto, Boaventura e Tomás de Aquino (WOODS, 2012). A obra de Aristóteles, que fora preservada, traduzida e comentada, primeiramente, pelo mundo árabe, foi assimilada pelo Ocidente cristão após as cruzadas recuperarem exemplares de suas obras (DE BONI, 2010). Um grande esforço interpretativo integrou o pensamento aristotélico – seu modelo de argumentação lógico, seu ordenamento conceitual e seu método indutivo de raciocínio – ao arcabouço cosmológico cristão, produzindo uma mutação na procura pelo conhecimento teológico, da revelação à busca argumentativa lógica.

O pensamento cristão inaugura o universalismo, no sentido de não estabelecer uma fronteira capaz de diferenciar a descrição das entidades, mas conceber a diferença dentro de variâncias do mesmo padrão cosmológico (BADIOU, 2003). Isso implica a admissão de propriedades comuns aos viventes, que podem ser estendidas indefinidamente, englobando todos os diferentes atributos, as estranhezas e a alteridade, em um mesmo entorno de expansão infinita, que encontra, no inassimilável, no estranho, no incompreensível, não uma barreira, um detenedor, mas um motivo recursivo de afirmação de sua fundamentação e consequente multiplicação.

O pensamento aristotélico integrado à cosmologia cristã, gestado no interior da Idade Média, produziu as condições para uma nova concepção de universo: lógico, possível de decifração dada a disciplina da razão; matematizável, passível de formalização e derivação; e impessoal, uma vez que a divindade atuaria como um soberano silencioso da lei natural, vitalizando seu funcionamento em uma verdade imutável. Como a Sagrada Escritura, sujeita às infinitas interpretações mundanas, as asserções seriam verificáveis experimentalmente, revelar-se-iam verdadeiras ou falsas, mais próximas ou não da verdade divina, silenciosa e perfeita.

A “matematização do real” e a produção do “sujeito da ciência”, usando o termo de Milner (1996), capaz de ofertar asserções matemáticas sobre o mundo, sob um ponto de vista impessoal, universal e *natural*, por assim dizer, rompe com a pessoalidade do ordenamento cosmológico do mundo clássico e abre um cômputo de relacionamentos entre objetos inanimados, sob a soberania de um deus silencioso. A partir das observações de Galileu e logo Descartes, a nova cosmologia ganharia um método de produção de conhecimento, em que a racionalidade seria igualmente possível para diferentes homens – e não apenas para o filósofo, o sábio e o religioso, como no mundo clássico –, mas aos diferentes homens racionais, capazes de seguir um modo de produzir e disseminar conceitos impessoais e amplamente verificáveis.

O mundo moderno seria, pois, principalmente, mas não somente, engendrado, a partir do encontro dessas diferentes cosmologias e carregaria em si um modelo, um motor, uma replicação: a universalidade, a abstração, a impessoalidade, o formalismo e a razão. Digamos, para efeito de concisão, que esses vetores marcariam o “estilo” do Ocidente (CROMBIE, 1997 p. 67), entendido como uma dessubstancialização

formal e homogeneizante, que seria impressa em suas manifestações sociais. As formas institucionais que sustentam os mecanismos de produção do mundo ocidental carregam, assim, a marca de seu estilo, seja a democracia de massas, ao imaginar o exercício do poder como um acordo entre iguais, como em Tocqueville; a ciência, ao conceber a verdade sempre em um estatuto temporário e paradigmático (KUHN, 2007), o capitalismo, que converte as relações em um sistema de trocas mercantis, em que o dinheiro se torna o elemento comum universal, o mediador para elementos singulares (SIMMEL, 1998). Isso significa que o modelo integrador, energético e universal de organização, a cosmovisão primeva do Ocidente, torna-se operacional a partir de seu estilo fundamental, influenciando suas instituições, sua arte e tecnologias e, por fim, seus laboratórios.

## O MUNDO SISTÊMICO COMO ESTILO

A organização de objetos em torno de um contexto sustentado por um deus soberano, dono da vida, silencioso e eterno, marca a cosmologia ocidental. Esses objetos relacionáveis ganham, com Descartes, um novo estatuto. Diferentemente da coisa cognoscente, *res cogitans* – o sujeito pensante –, o objeto – *res extensa*, “coisa extensa” – é passível de ser observado e ter suas propriedades e relações organizadas em uma constelação de funções duráveis, garantidos pelo contexto divino – *res divina* –, perfeita, imutável e garantidora dos atributos dos objetos em circulação pelos territórios de sua soberania (SILVA, 2006).

As propriedades dos objetos são estruturas comuns a todos, dado o contexto universalista da cosmologia cristã, e, mesmo que sejam desconhecidas *a priori*, podem, ao menos, serem pressupostas e inferidas. É assim também com o direito natural, a forma jurídica derivada da cosmologia cristã, em que, mesmo os povos não cristãos podem ser concebidos como portadores de propriedades inatas, independentes das condições de pertencimento e nascimento (WOODS, 2012). Diferentemente do pensamento clássico, em que os bárbaros eram desprovidos das mesmas características dos habitantes da pólis, a cosmologia cristã medieval assimilava a diferença como circunstancial, na mesma estrutura universal, independentemente dos diferentes sentidos conjunturais.

Essa independência de sentidos conjunturais, viabilizadas por uma estrutura universal – o deus único e transcendental –, permite, no contexto das constelações de objetos, a característica fundamental do modo de organização ocidental: a capacidade de concepção de mundo funcional, em que uma propriedade de um objeto influencie outra, ou seja, que a propriedade de um objeto que se altera, altere também a propriedade de outro objeto, em um mesmo contexto estrutural – algébrico, geométrico ou topológico – em modo de acoplamento. Mais que isso, novos objetos podem ser integrados à constelação de objetos anteriores, podendo ainda alterar os relacionamentos de todo o cômputo, conforme seja necessária a acomodação de sua diferença, preservando o entorno estrutural, que assimila as mudanças circunstanciais. Essas funcionalidades entre propriedades de objetos acoplados são, então, garantidas pelo deus silencioso, que deixou uma posição arbitrária para ser o garantidor da lei, que outorga ao homem a capacidade de compreendê-las, por meio da razão e do método científico, e assim decifrar a mente de seu criador, habitando-o (WOODS, 2012).

Conceitos fundamentais da modernidade são frutos dessa cosmologia. O monismo leibniziano fundamentou problemas concernentes à vida que, se no mundo clássico, eram tratados como “vitalismo”, uma força teleológica capaz de impulsionar e

animar, em um registro singular e intransferível (PUTTINI; PEREIRA JUNIOR, 2007), passaram a ser tratados a partir de um conceito universal de arranjos particulares, de um processo singular para um particularismo compreensível em termos universalizantes. O conceito de energia unificou, na modernidade, estados diferentes da matéria, tornando-os compreensíveis a partir de um conjunto unificado de asserções, leis e fórmulas; como a conservação, transformação e transferência, de um elemento comum transitável, em diferentes estados, em todo mundo natural (ASSIS; TEIXEIRA, 2003).

O conceito de energia é emblemático para entender a modernidade, mas não a causa de seu estilo, que deriva da cosmologia engendradora já no período medieval. Apesar das divergências consagradas entre vitalismo e mecanicismo, corpo e mente, matéria e ideia, que caracterizaram o início da modernidade, as derivações desse estilo fizeram-se sentir no pensamento sistêmico levado às práticas de organização do mundo ocidental, em um modelo holístico e interdisciplinar. A linguagem vista como um sistema de signos, como no modelo saussuriano, o pensamento sistêmico com intenções metalinguísticas de união entre ciências humanas, biológicas e exatas, pensando objetos isomórficos habitando um contexto integrado (BERTALANFFY, 1995) são exemplos desse estilo. Este movimento moderno tornou-se explícito, mais recentemente, derivando na ciência da complexidade e na convergência NBIC – “combinação sinérgica de quatro grandes áreas do conhecimento”: a nanotecnologia, a biologia, a informática e as ciências cognitivas, patrocinadas pelo pensamento sistêmico (CAVALHEIRO, 2007).

Notemos que as barreiras de produção de sentido não impedem o acoplamento entre os objetos do pensamento sistêmico, pois esses objetos pertencem, antes, a uma estrutura metalinguística, unificada pelas mesmas formas de transformação entre suas propriedades, sejam algébricas, topológicas ou geométricas, assimilando diferentes domínios, daí seu holismo e transdisciplinaridade. Mesmo as hierarquias, no Ocidente, tornam-se meramente formais, ou seja, arranjos provisórios não substanciais, arranjos que podem ser entendidos e substituídos conforme as necessidades contingenciais, sem alteração da organicidade do entorno contenedor da hierarquia (DUMONT, 1980).

O pensamento sistêmico, enquanto participante do estilo do Ocidente, em sua abstração, impessoalidade e formalização, materializado e convergido por uma máquina universal comum – os computadores em rede – unifica os processos institucionais, a memória e a produção de objetos (CASTRO, M. C.; CASTRO, R. C.; CASTRO, J. C., 2009). O “paradigma informacional”, usando o termo de Lévy (1995), converge, em sua cosmologia, todo o tratamento dos diversos tipos de diferença, para que sejam substancializados em uma mesma materialidade, o “alfabeto que pensa”, nos termos de Lanham (2006), quer dizer, recebem todos o mesmo procedimento: no processamento, no armazenamento ou na difusão do mesmo tipo de marcação, combinações mais ou menos complexas dos mesmos sinais binários, da mesma energia e eletricidade, que testemunham a universalidade do mecanismo ocidental.

Enquanto o mundo se torna um sistema computacional, aos olhos unificadores do Ocidente liberado de sentido, mas pleno de cálculos, a banalização desse poder e dessa matriz propõe uma nova experiência laboratorial.

## DESCENTRALIZAÇÃO DA CAPACIDADE COMPUTACIONAL COMO EXPERIÊNCIA LABORATORIAL

Nos últimos 30 anos, com o advento do computador pessoal e o subsequente incremento gradual, mas incessante, de sua capacidade computacional, ou seja, poder de processamento, armazenamento e comunicação em rede, podemos dizer que houve um deslocamento da capacidade computacional, das grandes instituições governamentais e empresariais, para o cidadão comum. A chamada Lei de Moore, que postula que o número de transistores em cada *chip* dobre a cada 18 meses (TIGRE; NORONHA, 2013), tem evidenciado um ganho constante no poder de processamento de informação, centralizado no poder do computador pessoal. Combinado ao barateamento da capacidade de armazenamento de dados, cerca de 100 milhões de vezes, desde a década de 1960 (KOMOROWSKI, 2013), essa tendência tem apontado para um novo patamar na capacidade pessoal de manipulação da informação. A capacidade de comunicação e difusão da informação digital também sofreu incremento gradual e incessante, desde 1980, com aumento de cerca de 1.000 vezes (IEEE, 2012). Combinados esses elementos nas capacidades de processamento, armazenamento e difusão da computação pessoal, em que, anteriormente apenas as grandes instituições poderiam prover, temos alteradas as próprias condições de práticas computacionais, de um modelo centralizado, para um distribuído.

O ponto a ser destacado é que a descentralização do poder computacional e comunicacional implica o deslocamento do acesso aos “meios de produção”, termo marxiano, que nomeia os “meios de trabalho” (SANDRONI, 2005 p. 378). As condições materiais necessárias à realização do trabalho são, a partir dessa descentração, reconfiguradas, pelo acesso às próprias condições materiais de produção (ANDERSON, 2012 p.75). A ascensão de um novo paradigma distribuído de produção, tanto de energia, movido pela indústria da energia eólica e solar, quanto de objetos e protótipos, via impressão 3D, e de tratamento logístico, via internet das coisas, tornaria, para Rifkin (2014), a própria economia uma plataforma distribuída colaborativa, tornando o conceito geral de laboratório ainda mais evidente, em um ambiente carregado do “estilo do Ocidente”.

Se vincularmos os laboratórios à capacidade de usufruto dos bens do conceito, ou seja, sua capacidade de inscrição literária, enquanto forma intelectual, devemos reconhecer em sua circulação, predicação e relações materiais, seus condicionantes, evidenciando o entorno capaz de acomodar e manifestar seu contexto. Isso equivale a dizer que, desde o seu início, os laboratórios têm um tipo de estrutura e de arquitetura, um modelo coextensivo às instituições que os dispõem.

A descentração da capacidade computacional tem, recentemente, produzido novos modelos para a realização da experiência laboratorial, ou seja, novas socialidades para a inscrição literária em diferentes contextos. Esses novos “laboratórios”, por assim dizer, que agruparemos sob o termo “laboratórios abertos”, indicam um contexto descentrado de produção de sua experimentação, em que convergem diferentes iniciativas de arranjos produtivos distribuídos. Os *living labs*, por exemplo, pretendem promover a sinergia entre diferentes instituições para incentivar a inovação – aqui vista também como uma inscrição literária, e, portanto, como parte de uma experiência laboratorial –, de forma flexiva e acêntrica, do ponto de vista institucional. Conforme as instruções de Silva, os *living labs* se caracterizariam como:

[...] um ambiente estruturado em uma rede de inovação social constituída por atores da sociedade civil, autonomamente ou em parceria com o poder público atuando em conjunto com os interessados no produto dos projetos em um processo de co-criação para procurar,

juntos, novas soluções, serviços ou novos modelos de negócio (SILVA, 2012, p. 5).

Os *fablabs*, por seu turno, se caracterizam como “uma plataforma de prototipagem rápida de objetos físicos” (EYCHENNE; NEVES, 2013 p. 8) e utilizam as novas capacidades de produção personalizada, como as impressoras 3D e as redes de colaboração, para criar uma rede de laboratórios descentralizada de empoderamento para os *makers* – “pessoa que faz[em] ou fabrica[m] os objetos com suas próprias mãos, desenvolvendo todo o processo” (EYCHENNE; NEVES, 2013). O ponto a ser destacado é que o movimento se inspira nas redes descentralizadas e no movimento de *software* livre para organizar seu modo de produção.

O *hackerspace*, por sua vez, como exemplo desse modelo de manufatura, conforme Burtet (2014), é um espaço colaborativo, em que entusiastas por tecnologia podem dividir interesses em comum, usualmente projetos relacionados à computação, eletrônica, ciência e arte. Operam comumente como centros de aprendizado e troca de experiências oferecendo atividades sob a forma de palestras, apresentações e oficinas (GAROA HACKERS CLUB, 2015). Outras atividades como noites de jogos e festas compõem o ambiente e incentivam a socialização de seus membros (BURTET, 2014). Em sua maioria os *hackerspaces* colaboram com o desenvolvimento de *software* livre, *hardware* aberto e meios alternativos de comunicação, em que *hackers* podem se unir para compartilhar recursos ou projetos (SAINI, 2009).

Essas diferentes aparições do que, genericamente, apelidamos de “laboratórios abertos”, dependem visceralmente da descentração dos poderes computacionais e da convergência digital como mecanismo universal de operação da informação, seu estilo e modelo de produção, ou seja, da inversão da experiência laboratorial, de um modo centralizado para um modelo descentrado e universal. Se a experiência laboratorial tiver sido, por assim dizer, invertida, resta questionar com quais modelos, processos, práticas e metodologias, as instituições beneficiárias responderão aos estímulos recentes.

A produção de novas experiências laboratoriais descentradas, ainda em diversos contextos e de difícil sumarização, convoca uma mobilização para compreensão do sentido mesmo dessa experiência. Faz-se necessário um detalhamento da inscrição literária no contexto contemporâneo, baseado no mecanismo unificado e universal de produção computacional. Em que consistiria essa inscrição? De que tipo de objeto? Como poderíamos compreender os mecanismos de inserção desses novos objetos, para que o contexto seja ainda o mesmo, apesar de modificado? Quais seriam as relações dessas questões com a educação e com a inovação? Quais seriam os conjuntos de forças em tensão, a partir das novas configurações de produção da experiência laboratorial? Essas e outras perguntas devem oferecer motivações às novas buscas.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, procuramos estabelecer que a banalidade do poder computacional da vida contemporânea, associada à convergência ao paradigma informacional, implica a descentração da experiência laboratorial, a qual chamamos de “laboratório invertido”. Essa descentração pode oferecer benefícios, tanto no fazer científico quanto em seu letramento, indicando uma popularização da experiência laboratorial, e deve ser explorada pelos diversos atores envolvidos, indicando a possível

universalização do seu estilo, uma vez que os modos de produção e representação tendem a convergir ao mesmo paradigma informacional.

Os efeitos da descentração da experiência laboratorial são vastos e ainda não podem ser vislumbrados em extensão, e, só mais recentemente, têm começado a ser investigados. Futuros trabalhos devem se concentrar em seus efeitos pedagógicos e na ampliação da capacidade de inovação técnica e industrial, além da democratização da inscrição literária, no contexto científico e no seu letramento, a partir da instituição escolar.

Futuros trabalhos devem, ainda, preocupar-se em oferecer metodologias e técnicas de integração, do recente poder computacional banalizado na vida escolar de estudantes, expandindo sua experiência laboratorial, assim como exemplificar essas práticas, apontando casos e eventos. O “laboratório invertido” promove uma mudança arquitetônica na estrutura laboratorial, de um modelo centralizado, baseado na contenção dos objetos laboratoriais, para um descentrado, baseado na ampla distribuição do poder de processamento computacional, combinada com a convergência dos modelos de produção, operação e representação, sob o paradigma informacional digital, e deve ser seguido de um aparato conceitual capaz de desenvolvê-lo e integrá-lo. A enorme lista de implicações dessa mudança na arquitetura laboratorial deve ser ordenada em futuros trabalhos.

Artigo recebido em 30/01/2017 e aprovado em 22/05/2017.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, C. *Makers: the new Industrial Revolution*. [S. l.]: Crown Business, 2012.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. *Ciência & Educação* (Bauru), Bauru, v. 9, n. 1, p. 41-52, 2003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132003000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000100004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 13 Jan. 2017.
- BADIOU, A. *Saint Paul: the foundation of universalism*. Stanford, CA: Stanford University Press, 2003. (Cultural Memory in the Present).
- BERTALANFFY, L. V. *Teoria general de los sistemas*. 10. ed. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1995.
- BURTET, C. G. *Os saberes desenvolvidos nas práticas em um hackerspace de Porto Alegre*. 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/109016>>. Acesso em: 12 jul. 2015.
- CASTRO, M. C. de; CASTRO, R. C. de; CASTRO, J. C. de. Genealogia, ontologia e paradigma da informática. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 14, n. 27, p. 1-21, 2009.
- CAVALHEIRO, E. A. A nova convergência da ciência e da tecnologia. *Novos Estudos CEBRAP*, São Paulo, n. 78, p. 23-30, jul. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002007000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: Jan. 2017.
- CROMBIE, A. C. *Science, art, and nature in medieval and modern thought*. London: Hambledon Press, 1996.



- CUSHMAN, K. *Alchemy and Meggy Swann*. Boston: Sandpiper, 2010.
- DE BONI, L. A. *A entrada de Aristóteles no Ocidente medieval*. Porto Alegre: EST Edições: Ed. Ulysses, 2010.
- DUMONT, L. *Homo hierarchicus: the caste system and its implications*. Complete revised English edition. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- EYCHENNE, F.; NEVES, H. *Fab lab: a vanguarda da nova Revolução Industrial*. São Paulo: Fab Lab Brasil, 2013.
- GAROA HACKERS CLUB. FAQ, 2015. Disponível em: <<https://garoa.net.br/wiki/FAQ>>. Acesso em: 12 jul 2015.
- IEEE [Institute of Electrical and Electronics Engineers]. IEEE 802.3 Ethernet Working Group Communication 2012. Disponível em <[http://www.ieee802.org/3/ad\\_hoc/bwa/BWA\\_Report.pdf](http://www.ieee802.org/3/ad_hoc/bwa/BWA_Report.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2016.
- JÚNIOR, A. F. N. Fragmentos da história das concepções de mundo na construção das ciências da natureza: das certezas medievais às dúvidas pré-modernas. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 277–299, 2003.
- KOMOROWSKI, M. *A history of storage cost*. 2013. Disponível em: <<http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte>>. Acesso em: 13 jul. 2015.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- LANHAM, R. *The economics of attention: style and substance in the age of information*. Chicago: The University of Chicago Press, 2006.
- LATOURET, B.; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LEVY, P. *A máquina universo: criação, cognição e cultura informática*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- MAAR, J. H. Materiais, equipamentos, métodos e objetivos: outra revolução química? *Scientiae Studia*, v. 10, n. 4, p. 671-680, 2012.
- MARTIN, P. C. Galileu e o telescópio. In: SEMANA ACADÊMICA DA MATEMÁTICA, 23, 2009, Cascavel. *Artigos...* Cascavel, PR: Unioeste, 2009. Disponível em: <<http://projetos.unioeste.br/cursos/cascavel/matematica/xxiiisam/artigos/12.pdf>>.
- MILNER, J. C. *A obra clara: Lacan, a ciência, a filosofia*. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1996.
- PUTTINI, R. F.; PEREIRA JUNIOR, A. Além do mecanicismo e do vitalismo: a "normatividade da vida" em Georges Canguilhem. *Physis*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 451-464, 2007. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-73312007000300003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-73312007000300003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 13 jan. 2017.
- RIFKIN, J. *The zero marginal cost society: the internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. New York: Palgrave Macmillan, 2014.
- SAINI, A. *DIY gadgetry*. 2009. Disponível em: <[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/magazine/8107803.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/8107803.stm)>. Acesso em: 13 jul. 2015.
- SANDRONI, P. *Dicionário de economia do século XXI*. Ed. rev. e atualizada do *Novíssimo dicionário de economia*. Rio de Janeiro: Record, 2005.
- SILVA, F. L. *Descartes: a metafísica da modernidade*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

SILVA, S. B. A emergência dos *livings labs* no Brasil como um meio para a promoção da inovação social. *Seminário de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 3, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/index.php/seminariocsa/article/view/653>> Acesso em: 18 jul. 2014.

SIMMEL, G. O dinheiro na cultura moderna. In: SOUZA, J. ; ÖELZE, B. (Org.). *Simmel e a modernidade*. Brasília: Ed. Unb, 1998.

SINGER, S. R. et al. *America's lab report: investigations in high school science*. Washington, DC: National Academies Press, 2006.

TIGRE, P. B.; NORONHA, V. B. Do *mainframe* à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 114-127, mar. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-21072013000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-21072013000100009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 24 jul. 2015.

TORRES, P. L. Laboratório *on-line* de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem Eureka@Kids. *Caderno CEDES*, Campinas, v. 27, n. 73, p. 335-352, dez. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-32622007000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32622007000300006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 13 Jan. 2017.

WOODS, T. E. *How the Catholic Church built Western civilization*. 1. paperback ed. Washington, DC: Regnery History, 2012.