



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**JOCASTA CALDAS**

**A Divulgação Científica na Amazônia: Um estudo sobre iniciativas de  
Difusão e Popularização de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do  
Pará**

BELÉM

2019

JOCASTA CALDAS

**A Divulgação Científica na Amazônia: Um estudo sobre iniciativas de Difusão e Popularização de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pará**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

**Área de Concentração:** Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências e Matemática.

**Linha de Pesquisa:** Formação de Professores para o Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientador:** Prof. Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino

BELÉM

2019

CALDAS, JOCASTA.

A Divulgação Científica na Amazônia: Um estudo sobre iniciativas de Difusão e Popularização de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pará / JOCASTA CALDAS. – 2019.

65 f. : il.

**Orientador:** Prof. Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino

Dissertação de Mestrado Profissional (Mestrado) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 2019.

1. Palavra-chave. 2. Palavra-chave. 3. Palavra-chave. I. CRISPINO, LUÍS CARLOS BASSALO, orient. II. Título.

**JOCASTA CALDAS**

**A Divulgação Científica na Amazônia: Um estudo sobre iniciativas de Difusão e Popularização de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pará**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Aprovada em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino**  
Orientador - Faculdade de Física (FACFIS) -  
Universidade Federal do Pará

---

**Prof. Dr. Jesus de Nazaré Cardoso Brabo**  
Membro Interno - Programa de Pós Graduação em  
Docência em Educação em Ciências e Matemáticas  
(PPGDOC/IEMCI)  
Universidade Federal do Pará

---

**Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito**  
Membro Externo - Programa de Pós-Graduação em  
Educação em Ciências e Matemática  
(PPGECM/IEMCI)  
Universidade Federal do Pará

---

**Prof. Dr. Jorge Castiñeiras Rodríguez**  
Membro Externo - Programa de Pós-Graduação em  
Física (PPGF)  
Universidade Federal do Pará

## AGRADECIMENTOS

Ao meu irmão, André Felipe.

A Cezzar Paes.

A Lavínia e Ivone Hungria.

Ao professor Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino, pela orientação de excelência nos últimos 10 anos. Muito obrigada.

A Carlos Martins, pela amizade insubstituível.

Aos amigos da UFPA, especialmente à Kharem Silva e a Rodrigo Vaz.

Aos projetos de extensão da Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará, Laboratório de Demonstrações, Núcleo de Astronomia, Física e Tecnologia para a Escola e Museu Interativo da Física, pelos 10 anos de constante formação e aprendizagem.

À Maria Raimunda Pinto da Conceição (*in memoriam*).

## RESUMO

O ato de divulgar a ciência passou por inúmeras transformações ao longo dos anos. Entre estas transformações, a dimensão social, educativa e cultural da comunicação científica foi gradualmente reformulada para poder aliar a difusão de conhecimentos científicos antigos, clássicos e contemporâneos para contribuir com a formação de cidadãos, mais críticos e mais atuantes, cientes da evolução social humana. Após assumir um papel educativo com âmbito democrático, os espaços de divulgação científica também passaram a reinventar-se, aprimorando suas técnicas para difundir e relacionar diferentes temáticas dos conhecimentos científicos. Os Museus e Centros de Ciência estão entre os espaços de divulgação científica por onde mais emergem novas ações educativas cotidianamente. Com o intuito de atingir diversos tipos de públicos, diferentes metodologias e tendências pedagógicas embasam as atividades educativas, que transitam pela utilização de exposições interativas, palestras, oficinas, minicursos, entre outros. No Brasil, a maioria das instituições que promovem ações educativas para a divulgação científica encontram-se nas grandes capitais, principalmente, das regiões Sul e Sudeste. A Amazônia brasileira abriga Museus e Centros de Ciência, mesmo que em menor número quando comparada às regiões Sul e Sudeste, que atuam com atividades públicas que possuem grande relevância no cenário educacional da região. Assim, pesquisas que analisem e comuniquem estas práticas de divulgação científica realizadas na comunidade amazônica tornam-se fundamentais para contribuir com a melhoria da educação em nível regional e nacional. Com o objetivo de iniciar um movimento para o estudo sobre Museus e Centros de Ciência na Amazônia brasileira, esta dissertação em modo de agregação de artigos científicos com texto integrador visou apresentar as ações educativas promovidas pelas iniciativas de extensão Laboratório de Demonstrações, Núcleo de Astronomia, Museu Interativo da Física e Física e Tecnologia para a Escola da Universidade Federal do Pará, explorando e evidenciando a importância e a contribuição destas práticas para o desenvolvimento social e econômico, regional e nacional. Por fim, os artigos publicados durante o desenvolvimento desta pesquisa, dentro do escopo da temática da extensão universitária na Universidade Federal do Pará, são apresentados como produto do mestrado profissional e visam motivar o surgimento de iniciativas de divulgação científica nas mais diversas regiões brasileiras, principalmente, na Amazônia.

Palavras-chave: Divulgação Científica; Extensão Universitária; Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

### **Science Communication in the Amazonia: A Study on Science and Technology Dissemination and Popularization Initiatives of the Federal University of Pará**

The act of disseminating science has undergone numerous transformations over the years. Among these transformations, the social, educational and cultural dimension of scientific communication was gradually reformulated to combine the diffusion of ancient, classic and contemporary scientific knowledge to contribute to the formation of citizens, more critical and active, aware of human social evolution. After assuming an educational role with a democratic scope, the spaces for scientific dissemination also began to reinvent themselves, improving their techniques to disseminate and relate different themes of scientific knowledge. The Museums and Science Centers are among the spaces for the popularization of science through which most new educational activities emerge daily. In order to reach different types of audiences, different methodologies and pedagogical trends underlie the educational activities, which transit through the use of interactive exhibitions, lectures, workshops, short courses, among others. In Brazil, most of the institutions that promote educational activities for scientific dissemination are in the major capitals, mainly in the South and Southeast. The Brazilian Amazon is home to museums and science centers, even if in smaller numbers when compared to the South and Southeast regions, which operate with public activities that have great relevance in the educational scenario of the region. Thus, research that analyzes and communicates these scientific dissemination practices carried out in the Amazon community become fundamental to contribute to the improvement of education at regional and national level. Aiming to initiate a movement for the study of Museums and Science Centers in the Brazilian Amazon, this dissertation on aggregation of scientific articles with integrative text aimed to present the educational actions promoted by the extension initiatives Demonstration's Laboratory, Astronomy Nucleus, Physics Interactive Museum and Physics and Technology for the School of the Federal University of Pará, exploring and highlighting the importance and contribution of these practices to social and economic, regional and national development. Finally, the articles published during the development of this research, within the scope of the theme of university extension at the Federal University of Pará, are presented as a product of the professional master's degree and aim to motivate the emergence of scientific dissemination initiatives in several Brazilian regions, especially in the Amazon.

Keywords: Science Communication; Public Outreach; Science Teaching.

## SUMÁRIO

1	Ciência e Arte: Um reencontro formativo na Divulgação Científica . . . . .	8
2	Introdução . . . . .	13
3	Divulgação Científica na Amazônia Brasileira: Iniciativas de Extensão Universitária com ênfase em Física e Astronomia . .	14
3.1	Divulgação Científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA . . . . .	16
3.2	Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará . . . . .	17
3.3	Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia . . . . .	18
3.4	Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física . . . . .	19
4	Considerações Finais . . . . .	21
	<b>REFERÊNCIAS GERAIS . . . . .</b>	<b>22</b>
Apêndice A	Divulgação Científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA . . . . .	23
Apêndice B	Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará . . . . .	36
Apêndice C	Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia . . . . .	45
Apêndice D	Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física . . . . .	56

## 1 Ciência e Arte: Um reencontro formativo na Divulgação Científica

Sometimes Science is more Art than Science, Morty. A lot of people don't get that (RICK, 2013) [13]

Objetiva, racional, metódica e sistemática. A Ciência apresenta uma projeção de grandes anseios do ser humano. Entre estes anseios, a busca pela liberdade, plena e autônoma, é tão evidente quanto o que ainda é preterido transformar. A história é, talvez, a principal encarregada de ratificar boa parte do que a Ciência é capaz de conceber. Exaltando as conquistas e atenuando os fracassos, esforçando-se em não esquecê-los para não repetí-los, o mundo curva-se, cada dia mais, ao avanço científico e ao deslumbramento tecnológico.

Quanta beleza pude encontrar na Ciência desde minha infância? Nenhuma perspectiva me aproximou mais do caminho científico do que a persistência. Não me admiravam as conquistas, me admiravam as inúmeras repetições de um processo objetivo, mas subjetivo, racional, mas emocional, metódico, porém flexível. O fazer científico é, também, artístico. Ao crescer, pude encontrar diariamente a Ciência ao meu redor, no meio do regionalismo amazônico que tanto me apresentava a mim mesma. Na maré que enchia e secava, no peixe que distribuía descargas elétricas nos igarapés pelas cidades interioranas, na pequena embarcação que não afundava, nas tardes em que o meu quintal de cimento queimado era um grande laboratório para observar formigas tão grandes carregando coisas tão maiores. O encanto da Ciência para mim era poder vislumbra-lá com um olhar quase artístico das cores e dos movimentos, do mesmo modo que, quando criança, olhava para o *Guernica* de Pablo Picasso, sem muito entendê-lo.

Partindo para minha vivência escolar na educação básica, a Ciência e a Arte, antes tão correlacionadas por mim, foram distanciando-se. A orientação era que os diferentes conhecimentos fossem armazenados em diferentes caixas com o intuito de manter a melhor organização possível do que eu aprenderia com o passar dos anos. Na educação superior, ambas pareceram cortar de vez os laços que me faziam encontrar razão no meu fazer docente e profissional. A hierarquização de saberes, a supervalorização do conhecimento científico quando comparado ao saber artístico e os extensos currículos de disciplinas de Ciências Exatas e Tecnológicas confirmavam o que eu não conseguia conceber, os meus pares profissionais eram deuses autoproclamados por sua suposta superioridade frente aos outros saberes. Estes, em grande parte, formavam a si e aos outros com a mesma perspectiva de seus professores.

Neste conflito, surgia a inquietação: Qual o elo que possibilitaria aos meus pares profissionais, professores de Ciências, encontrarem um sentido na relação entre Ciência e Arte? Quais as relações entre a Ciência e Arte que estes futuros professores **da** Amazônia, **na** Amazônia, podem encontrar, bem como as que encontrei em minha formação? O que

pretendo com esta pesquisa?

Neste capítulo, objetivo esclarecer como encontrei na atividade da Divulgação Científica o elo principal do meu percurso formativo e como, por meio dessas ações, acredito, assim como Freire (2002, p.25) [6], que *quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado*, e ainda

(...) que mulheres e homens podem mudar o mundo para melhor, para fazê-lo menos injusto, mas a partir da realidade concreta a que chegam em sua geração. E não fundadas ou fundados em devaneios, falsos sonhos sem raízes, puras ilusões (FREIRE, 2002, p. 53).

Para esta narrativa, trago os momentos que, ao relembrar no presente momento, evocam os caminhos que trilhei no passado na tentativa de compreender e refletir acerca das minhas transições profissionais, do meu apreço pela Ciência e pela Arte e do reencontro na Divulgação Científica que tanto fomentou o meu desejo de contribuir com os meus pares profissionais, professores de Ciências, nos dias de hoje.

Em 2009, logo no início do meu curso de Física na UFPA, me envolvi em projetos de extensão universitária que exploravam a docência em Física por meio de demonstrações interativas de experimentos científicos, industrializados e de baixo custo, para estudantes de nível fundamental, médio, técnico e superior, além de realizarem ações de Divulgação Científica em Feiras e Mostras de Ciências em praças, escolas, e outros espaços. Considero este momento o ponto de partida de minha vida acadêmica e profissional, o momento no qual, gradativamente, pude reconciliar meus saberes construídos durante minha trajetória educacional e projetá-los em um trabalho que eu poderia efetivamente desenvolver com base em minhas experiências vividas.

Ainda que esta fosse minha primeira experiência em práticas de Divulgação Científica, os livros de Ciências lidos na infância pré-escolar, as experiências científicas realizadas no ensino fundamental e a grande quantidade de revistas, séries, filmes e desenhos animados que tive o privilégio de ter contato quando jovem, contribuíram para incentivar mais ainda meu interesse pela área. Cada reflexão crítica daquela época, naquele contexto, me conduzia aos questionamentos metodológicos e epistemológicos que tive aspiração de investigar. Como os futuros docentes de Ciências estão sendo formados na Academia? O que está sendo apresentado como relevante nos seus processos formativos para estes replicarem abordagens metodológicas que parecem apenas transferir o conhecimento de forma automática?

No ano de 2010, ainda envolvida com os projetos de extensão da Faculdade de Física da UFPA, fui realocada de iniciativa de extensão passando a trabalhar no Museu Interativo da Física (MINF). Neste contexto, minhas inquietações eram ainda mais presentes. O

MINF refletia as mesmas abordagens metodológicas dos outros projetos, apresentações demonstrativas e interativas de equipamentos, em sua maioria industrializados, porém também possibilitava explorar, por meio de suas ações, aspectos da História e da Filosofia da Ciência. Era um mundo novo, que possibilitava a interdisciplinaridade de modo fascinante, e que me conduziu ao entusiasmo de explorar a História da Ciência, os contextos das descobertas científicas, as relações com a História, a Filosofia e a Sociologia. Encontrava ali, um ambiente artisticamente científico para contribuir com a formação de estudantes dos mais diversos níveis de escolaridade.

Por ter, até então, uma visão particular que ia além do que era esperado para as ações do MINF e almejar outras experiências acadêmicas, no ano seguinte, em 2011, tive a oportunidade de desenvolver pesquisas em Física de Materiais e migrei para um laboratório de produção e caracterização de materiais da Amazônia. Continuei a colaborar eventualmente com o MINF, sem perder o contato com as ações desenvolvidas pela iniciativa, participando de mostras e eventos em vários municípios do Estado do Pará. No laboratório, as amostras, as imagens e os resultados expunham a arte em cada etapa do método científico. Ao contrário da imagem estereotipada que a mídia constrói acerca dos cientistas, nem só de razão e objetividade a Ciência é produzida. Porém, para mim, algo fazia falta dentro do laboratório: o outro. Produzir a Ciência *dura*, como denominada a pesquisa em áreas exatas pelos pares acadêmicos, não havia sentido, em minha perspectiva, sem divulgá-la.

Após as experiências com a Divulgação Científica, principalmente oriundas do trabalho desenvolvido no MINF, a docência em Ciências e a pesquisa em âmbito da iniciação científica, optei por desenvolver meu trabalho final de curso abordando as atividades vivenciadas no MINF. Retornei exclusivamente para as ações do projeto e refleti acerca de como as práticas desenvolvidas ali sofreram mudanças desde a fundação da iniciativa.

Neste momento, evoquei as lembranças de uma das poucas disciplinas *pedagógicas* realizadas em meu curso de licenciatura em Física: Metodologia Específica para o Ensino de Física. Quando participei desta disciplina, em 2011, ainda estava envolvida nas atividades de minhas pesquisas em laboratório e, à época, fui apresentada aos fundamentos teóricos e epistemológicos da História da Ciência e da Experimentação. Poucos eram os colegas da turma interessados nas leituras das Bases Epistemológicas da Ciência trazidas pelas disciplinas e, por meu apreço pela leitura e pela Filosofia, acabei imergindo em estudos, não tão aprofundados, das obras de Francis Bacon, René Descartes, Thomas Kuhn, Gastón Bachelard, entre outros. Também encontrei relevantes conexões sobre as Teorias de Aprendizagem a partir de uma disciplina da grade curricular do curso de Física, realizada em 2010: Psicologia da Educação. Entre os autores, Skinner, Ausubel, Vygotsky, Piaget, foram apresentados no período e retomados em minhas reflexões sobre minha prática no

MINF.

Além das inquietações de outrora, me questioneei: Como a minha prática, bem como a de muitos outros colegas, permaneceu tão afastada dos fundamentos teóricos e pedagógicos apresentados no decorrer de um curso de licenciatura?

Encontro em Esteban & Zaccur (2002, p. 18), aspectos que me conduzem à reflexão sobre este distanciamento entre a teoria e a prática em um contexto educacional,

Os conhecimentos adquiridos, chamados teóricos, quando confrontados às exigências colocadas pela prática cotidiana se mostram insuficientes e, muitas vezes, inúteis. (...) a organização do processo de formação dificulta que o diálogo esboçado seja aprofundado, já que teoria e prática ocupam lugares diferentes (*Ibid.*, 2002, p. 18).

Ao reconciliar os saberes adquiridos em diferentes esferas do meu processo formativo, tive a oportunidade de fazer, desfazer e refazer minha prática docente e educativa. Presumo que, embora atuando em um ambiente acadêmico que ainda está muito aquém de ceder o devido valor e o espaço para reflexões mais aprofundadas de cunho pedagógico, o contexto de prática que o Museu Interativo da Física me possibilitou foi um elemento expressivo para as conexões estabelecidas no presente. A cada nova apresentação, a cada chegada de um novo público, a cada município diferente visitado para realizar as ações de Divulgação Científica, os olhares, os discursos e as conexões entre o conhecimento apresentado e os saberes cotidianos trazidos pelos estudantes, oriundos de suas realidades, surgiam de modos distintos. Foi neste contexto que vislumbrei que o fazer da divulgação científica também seria um fazer artístico, e que, estabelecer ligações entre as múltiplas experiências científicas, tanto para mim, quanto para os outros, exigiria a inovação e a criatividade constantes, tão presentes nos ambientes artísticos.

Refletir sobre a minha prática e, gradativamente, transformá-la foi um exercício possível, mesmo sem o contato direto com o aparato teórico da corrente da formação e prática docente reflexiva, à época, também em virtude da atuação em um ambiente de ensino flexível que me oportunizava agir e reagir com um grau satisfatório de liberdade. Alarcão (2005, p. 45) converge em sua discussão para este aspecto, apontando, a partir da concepção de Schön (1987), que

Se a capacidade reflexiva é inata do ser humano, ela necessita de contextos que favoreçam o seu desenvolvimento, contextos de liberdade e de responsabilidade. (...) é preciso fazer um esforço grande para passar do nível meramente descritivo ou narrativo para o nível em que se buscam interpretações articuladas e justificadas e sistematizações cognitivas (*Ibid.*, p. 45).

Na organização, planejamento e desenvolvimento das ações realizadas no MINF com a equipe de coordenadores e monitores da iniciativa, pude perceber as contribuições da prática coletiva para a produção de um conhecimento em minha área de atuação. Progressivamente, estudava acerca da estrutura básica das apresentações em um espaço não-formal, algo visto por mim analogamente à um plano de aula para a educação formal. Visando explorar nas apresentações as relações entre o público envolvido nas atividades, tracei pontos de referência que pareciam contribuir com o processo de aprendizagem naquele ambiente.

É fato que, assim como trazido por Esteban & Zaccur (2002, p. 19), *a previsibilidade, a homogeneidade, a ordem que caracterizam o processo formativo, entram em choque com a imprevisibilidade, a heterogeneidade e o caos que se fazem presentes nas relações humanas*. Na tentativa de organizar ao máximo os processos que ali ocorriam, aprendi, assim como evidenciado por Tardif (2002), por meio do meu fazer, que a ordem e a desordem eram inerentes ao todo que eu presenciava (MORIN, 1999).

Neste contexto, surgia uma inquietação de compreender melhor como as ações de divulgação científica entre as quais pude atuar foram construídas, quais os elementos eram utilizados nas atividades realizadas, quais as abordagens metodológicas que estavam presentes nos contextos de aprendizagem desenvolvidos, qual o público beneficiado por estas ações, entre outros questionamentos.

Por fim, é válido salientar que, mesmo com minhas inquietações pessoais, o desenvolvimento de uma pesquisa como a apresentada neste trabalho, em modo de agregação de artigos científicos com texto integrador, é fruto do incentivo, bem como da dedicação e orientação de excelência, do Prof. Dr. Luís Carlos Bassalo Crispino, que orientou minha formação desde os anos iniciais do meu ensino superior.

## 2 Introdução

A divulgação científica têm sido alvo recorrente de pesquisas acadêmicas e científicas em suas mais diversas perspectivas (DAWSON, 2014; NACIMENTO, 2008; MASSARANI & MOREIRA, 2004). Seja para a Educação ou para a Comunicação da Ciência e da Tecnologia, o debate sobre os aspectos e características que tornam a divulgação da ciência necessária para a sociedade apresenta grande relevância para o planejamento e para o desenvolvimento de ações mais eficazes na área. Mesmo com a notável importância de ações educativas em divulgação e comunicação científica para o desenvolvimento sócioeducacional dos países, as práticas brasileiras podem ser consideradas tímidas quanto à inclusão de atividades científicas e tecnológicas para o público em geral.

Uma das alternativas para contribuir com o desenvolvimento de atividades nesta área é a parceria com instituições acadêmicas e científicas, utilizando sua esfera de extensão universitária para viabilizar ações de divulgação científica que alcancem os mais variados públicos. O surgimento de iniciativas de extensão dentro das universidades contribui com a promoção de eventos, palestras, mostras, entre outras atividades, com qualidade e por meio da possível orientação de pesquisadores e professores acadêmicos engajados em diversas áreas de investigação.

Nesta dissertação de mestrado profissional, apresentamos um trabalho, em modo de agregação de artigos científicos com texto integrador, que objetiva iniciar um movimento para o estudo sobre Museus e Centros de Ciência na Amazônia brasileira, visando a apresentação das ações educativas promovidas pelas iniciativas de extensão Laboratório de Demonstrações, Núcleo de Astronomia, Museu Interativo da Física e Física e Tecnologia para a Escola da Universidade Federal do Pará, explorando e evidenciando a importância e a contribuição destas práticas para o desenvolvimento social e econômico, regional e nacional.

No capítulo 3, “Divulgação Científica na Amazônia Brasileira: Iniciativas de Extensão Universitária com ênfase em Física e Astronomia”, é realizada uma breve discussão acerca da divulgação científica e da extensão universitária, explorando a importância dos recursos do espaço universitário para a promoção de ações de popularização da ciência. Também no capítulo 3, são apresentados tópicos sucintos dos artigos elaborados, bem como comentários sobre seus processos de produção.

Por fim, após as Considerações Finais, que abarcam um panorama geral do texto integrador, os artigos publicados durante o desenvolvimento desta pesquisa, dentro do escopo da temática da extensão universitária na Universidade Federal do Pará, são apresentados como produto do mestrado profissional e visam motivar o surgimento de iniciativas de divulgação científica nas mais diversas regiões brasileiras, principalmente, na Amazônia.

### 3 Divulgação Científica na Amazônia Brasileira: Iniciativas de Extensão Universitária com ênfase em Física e Astronomia

Entre o final do século XX e início do século XXI, uma intensificação de atividades de divulgação científica pode ser notada ao redor do mundo. Por atividades de divulgação científica podemos caracterizar elementos dos mais diversos tipos, que atuam com o propósito de popularizar e democratizar o conhecimento científico, em seus mais diversos níveis, para um público geral ou específico. Segundo Massarani (1998),

A divulgação científica, ao longo dos séculos, respondeu a motivações e interesses diversificados. O estudo de seus diversos aspectos históricos nos ajuda, portanto, a elucidar como suas formas variam no tempo, em função dos pressupostos filosóficos sobre a ciência, dos interesses políticos e econômicos e dos meios disponíveis nas diversas épocas e nos diversos lugares. Também as conceituações sobre a divulgação científica e seus rumos e objetivos variam historicamente. (MASSARANI, 1998, 29)

A viabilidade de acesso ao conhecimento por meio da Internet, e, especificamente, de mídias virtuais, amplia ainda mais a possibilidade de aproximação da sociedade aos conhecimentos básicos sobre ciências, e também conhecimentos sobre o que vem sendo produzido em laboratórios de pesquisas científicas ao redor de todo o mundo. Livros, revistas de circulação nacional e internacional, sessões de palestras, ações educativas em ambientes não formais, como Museus e Centros de Ciências, sites e redes sociais, contribuem para a ampliação do alcance de notícias científicas e textos de cunho informativo.

Também é válido destacar a influência e o incentivo da divulgação científica para a escolha profissional de estudantes que devem optar por suas carreiras futuras ao final do ensino básico (DINIZ & SCHALL, 2003; PAMPONET et al., 2009). A atuação em divulgação científica requer planejamento e pesquisa na área do Ensino de Ciências. A inserção de pesquisadores, técnicos e outros atores na divulgação científica ainda é escassa, o que torna uma possível profissionalização na área de divulgação científica longe do esperado para atender a demanda do público que se interessa cada vez mais por ações educativas das formas mais diversificadas.

Uma das dificuldades de uma profissionalização na área de divulgação científica é a ausência de cursos específicos que promovam a aproximação de acadêmicos com esta área (CARNEIRO & LONGHINI, 2015). Torna-se necessária a colaboração transdisciplinar para o desenvolvimento da área, envolvendo participantes de ciências humanas, exatas, biológicas e tecnológicas, entre outras. Por exemplo, a junção de um profissional de Comunicação Social com ênfase em jornalismo associado à um Físico ou Biólogo, ou um engenheiro com habilidades na aplicação de conhecimentos de base, pode gerar um

conteúdo, seja ele qual for, muito mais completo que um profissional de jornalismo atuando isoladamente em uma pesquisa sobre uma nova descoberta científica.

A universalização do conhecimento ainda terá que contornar diversos obstáculos para alcançar uma colaboração mútua e gerar uma visão holística sobre uma nova descoberta científica realizada. Distante do núcleo acadêmico, a população leiga fica à mercê de informações não revisadas, algumas vezes encontradas em veículos sensacionalistas de informação.

Um dos ambientes que possibilita uma parceria transdisciplinar, ainda que de modo informal, é o meio universitário. Com inúmeros profissionais em formação nas mais diversas áreas do conhecimento é possível familiarizar os estudantes com técnicas de colaboração com os pares, contribuindo para o avanço da comunidade acadêmica e da sociedade como um todo. O planejamento para exteriorizar para a sociedade o que tem sido produzido no meio acadêmico já compõe os valores e a missão da instituição universitária. A associação existente na base da universidade, composta pelo ensino, pesquisa e extensão, orienta os caminhos que a instituição deve seguir para formar profissionais, conscientes de suas ações e importâncias sociais e constitui um dos preceitos para o desenvolvimento igualitário na academia: o da indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão universitária (MOITA & ANDRADE, 2009).

As instituições universitárias possuem em suas estruturas as principais ferramentas que viabilizam o processo de elaboração de iniciativas voltadas a comunicação científica: os possíveis futuros divulgadores de ciência. Com uma variedade de cursos de graduação em modalidades que podem abranger tecnólogos, licenciados e bacharéis, o ensino superior, sustentado por meio da tríade entre pesquisa, ensino e extensão, é um ambiente fértil para o surgimento de práticas que ensinem e incentivem seus discentes a divulgarem o conhecimento produzido por eles mesmos e por outros pesquisadores.

As ações de extensão universitária atuam como um reflexo imediato do que a academia pode proporcionar para a sociedade. Além de expor de forma orientada os futuros profissionais às atividades que se tornarão rotineiras após a sua formação, atingem um público externo à academia que possui necessidade de serviços qualificados.

Abordamos aqui a relação entre as ações extensionistas em Física e Astronomia da Universidade Federal do Pará (UFPA), o desenvolvimento social na Região Amazônica e como estas ações influenciam no ensino básico e superior, despertando o interesse de estudantes e colaborando na formação continuada de profissionais nas mais diversas áreas do conhecimento.

Em mais de 10 anos de atividades, as iniciativas LABDEMON/UFPA, NAS-TRO/UFPA, MINF/UFPA e FISESCOLA/UFPA já atenderam mais de 250.000 pessoas em suas diversas ações educativas, em mais de 40 municípios do Estado do Pará. Explo-

rando temáticas que envolvem desde a Física do Cotidiano, até a História da Ciência e a Astronomia, de forma contextualizada com a realidade amazônica, as iniciativas também realizaram ações de divulgação científica em ilhas e em comunidades tradicionais, vivenciando as experiências em ambientes característicos da Amazônia brasileira. Neste contexto, o desenvolvimento de investigações acerca das práticas realizadas em iniciativas como o LABDEMON/UFPA, o NASTRO/UFPA, o MINF/UFPA e o FISESCOLA/UFPA podem contribuir com a melhoria da educação científica na região amazônica brasileira.

Em virtude desta perspectiva, consolidamos como produto educacional do mestrado profissional, 4 artigos que relatam o desenvolvimento de iniciativas de extensão universitária em divulgação científica na Amazônia brasileira com o intuito de motivar e contribuir de forma orientada ao surgimento de práticas similares nas mais diversas regiões do país, principalmente, na região amazônica. Nas seções a seguir, são apresentados breves resumos dos artigos que constituem o produto, bem como dos seus processos de composição, e que estão, na íntegra, nos apêndices deste texto integrador.

### **3.1 Divulgação Científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA**

Além de apresentar uma breve contextualização de iniciativas de divulgação científica brasileiras, o artigo “Divulgação Científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA” (Apêndice A) explora o processo de implementação de um centro de ciência na região da Amazônia brasileira, enfatizando as características dos equipamentos interativos de seu acervo, a sua linha de atuação, as atividades realizadas desde sua fundação e o impacto de suas ações educativas e de divulgação científica na comunidade amazônica.

Inspirado no Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), o LABDEMON/UFPA utiliza abordagens experimentais interativas, lançando mão de um acervo de equipamentos industrializados e de baixo custo, para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem e para contribuir com a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente de forma lúdica e interativa.

O artigo foi elaborado por meio da pesquisa do surgimento de iniciativas de divulgação científica em âmbito internacional, bem como na região brasileira. A partir disso, foi dada ênfase ao desenvolvimento histórico do Laboratório de Demonstrações da Universidade Federal do Pará (LABDEMON/UFPA), buscando apresentar a motivação para a implementação de um centro de ciências e suas contribuições para o ensino de ciências e para a divulgação científica na região amazônica. Outro aspecto relevante do texto é a aproximação das ações educativas do LABDEMON/UFPA com a teoria sócio-interacionista de Lev Vygotsky, que possibilita estabelecer conexões entre conceitos

espontâneos e científicos, levando em consideração o conhecimento pré-existente e valorizando os pseudoconceitos essenciais para a aprendizagem. Também são destacadas as iniciativas de estudantes egressos do LABDEMON/UFPA, atualmente professores da rede pública de ensino, como, por exemplo, a implementação do Laboratório Multidisciplinar criado, em 2012, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio (E. E. E. F. M.) Ministro Alcides Carneiro, situada no município de Ananindeua, região metropolitana da capital paraense, impulsionada pelas vivências obtidas no centro de ciência.

Em sua variedade de atividades, incluindo exposições interativas em escolas, praças e pontos turísticos, em parceria com órgãos públicos e instituições privadas, desde o início das atividades, em 2004, o LABDEMON/UFPA já atendeu mais de 100.000 pessoas, em mais de 35 municípios do Estado do Pará, incluindo ilhas, dentro e fora da região metropolitana de Belém. Relacionados a estas ações de divulgação científica, até o presente, mais de 60 trabalhos acadêmicos foram produzidos pela equipe do LABDEMON/UFPA, apresentados em eventos nacionais, regionais e locais, além de monografias de conclusão de cursos de graduação. Com o objetivo de auxiliar na melhoria do ensino de ciências na Região Amazônica, e também despertar a curiosidade científica de crianças, jovens e adultos, o LABDEMON/UFPA utiliza suas abordagens para apresentar uma visão mais realista e contextualizada da ciência. Além disso, o LABDEMON/UFPA também tem buscado motivar o público para a prática das ciências e estimular estudantes a optar por carreiras científicas e tecnológicas.

Iniciativas como o LABDEMON/UFPA têm incentivado a criação de outros ambientes, tanto como espaços não formais, quanto no desenvolvimento de laboratórios multidisciplinares em espaços formais de ensino, para ações educativas em diferentes áreas científicas na Amazônia brasileira.

### **3.2 Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará**

Com uma relevante gama de informações sobre o ensino de Astronomia, principalmente, na região amazônica, o artigo “*Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará*” (Apêndice B) apresenta o desenvolvimento da iniciativa de extensão Núcleo de Astronomia (NASTRO/UFPA), bem como de sua participação em eventos da área, como, por exemplo, na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG).

Além de contextualizar a fundação de núcleos e clubes de Astronomia como iniciativas de extensão universitária, em parceria com instituições acadêmicas e de pesquisa, o artigo foi desenvolvido por meio de pesquisas que apontam o surgimento de centros e

grupos científicos dedicados à Astronomia em diversos Estados da Amazônia brasileira, bem como com a apresentação das ações educativas realizadas pelo NASTRO/UFPA.

Produzido na língua inglesa, o texto também teve por objetivo a popularização das práticas realizadas na Amazônia brasileira para outros países, com o intuito de comunicar as atividades realizadas pelo NASTRO/UFPA e por outros centros, relatando as peculiaridades da região para observações astronômicas e para o ensino de Astronomia.

Atendendo a mais de 100.000 pessoas desde a sua fundação e ajudando a difundir conhecimento científico, o NASTRO/UFPA atua como um centro de ciências voltado para o ensino de Astronomia na região amazônica. Mesmo enfrentando a alta umidade da floresta, normalmente causando condições meteorológicas instáveis, juntamente com céu nublado e chuva, o NASTRO promoveu, com sucesso, ao longo de mais de uma década, a difusão e popularização da Astronomia e da Astronáutica, estimulando o conhecimento científico acerca da temática na Amazônia brasileira.

### **3.3 Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia**

No Apêndice C, o artigo “Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia” foi elaborado para apresentar iniciativas de extensão que atuam com a promoção de palestras de divulgação científica promovidas, principalmente, por pesquisadores de diversas áreas da Universidade Federal do Pará. Porém, muito além disso, o texto traz uma discussão sobre a importância de políticas educacionais que atuem para uma orientação vocacional introdutória e que possam auxiliar a escolha de uma profissão e, conseqüentemente, contribuir com a redução dos índices de evasão no ensino superior.

É por meio de ações educativas que possam oportunizar a aproximação de estudantes do ensino básico com a universidade e seus pesquisadores, que algumas iniciativas de extensão visam contribuir no momento das escolhas profissionais. Ao familiarizar estudantes com as carreiras pretendidas, com o intuito de orientar a vocação, objetiva-se também contribuir para adaptação dos estudantes que ingressam nas universidades e, conseqüentemente, para o avanço do ensino básico e superior.

A pesquisa para este artigo integrou tanto um levantamento bibliográfico sobre questões como evasão no ensino superior, utilização de palestras de divulgação científica na contribuição para o ensino de ciências e práticas internacionais de palestras de comunicação da ciência, como também um levantamento histórico realizado com foco para a região amazônica. Por meio de entrevistas com pioneiros da divulgação científica na UFPA, como o Prof. Dr. José Maria Filardo Bassalo, a pesquisa do artigo envolveu desde algumas das primeiras práticas de palestras de divulgação científica em escolas de Belém, Estado

do Pará, até a fundação de iniciativas de extensão universitária atuais como o Física e Tecnologia para a Escola (FISESCOLA/UFPA) e o Palestras Vocacionais para a Educação Básica (PVEB/UFPA).

Neste escopo, o FISESCOLA/UFPA, uma das primeiras iniciativas para a difusão e popularização da Ciência da Faculdade de Física da UFPA, juntamente com o Laboratório de Demonstrações (LABDEMON), fomentaram a implementação de outras iniciativas congêneres, como o Núcleo de Astronomia (NASTRO) e o Museu Interativo da Física (MINF) que, atuando como parceiros, já atenderam conjuntamente mais de 250.000 pessoas. É com o intuito de fomentar o surgimento de práticas e projetos semelhantes que contribuam, de forma abrangente e interdisciplinar, para a melhoria da educação, bem como para a escolha profissional de estudantes, que a pesquisa foi desenvolvida.

### **3.4 Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física**

Sendo uma iniciativa impulsionada pelo LABDEMON/UFPA, porém com o enfoque para a História da Ciência, o Museu Interativo da Física da Universidade Federal do Pará (MINF/UFPA) atua como uma iniciativa de extensão universitária que promove ações educativas que visam ensinar Física por meio da apresentação do desenvolvimento histórico da ciência e utilizando a interatividade com réplicas históricas. No artigo intitulado “Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física” (Apêndice D) foram abordadas as estratégias, as atividades, as experiências e as perspectivas do MINF/UFPA para o desenvolvimento da educação científica na região amazônica.

Inicialmente, o artigo apresenta uma breve discussão acerca de iniciativas de divulgação científica, principalmente, quanto a museus e centros de ciência, elaborada por meio de levantamentos bibliográficos. Neste contexto, o desenvolvimento do MINF/UFPA é apresentado desde sua fundação até suas práticas atuais, correlacionando suas atividades com as abordagens metodológicas que as baseiam. Assim, foi possível estabelecer conexões entre as atividades desenvolvidas pelo MINF/UFPA com perspectivas teóricas do ensino de ciências. Apesar de sua flexibilidade e das situações imprevisíveis que podem ocorrer em atividades de ambientes não formais de ensino, como, por exemplo, em museus, algumas características são analisadas e exploradas, como a apresentação de objetivos da visita ao espaço, as interações discursivas, o uso coerente da História da Ciência, a utilização da transdisciplinaridade, a interatividade e a interpretação do erro como um estágio da aprendizagem. A pesquisa também destacou a construção de réplicas de experimentos históricos por estudantes egressos da iniciativa de extensão, que atuam como multiplicadores das práticas elaboradas dentro do MINF/UFPA.

Desde sua fundação, em 2008, o MINF/UFPA já atendeu mais de 40.000 pessoas

durante suas atividades internas e externas. Entre esses atendimentos, um número aproximado de 35.000 pessoas corresponde às apresentações externas em mostras, feiras e eventos de divulgação científica e tecnológica em 29 municípios do Estado do Pará (e 3 ilhas na região metropolitana de Belém), integrando 4 das 6 mesorregiões do Estado.

As ações promovidas pelo MINF/UFPA têm também incentivado a produção de trabalhos e monografias sobre História da Ciência, sua divulgação na Amazônia brasileira e suas abordagens metodológicas.

O MINF/UFPA utiliza as abordagens apresentadas com o objetivo de desmistificar uma visão superficial (e muitas vezes errônea) do desenvolvimento científico, lançando mão da História para expor uma ciência de caráter contextualizado e realista.

#### 4 Considerações Finais

O desenvolvimento de estudos que promovam a veiculação de ações em divulgação científica realizadas na Região Amazônica proporciona para os educadores de diversas localidades a oportunidade de reconhecer o potencial educativo destas atividades para a melhoria dos índices de alfabetização científica locais, regionais e nacionais. Além de atuarem como parceiros da educação básica, as iniciativas educativas de extensão assumem um papel que, aliado às universidades, contribui para a produção de pesquisas em Ensino de Ciências e estudos de caráter qualitativo e quantitativo sobre educação na Amazônia brasileira. Ao incentivar a produção acadêmica em nível regional, nacional e até mesmo internacional, estes estudos podem contribuir com a construção de um novo olhar sobre as reformas educacionais que devem ser realizadas. Isto se contrapõe a algo ilusório e inaplicável por parte de docentes que, em muitas das vezes, possuem alta carga horária de aulas e terão que redobrar seus esforços para utilizar novas práticas educativas em seus planejamentos, mas sim com o intuito de traçar uma parceria realista, que promova um diálogo eficaz com educadores e pesquisadores para o aperfeiçoamento dos docentes, e dos futuros professores, quando ainda estudantes de graduação, e do avanço da educação brasileira.

Com a discussão acerca das ações educativas em divulgação científica na Região Amazônica, também é visado o incentivo ao surgimento de iniciativas nas mais diversas áreas do conhecimento que busquem explorar a comunicação da ciência por meio de ações inclusivas que permitam à população o acesso à educação científica de qualidade, favorecendo os índices de desenvolvimento humano e reduzindo as desigualdades sociais entre as regiões brasileiras. Ao expor, neste trabalho, especificamente, as atividades das iniciativas de extensão da Faculdade de Física da UFPA, Campus Belém, bem como suas abordagens metodológicas e outros aspectos, em formato de artigos científicos que compõem o produto educacional do mestrado profissional, foi objetivado apresentar exemplos de como o vínculo da divulgação científica com a extensão universitária pode contribuir com as mais diversas áreas do Ensino de Ciências como, por exemplo, a História da Ciência, a Astronomia, a Experimentação em Ciências com materiais alternativos, além do auxílio na escolha profissional de estudantes que buscam elucidar dúvidas referentes às diversas carreiras científicas antes de ingressar no ensino superior. Foi possível identificar a contribuição para os índices da educação básica por meio do contato com dos estudantes das redes de ensino, o incentivo à profissionalização de carreiras em divulgação científica, assim como na formação de professores e pesquisadores qualificados. Propiciar um ambiente no qual os futuros profissionais desfrutem de possibilidades de orientação e aprendizagem de metodologias diferenciadas é um apoio para as possíveis reformas educacionais que podem ocorrer no cenário amazônico e brasileiro em prol da busca por uma sociedade mais justa e menos desigual.

## REFERÊNCIAS GERAIS

- [1] ALARCÃO, I. A formação do professor reflexivo. In: ALARCÃO, I. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo, SP: Cortez, 2005.
- [2] CARNEIRO, D. L. C.; LONGHINI, M. D. Divulgação Científica: As Representações Sociais de Pesquisadores Brasileiros que atuam no campo da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 20, p. 7-35, 2015.
- [3] DAWSON, E. Reframing social exclusion from science communication: Moving away from ‘barriers’ towards a more complex perspective. **Journal of Science Communication**, v. 13, n. 2, p. 1-5, 2014.
- [4] DINIZ, M. C. P.; SCHALL, V. O conceito de ciência e cientistas – Análise do discurso e escolha profissional de alunos de um programa de vocação científica no âmbito de uma instituição de pesquisa na área de saúde. In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, São Paulo, 2003.
- [5] ESTEBAN, M. T.; ZACCUR, E. A pesquisa como eixo de formação docente. In: ESTEBAN, M. T.; ZACCUR, E. (orgs.) *Professora-pesquisadora uma práxis em construção*. Rio de Janeiro, RJ: DP&A, 2002.
- [6] FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. São Paulo, SP: Paz e Terra, 2002.
- [7] MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Popularisation of science: historical perspectives and permanent dilemmas. **Quark**, n. 32, p. 75-79, 2004.
- [8] MASSARANI, L. A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e Escola de Comunicação, UFRJ, 1998.
- [9] MOITA, F. M. G. S. C.; ANDRADE, F. C. B. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. *Revista Brasileira de Educação*, v. 14, n. 41, p. 269-280, 2009.
- [10] MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand do Brasil, 1999.
- [11] NACIMENTO, T. G. Leituras de divulgação científica na formação inicial de professores de ciências. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, 2008.
- [12] PAMPONET, B; LIRA-DA-SILVA, J. R.; MISE, Y. F.; LIRA-DA-SILVA, R. M. A Importância da Iniciação Científica para a Escolha Profissional. In: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, 2009.
- [13] RICK and Morty, primeira temporada. Criação Dan Harmon e Justin Roiland. S.l.: Justin Roiland’s Solo Vanity; Card Productions; Harmonious Claptrap; Starburns Industries; Williams Street, 2013. 22 min, son., col. Acesso em: 24 abr. 2017.
- [14] SCHÖN, D. A. *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1987.
- [15] TARDIF, M. *Saberes Docentes: Formação Profissional*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

# A Divulgação Científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA

Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 2, e2309 (2017)  
 www.scielo.br/rbef  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0229>

Artigos Gerais  
  
 Licença Creative Commons

## Divulgação científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA

Science communication in Amazonia: The UFPA's Demonstrations Laboratory

Jocasta Caldas, Luís C. B. Crispino\*

Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil

Recebido em 05 de Outubro, 2016. Revisado em 19 de Novembro, 2016. Aceito em 27 de Novembro, 2016.

A divulgação científica possui um papel fundamental na democratização do acesso ao conhecimento. Nas últimas décadas, diversas iniciativas de difusão científica surgiram e se desenvolveram em meio a um processo de expansão de instituições e de investimentos. Na Amazônia brasileira, o número de ações de divulgação científica está muito aquém do necessário para contemplar satisfatoriamente sua vasta extensão territorial. O Laboratório de Demonstrações da Universidade Federal do Pará, fundado em 2004, tem atuado como um centro de ciência visando o avanço da alfabetização científica na Amazônia brasileira, assim como da difusão e popularização da ciência e tecnologia. Neste artigo apresentamos as atividades deste Laboratório de Demonstrações ao longo de mais de uma década de atuação e o impacto de suas ações educativas e de divulgação científica na Amazônia brasileira.

**Palavras-chave:** Divulgação Científica, Experimentação, Laboratório de Demonstrações.

Science communication has a key role in democratizing the access to knowledge. In the last decades, many scientific diffusion initiatives emerged and developed in a process of expansion of institutions and investments. In the Brazilian Amazonia, the number of science communication actions is far less than what would be necessary to satisfactorily contemplate its vast territorial extension. The Demonstrations Laboratory of the Federal University of Pará, founded in 2004, has acted as a science center aiming the advancement of scientific literacy in the Brazilian Amazonia, as well as the dissemination and popularization of science and technology. We present the activities of this Demonstrations Laboratory over more than a decade of operation and the impact of its educational and science communication actions carried out in the Brazilian Amazonia.

**Keywords:** Science Communication, Experimentation, Demonstrations Laboratory.

### 1. Introdução

A divulgação científica é uma ferramenta que pode ser aliada ao processo de melhoria do ensino e da aprendizagem em diversas áreas do conhecimento. Embora esta concepção não fosse um objetivo principal nos primórdios da vulgarização científica, atualmente este é um tema amplamente discutido, principalmente no meio acadêmico. O surgimento da vulgarização científica – assim denominada até o fim do século XIX e, no Brasil, até o início do século XX [1] – esteve vinculado ao constante desenvolvimento das bases da ciência moderna, juntamente

à expansão de meios impressos de comunicação a partir do século XV. É fato que, em seu início, a difusão de conhecimentos científicos não possuía um direcionamento ao público leigo e muito menos era realizada em linguagem acessível, dado que muitas obras eram produzidas em latim, a língua dos intelectuais da época [2].

Um dos marcos da divulgação científica pode ser atribuído às demonstrações realizadas na *Royal Society of London* em meados do século XVIII. Transformando a realização de experimentos em espetáculos, o clérigo e físico francês Jean Antoine Nollet (1700 - 1770) criava ambientes de intensa inquietação científica em demonstrações para o público, inicialmente formado por membros da nobreza [3]. A cul-

\*Endereço de correspondência: [crispino@ufpa.br](mailto:crispino@ufpa.br).

tura da demonstração das descobertas científicas permaneceu como característica da *Royal Society*, especialmente realizada por alguns de seus membros, como o cientista britânico Humphry Davy (1778 - 1829) e seu ex-assistente Michael Faraday (1791 - 1867).

Com a democratização dos museus e sua abertura para o público, consolidadas durante o século XX, as atividades de divulgação científica foram repensadas e aplicadas em ambientes de ensino informal. Os museus passaram de ambientes estáticos de exposição silente de objetos para instituições com o propósito de educar e entreter a população [4].

No Brasil, os prenúncios da divulgação científica (que já era desenvolvida na Europa por meio de publicação de livros e demonstrações científicas desde meados do século XV [2]) ganharam um modesto impulso na segunda metade do século XIX. Apesar do estímulo neste período, o impacto na população ainda era exíguo, visto que a maior parte do povo perecia com os altos índices de analfabetismo. Com o passar das décadas, as pesquisas em diversas áreas científicas foram sendo intensificadas e culminaram com a necessidade de expandir o conhecimento que estava sendo produzido no país e no mundo. As instituições de pesquisa e ensino superior foram ampliadas e os museus e centros de ciência foram implementados. Neste contexto, a difusão e popularização do conhecimento científico foi exercendo cada vez maior influência na educação brasileira, embora ainda não tenha atingido os níveis das instituições dos países mais desenvolvidos [5].

Apesar do crescimento do número de museus e centros de ciência por todo o Brasil, a Amazônia brasileira destoa pelo pequeno número de instituições dedicadas à divulgação científica, quando comparada às regiões Sul e Sudeste brasileiras. Tal fato torna latente a necessidade de que iniciativas, de pequeno, médio e grande porte, surjam para contribuir com a educação básica e superior na Amazônia. Muitas destas iniciativas são originadas em parceria com as universidades, que apresentam ambientes com diversas possibilidades para o desenvolvimento de projetos calcados na tríade sobre a qual se constituem as instituições de ensino superior: o ensino, a pesquisa e a extensão.

A título de exemplo, é oportuno registrar algumas das principais iniciativas de difusão e popularização de ciências na Amazônia brasileira. Em Manaus, o Museu da Amazônia [6] e a Estação e Centro

de Ensino de Ciências Casa da Física [7], ambos vinculados à Universidade Federal do Amazonas, destacam-se com ações de divulgação em Física, Astronomia, Ciências Biológicas e Educação Ambiental. O Museu Sacaca [8], localizado na capital do Amapá e vinculado ao Instituto Estadual de Pesquisas do Amapá (IEPA), também oferece atividades de divulgação em Astronomia, com o Planetário Móvel Maywaka, assim como em Educação Ambiental. Em Belém, podemos destacar as ações de difusão e popularização do Museu Paraense Emílio Goeldi [9, 10] e do Centro de Ciências e Planetário do Pará [11]<sup>1</sup>. Na capital paraense, destaca-se também o Laboratório de Demonstrações (LABDEMON) [12] da Universidade Federal do Pará (UFPA). Tendo como inspiração inicial o Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) [13], o LABDEMON/UFPA é um dos espaços pioneiros da Amazônia na divulgação da ciência por meio de experimentação interativa com o público.

Neste artigo, apresentamos o LABDEMON/UFPA, incluindo o processo de sua implementação, as características dos equipamentos interativos de seu acervo, a sua linha de atuação, as atividades realizadas desde sua fundação e o impacto de suas ações educativas e de divulgação científica na comunidade amazônica.

## 2. O Laboratório de Demonstrações da UFPA

Em 2004, professores e estudantes do então Departamento de Física da UFPA criaram o Laboratório de Demonstrações da UFPA (LABDEMON/UFPA). Na época, o objetivo era basicamente auxiliar os cursos de graduação na prática experimental de conceitos vistos em sala de aula. Com o crescimento gradual da equipe (Fig. 1) e da abrangência desta iniciativa, passou-se a atender também turmas de alunos da rede do ensino básico do Pará, trazidas por seus professores.

Inicialmente, os monitores do LABDEMON/UFPA, que atuavam como voluntários,

<sup>1</sup>Vale ressaltar que o Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPP), anteriormente denominado “Planetário Sebastião Sodré da Gama” e renomeado em 2012, incorporou outras atividades em seu ambiente. Entre o início de 2014 e maio de 2016, o CCPP esteve interditado para manutenção de seu espaço e de seus equipamentos. Atualmente, as atividades do CCPP, incluindo as programações na cúpula, funcionam por meio de agendamento.



**Figura 1:** Equipe do LABDEMON/UFPA em 2015.

manipulavam equipamentos construídos por eles próprios, com materiais de baixo custo, que ilustravam conceitos básicos da Física em apresentações demonstrativas. As apresentações foram inicialmente realizadas em uma sala, com capacidade para pouco mais de 20 pessoas, no antigo pavilhão de oficinas do Laboratório de Física, localizado na Cidade Universitária José da Silveira Netto da UFPA, em Belém. Em seguida, com o apoio da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) e da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) da UFPA, o LABDEMON foi aos poucos se consolidando na área de educação da UFPA.

Neste contexto, os projetos “Implantação do Laboratório de Demonstrações da UFPA” (2004 - 2006) e “Manutenção e Ampliação do Laboratório de Demonstrações da UFPA” (2006 - 2008), ambos vinculados ao Programa Integrado de apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (PROINT) da PROEG/UFPA, foram realizados para contribuir com o desenvolvimento do LABDEMON/UFPA e de suas atividades<sup>2</sup>. Ainda em 2004, um projeto vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX) da PROEX/UFPA também foi iniciado, o que oportunizou, juntamente com os projetos citados anteriormente, o financiamento de bolsas para os monitores e o incentivo para a produção de trabalhos acadêmicos.

Com a ampliação da infraestrutura e da demanda de atendimentos de escolas, outros projetos de apoio

<sup>2</sup>É oportuno ressaltar que o projeto intitulado “Estação Ciência”, submetido na edição de 2003 do PROINT/UFPA, não foi selecionado para financiamento. Este projeto tinha por objetivo a instalação de um centro de ciência com basicamente a mesma proposta do LABDEMON/UFPA.

e financiamento foram submetidos e aprovados junto a instituições e agências de fomento. Em particular, no ano de 2007, com o apoio do então Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), a proposta de “Implantação de um Polo de Difusão e Popularização de Física e Astronomia na Cidade de Belém” possibilitou a aquisição de equipamentos para o LABDEMON e também para o Núcleo de Astronomia [14,15] da UFPA (NASTRO/UFPA).

Desde o início de suas atividades, o LABDEMON/UFPA já envolveu mais de 60 estudantes de graduação (licenciatura e bacharelado) e de pós-graduação (*lato e stricto sensu*), tendo contado com diversas bolsas de estudos e outras formas de apoio de órgãos financiadores e agências de fomento.

As ações educativas do LABDEMON/UFPA têm sido amplamente expandidas durante os mais de 10 anos de sua existência. Atualmente, suas instalações contam com mais de 100 equipamentos interativos, adquiridos de empresas especializadas, como a Ciência Prima [16], o Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa (CIDEPE) [17] e a Azeheb [18], assim como equipamentos de baixo custo, elaborados pela própria equipe do LABDEMON/UFPA, distribuídos em seis módulos de apresentação (Mecânica dos Sólidos, Mecânica dos Fluidos, Ondulatória, Física Térmica, Óptica, e o módulo de Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna), em três salas do Laboratório de Física-Ensino da UFPA (ver Tabela 1).

O LABDEMON/UFPA consolidou-se como um espaço não formal para o ensino de ciências, majoritariamente em Física, explorando temas relacionados à ciência e à tecnologia de forma lúdica e interativa, por meio de atividades dirigidas para diversos tipos de público.

## 2.1. Equipamentos interativos

A utilização de equipamentos que possibilitam a formação de um ambiente favorável ao ensino e à aprendizagem de ciências é uma ideia amplamente difundida. Quando utilizado em exposições para o público, o recurso de interatividade em meio à experimentação, torna a situação propícia para o desenvolvimento de habilidades e competências inerentes ao estudo de ciências.

Ao longo dos anos, o acervo de equipamentos interativos e demonstrativos do LABDEMON/UFPA sofreu uma expansão significativa. Em seus primeiros

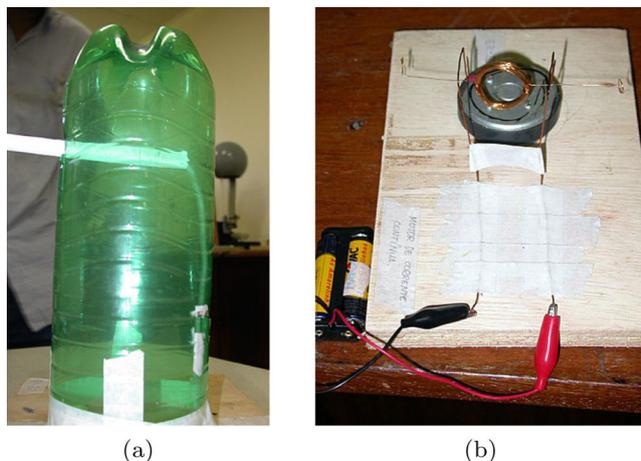
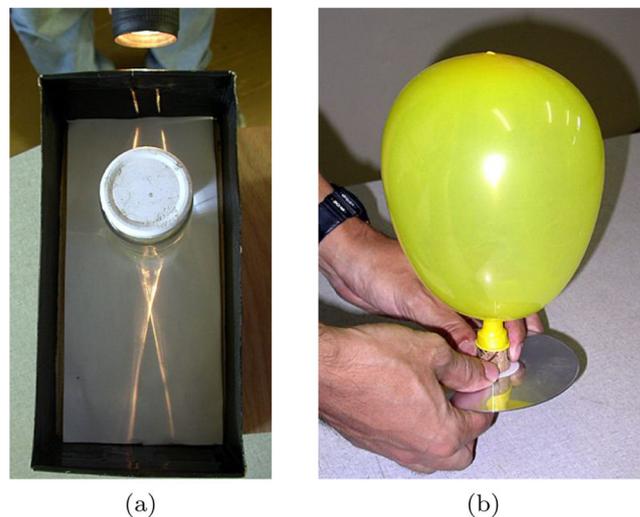
**Tabela 1:** Módulos de apresentação e quantidade de experimentos disponíveis atualmente no LABDEMON/UFPA.

Módulo	Industrializados	Baixo Custo
Mecânica dos Sólidos	9	23
Mecânica dos Fluidos	6	16
Eletr., Magn. e Fís. Moderna	15	17
Ondulatória	7	7
Física Térmica	6	8
Óptica	6	9

anos de atividades, a maioria dos equipamentos utilizados em apresentações interativas foi confeccionada pelos próprios monitores, discentes dos cursos de graduação da UFPA, vinculados à iniciativa. A partir de materiais de baixo custo, como, por exemplo, garrafas de politereftalato de etileno (PET) e latas de alumínio reutilizadas, espelhos, papel cartão, entre outros, os instrumentos demonstrativos eram construídos. O uso da literatura dirigida para elaboração de experimentos e desenvolvimento de atividades demonstrativas [19–28] também foi fundamental para o crescimento do LABDEMON/UFPA.

Entre os primeiros experimentos de baixo custo montados pelos monitores do LABDEMON/UFPA, podemos citar a “Cachoeira de Fumaça” (Fig. 2a), o “Motor de Corrente Contínua” (Fig. 2b), a “Caixa de Refração da Luz” (Fig. 3a) e o “CD *Hovercraft*” (Fig. 3b).

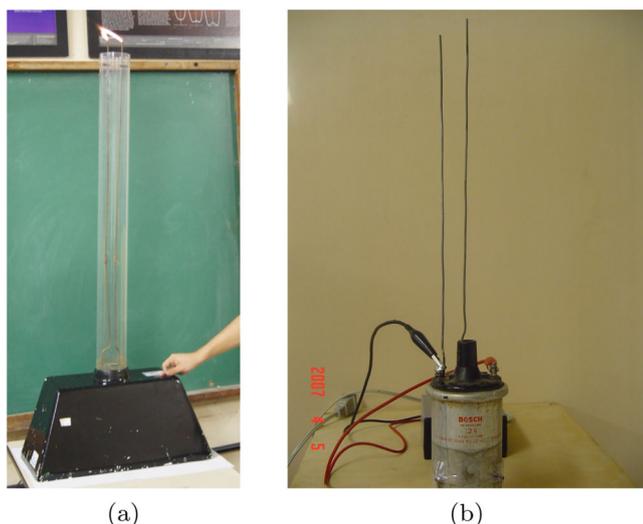
Com os investimentos recebidos, diversos equipamentos industrializados foram sendo adquiridos, ampliando o conjunto de temáticas que poderiam ser apresentadas pela equipe do LABDEMON/UFPA. Apesar da aquisição de equipamentos mais sofisticados, a abordagem de conceitos por meio de ex-

**Figura 2:** Alguns dos primeiros experimentos do LABDEMON/UFPA: (a) “Cachoeira de Fumaça” e (b) “Motor de Corrente Contínua”.**Figura 3:** Outros dos primeiros experimentos do LABDEMON/UFPA: (a) “Caixa de Refração da Luz” e (b) “CD *Hovercraft*”.

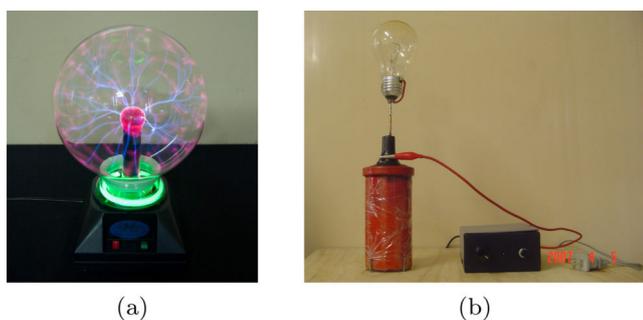
perimentos confeccionados com materiais de baixo custo permanece até os dias atuais.

Alguns modelos de equipamentos industrializados foram reproduzidos pelos monitores do LABDEMON/UFPA com o uso de materiais alternativos. Entre estes, podemos citar a “Chispa Ascendente” (Fig. 4a), desenvolvida pela empresa Ciência Prima, reproduzida com material alternativo (Fig. 4b) e explorada em uma monografia de conclusão de curso de graduação de um monitor do LABDEMON/UFPA [29]. Como outro exemplo, podemos citar a “Bola de Plasma” (Fig. 5a), também reproduzida com materiais alternativos no LABDEMON/UFPA (Fig. 5b), tendo sido denominada “Abajur de Raios” [29].

A utilização de materiais acessíveis para a construção de experimentos também contribui para apresentar uma alternativa para que os professores possam diversificar as metodologias aplicadas em sala de aula. O LABDEMON/UFPA atua em parceria com estes docentes, realizando oficinas e atividades voltadas para a atualização de metodologias experi-



**Figura 4:** Montagens do equipamento denominado “Chispa Ascendente” confeccionadas (a) pela empresa Ciência Prima e (b) no LABDEMON/UFPA.



**Figura 5:** (a) “Bola de Plasma” industrializada e (b) “Aba-jur de Raios” produzido no LABDEMON/UFPA.

mentais, que serão melhor apresentadas na Seção 2.3 deste artigo.

Atualmente, o LABDEMON/UFPA conta com seis módulos para exposições interativas e demonstrativas, com equipamentos industrializados e de baixo custo (ver Tabela 1). Cada módulo abrange uma temática que pode ser apresentada com adaptações para um público com os mais diversos níveis de escolaridade.

Até o ano de 2010, um módulo de Astronomia também compunha o acervo do LABDEMON/UFPA. Atualmente, este módulo faz parte do acervo do NASTRO/UFPA [14,15] que, dentre suas atividades, realiza apresentações interativas com equipamentos que ilustram conceitos de Astronomia com abordagens semelhantes àquelas utilizadas pelo LABDEMON/UFPA.

## 2.2. Linha de Atuação

Uma grande variedade de ações educativas e abordagens metodológicas tem sido discutida e utilizada em espaços formais, não formais e informais de educação científica.

Os laboratórios de demonstrações formam uma categoria de laboratórios didáticos que, em sua conceitualização clássica, têm sido relacionados às tendências pedagógicas tradicionais. Segundo a Ref. [30], nestes laboratórios: “Ao professor cabe exercer o papel magistral e formal de senhor absoluto do conhecimento e domínio na manipulação dos equipamentos e dispositivos. Ao aluno, afastado de qualquer participação mais ativa, é reservado o papel de ouvinte e observador passivo.” Após o intercurso da pedagogia crítica, como, por exemplo, a pedagogia libertadora e a pedagogia da problematização, o ensino bancário [31], que apresenta o docente como detentor de verdades inquestionáveis e o estudante como mero receptáculo de informação, foi sendo repensado e cedeu espaço para metodologias alternativas que objetivam a formação de indivíduos mais atuantes e conscientes de sua realidade social.

Neste contexto, os laboratórios de demonstrações tradicionais sofreram modificações e tornaram-se não somente ambientes de apoio demonstrativo aos professores, mas também ambientes para os próprios estudantes realizarem seus projetos e experimentos assistidos [30]. O Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física da USP (IFUSP) foi pioneiro na atuação com esta perspectiva nas universidades brasileiras e impulsionou o estabelecimento de iniciativas semelhantes em diversos pontos do país. Auxiliando tanto os professores quanto os estudantes, as experimentações nestes laboratórios de demonstrações visam facilitar e motivar a aprendizagem, tornando o conteúdo mais aprazível, viabilizando uma participação mais ativa dos estudantes. Com esta perspectiva, diversas discussões em torno da demonstração podem ser geradas, possibilitando a ocorrência de interações sociais. É neste contexto que a teoria sócio-interacionista de Lev Vygotsky é oportuna [32]. Estabelecendo conexões entre conceitos espontâneos e científicos, levando em consideração o conhecimento pré-existente e valorizando os pseudoconceitos essenciais para a aprendizagem, as atividades que unem demonstração e participação interativa ganham espaço [33].

Apesar das críticas acerca da abordagem experimental por meio de atividades demonstrativas para

o ensino de ciências [34, 35], considerações em favor do uso de demonstrações pelos professores durante a sua prática em sala de aula continuam sendo apresentadas em pesquisas fundamentadas na teoria vygotskyana [36, 37]. Além dos ambientes formais, a teoria sócio-interacionista de Vygotsky também tem sido amplamente utilizada para a pesquisa em ensino de ciências em ambientes de educação não-formal e informal, e auxilia no desenvolvimento de abordagens que envolvem as interações sociais, a experimentação e a ludicidade [38–40].

O LABDEMON/UFPA incorporou, durante os anos de sua atuação, diversas características de abordagens utilizadas em museus e centros de ciência. Inicialmente as atividades possuíam cunho primordialmente demonstrativo, com o intuito de reforçar a teoria vista em sala de aula. Com a diversificação do público, assim como do seu nível de escolaridade, o LABDEMON/UFPA aprimorou suas apresentações com aspectos mais lúdicos, com uma abordagem que aproxima os conceitos científicos ao cotidiano do público, que pode interagir de forma mediada com os experimentos apresentados. Esta experimentação dirigida incita a curiosidade científica, gerando interações discursivas mediador-público, público-mediador e público-público.

A teoria sócio-interacionista de Vygotsky é um referencial teórico adequado à atuação do LABDEMON/UFPA, visto que as interações sociais que ocorrem por meio da experimentação e demonstração dirigida e programada são o foco das apresentações. Ao lado de um parceiro mais capaz, os visitantes podem tanto desenvolver seus pseudoconceitos, no caso de um primeiro contato com a temática apresentada, quanto amadurecer e internalizar os conceitos científicos já introduzidos anteriormente por meio da educação formal.

### 2.3. Atividades

As primeiras atividades do LABDEMON/UFPA, em 2004, abrangiam demonstrações de experimentos de baixo custo para os visitantes, geralmente estudantes do Ensino Médio da rede pública de Belém, com duração total entre duas e três horas (Fig. 6). As temáticas eram apresentadas em um único módulo, transitando entre a abordagem de conceitos de Mecânica, Física Térmica, Óptica, Eletricidade e Magnetismo, e sua aplicação em diversas demonstrações.



**Figura 6:** Foto de uma das primeiras apresentações para grupos realizada pelo LABDEMON/UFPA, durante visita da Escola de Aplicação da UFPA, em junho de 2004. Nesta foto vê-se uma estudante que posteriormente ingressou na UFPA como discente do Curso de Física, e que se tornou monitora do LABDEMON/UFPA, tendo concluído a Licenciatura na UFPA e o Mestrado Acadêmico em Física na Universidade Federal da Bahia.

Com a confecção e aquisição de novos experimentos para diversas temáticas, uma única apresentação tornou-se pouco diante da grande quantidade de demonstrações que podiam ser realizadas. Assim, a equipe do LABDEMON/UFPA optou por reestruturar as visitas em vários módulos. As abordagens para as apresentações foram aprimoradas, auxiliando cada vez mais o professor visitante de forma que, em algumas ocasiões, passou a haver um direcionamento de alguns dos conteúdos vistos em sala de aula para as atividades relacionadas às visitas ao LABDEMON/UFPA.

Com a popularização da iniciativa entre professores de Ensino Médio, docentes do Ensino Infantil, Fundamental, Técnico e Superior também passaram a agendar visitas com suas turmas de alunos no LABDEMON/UFPA (Fig. 7). No processo de ampliação e diversificação do público, as apresentações foram discutidas para serem adaptadas de acordo com o nível de escolaridade dos visitantes.

O interesse dos professores de Ensino Fundamental e Médio pela inserção de atividades experimentais de baixo custo em sala de aula foi se intensificado, o que incentivou a equipe do LABDEMON/UFPA a realizar palestras, oficinas e minicursos sobre a construção de experimentos e suas abordagens em diversas temáticas. Posteriormente, estas atividades voltadas para formação e atualização



**Figura 7:** Apresentação de experimentos do LABDEMON/UFPA para estudantes do curso de Engenharia Mecânica da UFPA, em setembro de 2016.

docente foram implementadas tanto no contexto da educação básica, com experimentos de simples confecção, como no contexto da educação superior (Fig. 8).

Algumas destas atividades fizeram parte de eventos organizados pela equipe do LABDEMON/UFPA, como, por exemplo, a I Semana do Laboratório de Demonstrações, realizada em abril de 2007 (Fig. 9). Este evento contou com exposições, palestras e oficinas sobre abordagens lúdicas e interativas no ensino-



**Figura 8:** Oficina de experimentos do LABDEMON/UFPA realizada com estudantes do curso de Física Ambiental do então Campus de Santarém da UFPA (atual Universidade Federal do Oeste do Pará), em dezembro de 2005.



**Figura 9:** Fotografia realizada por ocasião da palestra do Prof. José Maria Filardo Bassalo, durante a I Semana do Laboratório de Demonstrações da UFPA, ocorrida em Belém/PA, em abril de 2007.

aprendizagem de ciências, além da construção de equipamentos com material alternativo e de baixo custo.

Ao longo dos anos, o LABDEMON/UFPA expandiu suas ações educativas englobando diversas atividades externas à UFPA. O apoio e a participação em mostras (Fig. 10), feiras (Fig. 11), congressos e outros eventos em praças, pontos turísticos (Fig. 12) e instituições de ensino, envolvendo um público com os mais diversos níveis de escolaridade, são características já consolidadas do LABDEMON/UFPA.

Por meio de exposições itinerantes, realizando também oficinas e palestras, o LABDEMON/UFPA já visitou diversos municípios do Estado do Pará.



**Figura 10:** Alunos da rede pública de ensino interagindo com o experimento “Anel Saltante” durante a Mostra Horácio Schneider de Ciência e Cultura, na E. E. E. F. M. Padre Marino Contti, no Município de Irituia/PA, em maio de 2014.



**Figura 11:** Estande do LABDEMON/UFPA durante a IV Feira Estadual de Ciência e Tecnologia & VIII Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, realizada no Complexo Turístico da Estação das Docas, em Belém/PA, em outubro de 2011. Nesta fotografia, veem-se, entre outras pessoas, coordenadores de iniciativas de difusão e popularização da UFPA, o Governador do Estado do Pará, o Reitor da UFPA e o Secretário de Ciência e Tecnologia do Estado do Pará, à época.

Algumas ilhas paraenses atendidas pela equipe do LABDEMON/UFPA, como a Ilha do Combu<sup>3</sup>, a Ilha de Cotijuba<sup>4</sup> (Fig. 13) e a Ilha do Marajó (Fig. 14), não possuem acesso por meio de rodovias/pontes, o que torna a experiência de divulgação científica ainda mais rica, incluindo o contato com a cultura ribeirinha, ainda não tão explorada na pesquisa em ensino de ciências.

Digno de registro, é também o apoio que tem sido dado durante os últimos anos pelo LABDEMON/UFPA às atividades (i) do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR) (cf., e. g., Ref. [41]), organizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); e, mais recentemente, (ii) do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) [42], organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF); desenvolvidas no Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) da UFPA. Neste contexto, destacam-se as oficinas de construção de

<sup>3</sup>O acesso à Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, localizada no Rio Guamá, em frente ao campus principal da UFPA, é por meio de barco, em uma travessia que dura cerca de 15 minutos.

<sup>4</sup>O acesso à Ilha de Cotijuba, que pertence ao Município de Belém, é por meio de barco, partindo de Icoaraci (um dos oito distritos do Município de Belém), em uma travessia que dura cerca de 45 minutos.



(a)

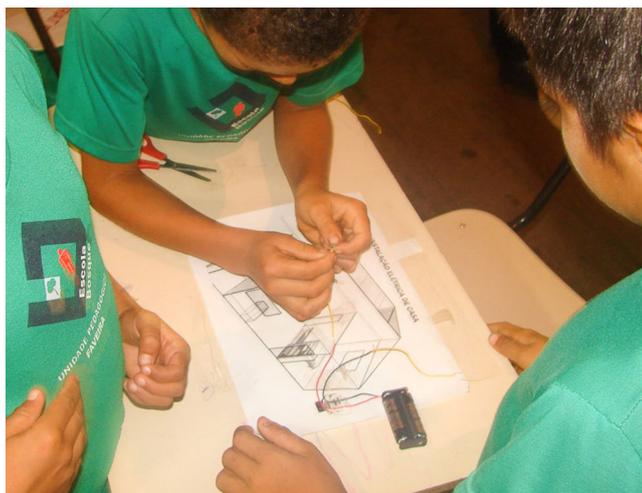


(b)

**Figura 12:** Dois momentos da exposição interativa do LABDEMON/UFPA realizada no Jardim Botânico/Bosque Rodrigues Alves, em Belém/PA, no “Dia das Crianças”, em 12 de outubro de 2006: (a) Interação de crianças com o gerador eletrostático de Van de Graaff. (b) Preparação para o lançamento de um foguete construído com garrafa PET, usando água e ar comprimido, diante do público.

experimentos com materiais de baixo custo promovidas pelo LABDEMON/UFPA (Figs. 15 e 16).

É oportuno destacar que, ao realizar oficinas de construção de experimentos com material de baixo custo para os professores e futuros docentes, o objetivo principal é contribuir com a inserção de atividades experimentais em sala de aula. As oficinas do LABDEMON/UFPA possuem foco no incentivo à criatividade científica para elaboração e construção de experimentos, inovação de abordagens e solução de problemas, e não simplesmente na utilização de materiais de baixo custo como exclusivos e definitivos para o desenvolvimento de um laboratório para o ensino de Física [43]. De fato, alguns professores,



**Figura 13:** Crianças interagindo com experimento do LABDEMON/UFPA, durante o "II Ciência na Ilha", realizado em dezembro de 2009, na E. E. E. F. M. Marta da Conceição – Fundação Escola Bosque, na Ilha de Cotijuba/PA.



**Figura 14:** Estudantes manipulando câmaras escuras durante uma exposição interativa do LABDEMON/UFPA, realizada em dezembro de 2008, como parte das atividades relacionadas à V Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, em Salvaterra/PA (Ilha do Marajó).

após aperfeiçoarem suas metodologias de ensino, tendem a buscar recursos para investir em laboratórios multidisciplinares com experimentos mais sofisticados, que podem ser utilizados para ilustrar conceitos que requerem equipamentos com um maior grau de complexidade.

Este é o caso do Laboratório Multidisciplinar criado, em 2012, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio (E. E. E. F. M.) Ministro Alcides Carneiro, situada no município de Ananindeua, região metropolitana da capital paraense. Disposto de uma sala de aula comum, o espaço foi adaptado



**Figura 15:** Professoras interagindo com um experimento de Óptica, durante oficina realizada pelo LABDEMON/UFPA em agosto de 2010, para o curso do PARFOR em Ciências Naturais do ICEN/UFPA.



**Figura 16:** Professores interagindo com experimentos de Mecânica, durante oficina realizada pelo LABDEMON/UFPA em setembro de 2016, para o curso do MNPEF do ICEN/UFPA.

para um Laboratório Multidisciplinar, suprimindo a necessidade de um ambiente diferenciado nas dependências da escola para aulas interativas com experimentos, palestras, oficinas, entre outras ações educativas e de divulgação científica (Fig. 17). O LABDEMON/UFPA contribuiu com esta realização, dado que um dos professores idealizadores deste Laboratório Multidisciplinar atuou como monitor do LABDEMON/UFPA durante basicamente toda a sua formação acadêmica. A construção de experimentos com material de baixo custo, tanto por parte do professor como por parte dos estudantes, foi o primeiro passo para constituir os equipamentos deste Laboratório Multidisciplinar, que atualmente continua expandindo o seu acervo e também conta com equipamentos industrializados, como radiômetro,



**Figura 17:** Alunos, sob supervisão do professor, realizando atividades em novembro de 2014, no Laboratório Multidisciplinar da E. E. E. F. M. Ministro Alcides Carneiro, em Ananindeua/PA.

anemômetro e globo de plasma. O espaço deste Laboratório Multidisciplinar é utilizado para diversas disciplinas do currículo escolar e incentivou a utilização de metodologias interativas e experimentais, como as empregadas no LABDEMON/UFPA, não só no próprio laboratório, como também em atividades na sala de aula.

O LABDEMON/UFPA conta hoje com o apoio de um conjunto de docentes e escolas das redes pública e particular de ensino de Belém, assim como de outros municípios do Estado do Pará, que têm sido parceiros na realização de visitas, mostras, feiras e outras ações educativas. As atividades desenvolvidas são previamente agendadas, buscando sempre relacionar o cronograma escolar dos estudantes aos módulos que serão apresentados pelo LABDEMON/UFPA.

Todas as atividades realizadas, sejam estas apresentações de módulos, oficinas, seminários, entre outras, passam por etapas de planejamento e análise, sendo elaboradas e discutidas durante as reuniões periódicas da equipe do LABDEMON/UFPA.

### 3. Considerações Finais

Neste artigo apresentamos o Laboratório de Demonstrações (LABDEMON) da UFPA e seu papel de divulgação científica na Amazônia brasileira. Tendo em vista a importância de atividades de difusão e popularização de ciência e tecnologia em nível global, o LABDEMON/UFPA procura resgatar o estímulo à curiosidade científica para a realidade amazônica. Não apenas a curiosidade científica acerca de fenômenos observados em laboratórios de

pesquisa de alto padrão, mas também buscando despertar os olhares do público para fenômenos do cotidiano, muitos destes vinculados a conceitos fundamentais da ciência.

A partir de abordagens experimentais interativas, lançando mão de um acervo de equipamentos industrializados e de baixo custo, o LABDEMON/UFPA utiliza a interatividade e a ludicidade para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem e para contribuir com a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente.

Em sua variedade de atividades, incluindo exposições interativas, oficinas, minicursos e palestras realizadas no espaço do LABDEMON na UFPA e em escolas, praças e pontos turísticos, em parceria com órgãos públicos e instituições privadas, desde o início das atividades, em 2004, o LABDEMON/UFPA já atendeu mais de 100.000 pessoas, em mais de 35 municípios do Estado do Pará, incluindo ilhas, dentro e fora da região metropolitana de Belém.

Relacionados a estas ações de divulgação científica, até o presente, mais de 60 trabalhos acadêmicos foram produzidos pela equipe do LABDEMON/UFPA, apresentados em eventos nacionais (cf., e. g., Ref. [44, 45]), regionais (cf., e. g., Ref. [46]) e locais, além de monografias de conclusão de curso de graduação [29, 47–54].

Com o objetivo de auxiliar na melhoria do ensino de ciências na Região Amazônica, e também despertar a curiosidade científica de crianças, jovens e adultos, o LABDEMON/UFPA utiliza suas abordagens para apresentar uma visão mais realista e contextualizada da ciência. Além disso, o LABDEMON/UFPA também tem buscado motivar o público para a prática das ciências e estimular estudantes a optar por carreiras científicas e tecnológicas.

Iniciativas como o LABDEMON/UFPA têm incentivado a criação de outros ambientes não formais para ações educativas em diferentes áreas científicas na Amazônia brasileira. O NASTRO/UFPA, uma iniciativa no Estado do Pará para divulgação científica em Astronomia [14, 15], e o Museu Interativo da Física (MINF/UFPA), pioneiro na difusão e popularização de História da Ciência na Amazônia [55], são exemplos de ambientes de divulgação científica que surgiram a partir das atividades realizadas pelo LABDEMON/UFPA. Além destes centros de ciência, projetos como o “Física e Tecnologia para a Escola” [56] e o “Palestras

Vocacionais para a Educação Básica” [57], que visam a divulgação científica por meio de palestras de professores e pesquisadores da UFPA e de outras instituições, atuam como parceiros do LABDEMON/UFPA. Com o intuito de maximizar a abrangência do conjunto de ações educativas realizadas por estas iniciativas, o projeto de implantação do Centro Interativo de Ciência e Tecnologia da Amazônia (CICTA) [58] tem sido desenvolvido.

Divulgar e popularizar a ciência na Amazônia tem sido um grande desafio encarado pelo LABDEMON/UFPA e por estas outras iniciativas, visando a inserção da ciência na cultura regional, contribuindo para uma melhor compreensão do mundo e, conseqüentemente, para o crescimento sócio-econômico e para a preservação ambiental desta região que abriga parte considerável da biodiversidade da Terra.

### Agradecimentos

Agradecemos a Danilo Teixeira Alves, pela leitura crítica e sugestões a este artigo, e a Diogenes Leão Brasil, pelas informações e fotografia relacionadas ao Laboratório Multidisciplinar da E. E. E. F. M. Ministro Alcides Carneiro. Somos também gratos a Ângela Burlamaqui Klautau, Danilo Teixeira Alves, Elinei Pinto dos Santos, Jorge Castiñeiras Rodríguez, Marcelo Costa de Lima, Marco Antonio Cunha Machado e Sérgio Vizeu Lima Pinheiro; bem como a todos os outros professores, servidores técnico-administrativos, bolsistas e voluntários da equipe do LABDEMON/UFPA, por sua dedicação e empenho em prol deste centro de ciência. Registramos igualmente nossos agradecimentos a Aníbal Fonseca de Figueiredo Neto, Ildeu de Castro Moreira e Licurgo Peixoto de Brito. Agradecemos ainda à Faculdade de Física, ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais e às Pró-Reitorias de Extensão (PROEX) e de Ensino de Graduação (PROEG) da UFPA, pelo incentivo ao LABDEMON/UFPA, desde a sua fundação. Gostaríamos também de registrar nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), pelo apoio financeiro.

### Referências

- [1] M.R. Vergara, Revista Brasileira de História da Ciência **1**, 137 (2008).
- [2] S.P.M. Mueller e R.C.V. Caribé, Informação & informação **15**, 13 (2010).

- [3] B. Schiele, in: *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, edited by M. Bucchi and B. Trench (Routledge, New York, 2008), p. 27-29.
- [4] M.E. Valente, in: *Educação e Museu: A Construção Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência* editado por G. Gouvêa e M. Marandino (Access, Rio de Janeiro, 2003), p. 21-45.
- [5] I.C. Moreira e L. Massarani, in: *Ciência e Público: Caminhos da Divulgação Científica no Brasil*, organizado por I.C. Moreira e L. Massarani (Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2002), p. 44-64.
- [6] Sítio eletrônico do Museu de Ciência da Amazônia, disponível em <http://museudaamazonia.org.br>, acesso em 10 ago. 2016.
- [7] Sítio eletrônico do Projeto Casa da Física, disponível em <http://projetocasadafisica.blogspot.com.br>, acesso em 10 ago. 2016.
- [8] Sítio eletrônico do Núcleo Museológico - Museu Sacaca, disponível em <http://museusacaca.blogspot.com.br>, acesso em 10 ago. 2016.
- [9] Sítio eletrônico do Museu Paraense Emílio Goeldi, disponível em <http://www.museu-goeldi.br>, acesso em 10 ago. 2016.
- [10] L.C.B. Crispino, V.B. Bastos e P.M. Toledo (orgs), *As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi: Aspectos históricos e iconográficos (1860-1921)* (Pakatautu, Belém, 2006).
- [11] Sítio eletrônico do Centro de Ciências e Planetário do Pará, disponível em <http://paginas.uepa.br/planetario>, acesso em 10 ago. 2016.
- [12] Sítio eletrônico do Laboratório de Demonstrações da UFPA, disponível em <http://www.labdemon.ufpa.br>, acesso em 10 ago. 2016.
- [13] Sítio eletrônico do Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), disponível em <http://www.imagens.usp.br/?p=5797>, acesso em 10 ago. 2016.
- [14] Sítio eletrônico do Núcleo de Astronomia da UFPA, disponível em <http://www.nastro.ufpa.br>, acesso em 08 set. 2016.
- [15] J. Caldas, R.R. França and L.C.B. Crispino, *Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia* (The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará, Belém, 2016), não publicado.
- [16] Sítio eletrônico da Ciência Prima, disponível em <http://www.cienciaprima.com.br>, acesso em 12 ago. 2016.
- [17] Sítio eletrônico do Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa (CIDEPE), disponível em <http://www.cidepe.com.br>, acesso em 12 ago. 2016.
- [18] Sítio eletrônico da Azeheb - Laboratórios de Física, disponível em <http://azeheb.com.br>, acesso em 12 ago. 2016.

- [19] E.C. Valadares, *Física Mais Que Divertida* (Editora da UFMG, Belo Horizonte, 2002).
- [20] R. Almeida e D. Falcão, *Brincando com a Ciência: Experimentos Interativos de Baixo Custo* (Museu de Astronomia e Ciências Afins, Rio de Janeiro, 1996).
- [21] R. Ehrlich, *Virar o Mundo do Avesso e Outras 174 Demonstrações Físicas Simples* (Gradiva Publicações, Lisboa, 1992).
- [22] A. Gaspar, *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Uma Nova Visão Baseada na Teoria de Vygotsky* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2014).
- [23] A. Gaspar, *Experimentos de Ciências para o Ensino Fundamental* (Ática Editora, São Paulo, 2005).
- [24] A.F. de Figueiredo Neto (org.), *Brinca Ciência: Um Ensaio Lúdico Sobre Ciência e Tecnologia* (Prefeitura de Santo André, Santo André, 2011).
- [25] Coleção Jovem Cientista (Editora Globo, São Paulo, 1996).
- [26] E.C. Valadares, A.L. Mateus e J.D. Silva, *AeroDescobertas: Explorando Novas Possibilidades* (Fundação Ciência Jovem, Belo Horizonte, 2006).
- [27] E. Kaner, *Ciência com Balões* (Gradiva Publicações, Lisboa, 1991).
- [28] F.D. Saad, *Demonstrações em Ciências: Explorando Fenômenos da Pressão do Ar e dos Líquidos Através de Experimentos Simples* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2005).
- [29] J.A. Reis Júnior, *Experimentos de Eletromagnetismo para o Ensino de Física*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, 2007.
- [30] J.P. Alves Filho, *Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista*. Tese de Doutorado, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- [31] P. Freire, *Pedagogia da Autonomia: Os Saberes Necessários à Prática Educativa* (Paz e Terra, São Paulo, 1996).
- [32] L.S. Vygotski, *A Construção do Pensamento e da Linguagem* (Martins Fontes, São Paulo, 2001).
- [33] L.S. Vygotski, *A Formação Social da Mente* (Martins Fontes, São Paulo, 2000).
- [34] B.Á. Rosito, in: *Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas*, organizado por R. Moraes (EDIPUCRS, Porto Alegre, 2000).
- [35] C. Crouch, A.P. Fagen, P. Callan and E. Mazur, *American Journal of Physics* **72**, 835 (2004).
- [36] I.C.C. Monteiro, *Atividades Experimentais de Demonstração em Sala de Aula - Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2002.
- [37] A. Gaspar e I.C.C. Monteiro, in: *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Pôster, Ensino e Aprendizagem de Física, 2004, p. 1-13.
- [38] A. Gaspar, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **9**, 157 (1992).
- [39] A. Gaspar, *Museus e Centros de Ciência - Conceitualização e Proposta de um Referencial Teórico*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1993.
- [40] A. Gaspar, in: *Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil*, organizado por I.C. Moreira, L. Massarani e F. Brito (Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2002), p. 171-183.
- [41] A.S. Dias e R.C. Vieira, *Experimentos de Física no 9º Ano do Ensino Fundamental na Escola Manoel Bernardo da Luz*. Trabalho de Conclusão de Curso, Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2014.
- [42] S.H. de O. Bezerra, *Atividades Experimentais em Sequências Didáticas de Física - Potencializando a Aprendizagem Significativa no Ensino Médio*. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2016.
- [43] R. Axt e M.A. Moreira, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **13**, 97 (1991).
- [44] D.T. Alves e L.C.B. Crispino, in: *Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, 2005, p. 0705/1-0705/4.
- [45] J.M. Nascimento, L.C.B. Crispino e E.P. Santos, in: *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária*, Belém, 2014, p. 27-31.
- [46] A.C.M. Chaves, R.R. Corrêa e L.C.B. Crispino, in: *Resumos do XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste*, Natal, 2015, p. R0336/1-R0336/5.
- [47] D.L. Brasil, *Abordagens Experimentais de Hidrostática e Hidrodinâmica para o Ensino Médio no Laboratório de Demonstrações da UFPA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2008.
- [48] J.E.A. Dias, *O Laboratório de Demonstrações da UFPA e o Letramento Científico: Investigação do Ensino-Aprendizagem Durante a Apresentação do Módulo de Eletromagnetismo*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2008.
- [49] G.S. Duarte, *Abordagens Experimentais de Eletromagnetismo para o Ensino Médio no Laboratório de Demonstrações da UFPA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2009.
- [50] D.S. Queiroz, *Abordagens Experimentais para o Ensino de Física no Nível Médio, com Ênfase na Mecânica dos Sólidos*. Trabalho de Conclusão de

- Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2009.
- [51] F.C. Costa, *Contextualização de Conceitos de Óptica com o Auxílio de Experimentos nas Apresentações do Laboratório de Demonstrações da UFPA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2010.
- [52] A.C.M. Chaves, *Proposta de Roteiro para o Experimento: A Determinação da Relação Carga-Massa do Elétron*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2011.
- [53] J.M. Nascimento, *Abordagens Experimentais de Física Térmica para a Educação Básica desenvolvidas no Laboratório de Demonstrações da UFPA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2013.
- [54] R.R. Corrêa, *Experimentos de Ondulatória como Proposta para o Ensino de Física nas Atividades do Laboratório de Demonstrações da UFPA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2015.
- [55] J. Caldas, M.C. Lima e L.C.B. Crispino, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **38**, e4307 (2016).
- [56] Sítio eletrônico do Projeto Física e Tecnologia para Escola, disponível em <http://www.fisescola.ufpa.br>, acesso em 8 set. 2016.
- [57] Sítio eletrônico do Projeto Palestras Vocacionais para a Educação Básica, disponível em <http://www.vocacionais.ufpa.br>, acesso em 8 set. 2016.
- [58] Sítio eletrônico do Centro Interativo de Ciência e Tecnologia da Amazônia da UFPA, disponível em <http://www.cicta.ufpa.br>, acesso em 8 set. 2016.

## B Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará

Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4201 (2017)  
 www.scielo.br/rbef  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0253>

Special Section - Invited Articles  
  
 Licença Creative Commons

### Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará

Jocasta Caldas<sup>1</sup>, Rodrigo Rocha de França<sup>1</sup>, Luís Carlos Bassalo Crispino\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, 66075-110, Belém, PA, Brazil

Received on November 1, 2016. Revised on March 7, 2017. Accepted on March 12, 2017.

The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará is a science center located in the Brazilian Amazonia, dedicated to spread knowledge on Astronomy to the general public. Over the last ten years, this science center has promoted several activities, including astronomical observations, demonstrations with industrially manufactured and low cost material equipment, seminars, workshops, among others. We describe and discuss the role of the Astronomy Nucleus and other science centers dedicated to Astronomy communication and popularization in the Brazilian Amazonia.

**Keywords:** Astronomy, Amazonia, Science Communication and Popularization.

#### 1. Introduction

Astronomy research is widely developed all over the world. Several Astronomy research centers, including the ones hosted in universities and observatories, also promote significant educational and public outreach activities worldwide [1]. We can mention, e. g., the public outreach programs of the National Aeronautics and Space Administration (NASA) [2], and of the Louisiana State University [3], both in the United States, as well as of the Carl Sagan Solar Observatory of the University of Sonora [4], in Mexico, and of the Observatoire de Haute Provence, in France [5], among others.

Astronomy outreach is also intensively promoted in planetariums worldwide, many of them listed in the International Planetarium Society website (IPS, <http://www.ips-planetarium.org>). In Brazil, there are some traditional science centers devoted to Astronomy, but few located in the Amazonian region. The Brazilian planetariums are linked through a national association which organizes annual meetings and edits the magazine *Planetaria* (ABP, <http://planetarios.org.br>).

The Brazilian Amazonia includes 9 out of the 26 states of the Federative Republic of Brazil <sup>1</sup>, comprising about half of the Brazilian territory, and has a population of about 15 million people [6]. In the whole Brazilian Amazonia, there is no formal course on Astronomy. The interest in the subject is stimulated by some outreach initiatives promoted by governmental institutions and by

amateur astronomers groups. Although located far from the present developed centers in Brazil, Amazonia has gone through a wealthy and prosperous period, especially during the rubber cycle, between the second half of the nineteenth century and the beginning of the twentieth century. In that period, for instance, the Pará Museum was installed, turning out to be the first scientific institution in the Brazilian Amazonia [7]. Astronomy has been part of the interest of the Amazonian population during that time. For instance, a practice of astronomical observations in Belém, the capital of the Brazilian state of Pará, has been announced in a local newspaper calling the local citizens to observe the great comet of 1882, as well as the Moon, with the aid of a telescope mounted in a public park [8]. As another example, we can mention the visit of the British astronomers A. C. D. Crommelin and C. R. Davidson to Amazonia, on their way to the city of Sobral, in the Northeast Brazilian state of Ceará, to perform the photographs that confirmed Einstein's Theory of General Relativity, taken during the May 29, 1919 total solar eclipse [9]. Some of Einstein's ideas related to General Relativity were publicized in Belém's press in that occasion, as well as how the local population observed and reacted to that eclipse [10, 11].

Although the development of scientific diffusion on Astronomy (as well as on Science in general) in the Brazilian Amazonia region can be regarded as slow, when compared with wealthy regions of the globe, there exist important initiatives, figuring as significant learning aids and collaborating with the improvement of the local scientific literacy indices. As a major difficulty in this context, the number of educated people in Amazonia able and dedi-

\*Endereço de correspondência: [crispino@ufpa.br](mailto:crispino@ufpa.br).

<sup>1</sup>Brazilian Amazonia comprises the states of Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, Tocantins and part of Maranhão state.

cated to publicize science is low compared with developed countries. As a way to overcome this issue, stands out the implementation of museums and science centers inside university environments. Such academic partnership contributes to increase the number of education professionals formed by the institutions, as well as collaborates with the maturation of the relationship between research, teaching and outreach sectors.

Among the institutional initiatives in the Brazilian Amazonia devoted to educational and public outreach stands out the Astronomy Nucleus (NASTRO, <http://www.nastro.ufpa.br>) of the Federal University of Pará (UFPA, <http://www.ufpa.br>), located in the city of Belém. We present the activities developed by NASTRO along its ten years of existence. We also provide an overview of the main Brazilian national competitions on Astronomy and Astronautics, as well as a selection of amateur astronomers groups, other science centers and planetariums located in the Brazilian Amazonia that also perform educational activities in Astronomy.

## 2. The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará

The Astronomy Nucleus (NASTRO) is an educational and outreach science center of the Federal University of Pará (UFPA), which promotes public activities related to Astronomy and Astronautics, like astronomical observations, seminars, workshops, courses, classes using games and experiments, as well as exhibitions in the Brazilian Amazonia.

In 2005, an Astronomy Club has been created in UFPA by a group of undergraduate students and professors from the Physics Department, as part of the activities performed by the Demonstration's Laboratory (LABDEMON, <http://www.labdemon.ufpa.br>) [12], with the main initial aim to promote astronomical observations. The activities and the enthusiasm increased rapidly with time and in 2006 the Astronomy Club was transformed into the NASTRO. The Nucleus soon became a university project for popularization and diffusion of science. At present, NASTRO's team is composed by professors, students and technicians (cf. Fig. 1), mostly from the UFPA Institute of Exact and Natural Sciences and, more than an education and public outreach project, NASTRO is a reference science center devoted to Astronomy popularization in the Brazilian Amazonia.

The activities performed by NASTRO allow the community to interact with science. NASTRO encourages the study of these subjects to basic school students, as well as to the general public. The activities follow a playful view of teaching and learning, using not only professionally manufactured experiments (cf. Figs. 1s and 2s - supplemental files) but also low cost materials (cf. Fig. 2 - see also Fig. 3s - supplemental files). In Sec. 3 we give a detailed description of the main activities performed by NASTRO.



**Figure 1:** NASTRO's team at UFPA, standing behind the telescopes, in a photograph taken in November, 2015.



**Figure 2:** Children interacting with a representation of the celestial sphere built with low cost material during a NASTRO's class, in Belém, in January 2006.

## 3. Activities Promoted by NASTRO

NASTRO's goals include the dissemination of scientific knowledge to general public, providing seminars (cf. Fig. 4s - supplemental files), courses, observations (cf. Fig. 3), participation in science fairs (cf. Fig. 5s - supplemental files), among other activities. Indeed, most of the astronomical events visible in Belém and other cities in Pará state are observed and publicized by NASTRO's team.

The activities of NASTRO are both internal, held inside UFPA, and external, developed in parks, schools and other places, as touristic points in the city of Belém, as well as in islands and other cities in Pará state. The internal activities include presentations for groups using interactive resources, meetings, and astronomical observations in the UFPA campus. Furthermore, NASTRO also offers preparation for the Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics, and for the Brazilian Exhibition of Rockets. As external activities, NASTRO promotes itinerant exhibitions, observations of astronomical phenomena, as well as seminars and workshops. NASTRO



**Figure 3:** Children in line to observe the Moon through a telescope for the first time in their lives, during a NASTRO's outreach activity promoted in 2011, in a periphery of the city of Belém.

explores Astronomy, Astronautics and related subjects, specially through a playful, interactive and multidisciplinary approach.

The audience of NASTRO includes teachers, students and the society in general, depending on the activity performed. For instance, the astronomical presentations performed with experiments are usually targeted for basic, middle and high school students, while the astronomical observations and seminars are targeted to the general audience. Among the activities promoted by NASTRO at the Belém UFPA campus, stands out the "Astronomical Wednesdays", consisting of seminars about Astronomy, Astronautics, Astrophysics, Cosmology and other related subjects, occurring every Wednesday evening, followed by astronomical observations with different kinds of telescopes (cf. Fig. 6s - supplemental files).

NASTRO contributes to the explanation to the Amazonian society of several phenomena related to Astronomy and Astronautics. As peculiar occurrences, we can mention the finding of rocket parts in the state of Pará, nearby the city of Salinópolis, on April 25, 2014 [13] (cf. Fig. 7s - supplemental files), and in the surroundings of the city of Curuçá, on May 17, 2015 [14]. After contacting international space agencies, NASTRO's team realized that these were rocket debris connected to the launching of satellites from Guiana Space Centre in Kourou, French Guiana, that probably fell in the Atlantic ocean and then floated inland. Moreover, almost every year NASTRO's team explains to the local media about tidal effects which, together with the high rate of rainfall, usually happens during the months of March and April, causing flooding in the Guajará bay shore, in the city of Belém, influencing directly the life of people who live and work at that zone [15].

Regarding solar and lunar eclipses, meteor showers, internal planet transits by the solar disk, and other typical

astronomical phenomena, NASTRO offers to the Amazonian population the opportunity of safe and enjoyable observations in public places.

On September 27, 2015 there was an interesting combination of two astronomical events – a lunar eclipse and a "supermoon" – visible in part of Brazil, including Belém, when many people met at *Forte do Castelo* to observe the two phenomena (cf. Fig. 8s - supplemental files), For that occasion, NASTRO brought several telescopes through which more than a thousand people observed the Moon all night long.

On May 9, 2016 the transit of Mercury across the Sun's disk was visible from the Earth, including the Amazonia, attracting the attention of a considerable number of people. The observation of Mercury's transit was performed by NASTRO at a famous touristic point of Belém, the *Ver-o-Peso* market, for roughly 7 hours, during which about five hundred people observed the phenomenon (cf. Fig. 4).

Along the last decade, in addition to the internal and external activities, NASTRO has also organized and taken part in several events related to Astronomy and science in general. For instance, together with Brazilian National Observatory (ON, <http://www.on.br>), NASTRO has organized in 2008 the First Amazonian School on Astronomy, Astrophysics and Cosmology. With Brazilian National Institute for Space Research (INPE, <http://www.inpe.br>), NASTRO has organized the First (cf. Fig. 9s - supplemental files) and Second (cf. Fig. 10s -



**Figure 4:** Telescopes mounted in front of the *Ver-o-Peso* market, to observe planet Mercury's transit in front of the solar disk, on May 9, 2016.

supplemental files) Amazonian School on Space Sciences, in 2007 and 2008, respectively.

In collaboration with the Pará State Secretariat for Science, Technology and Innovation, together with other scientific, environmental and educational initiatives, NASTRO has participated in itinerant exhibitions in about 30 cities in the Amazonian region (cf. Fig. 5), as well as in islands (cf. Fig. 6 – see also Fig. 11s - supplemental files) located in the North-Brazilian coast.

With its outreach and teaching activities, since its foundation, NASTRO has reached more than a hundred thousand people. From this number, more than ninety thousand people were attended outside UFPA, in events promoted in public parks and schools, touristic points, convention centers and universities. NASTRO also became an environment for science teaching research, specifically in Astronomy. Since 2004, about 70 students from different undergraduate courses (including Physics, Chemistry, Biology, Natural Sciences, Meteorology and Philosophy) of UFPA, have represented NASTRO in



**Figure 5:** NASTRO's exhibition during the Brazilian Week of Science and Technology, in Belém, in October 2011. In this picture we can see the NASTRO's team and equipment, as well as, among the visitors, the Governor and the Secretary for Science and Technology of the Pará state at the time.



**Figure 6:** NASTRO's exhibition in the city of Salvaterra, located in the Marajó Island, during Horácio Schneider science and culture fair, in April, 2014.

meetings and conferences. More than 200 talks, seminars and workshops have already been offered by NASTRO's team, with an audience adding up to more than six thousand people of different education levels.

NASTRO also prepares Amazonian students for the Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics and to a national competition of low cost material rockets launching, called Brazilian Exhibition of Rockets. Further details of NASTRO's participation in these two national competitions are mentioned in Sec. 4.

The implementation of games and other playful activities in teaching and learning is something very common in children's education. The spontaneity in students' participation, increasing their self-confidence and self-esteem, is frequently seen during these activities. Furthermore, team work of the students and healthy competition atmosphere naturally arise.

Among the experiments and games developed by the collaborators of NASTRO, we can mention the Constellations Memory Game (cf. Fig. 12s - supplemental files) and the Sky Hopscotch [16] (cf. Fig. 13s - supplemental files). These games and other activities promote intense interactive learning atmospheres, normally filled with interesting discussions, improving the understanding of concepts and ideas (cf., e. g., Refs. [17] and [18]), and are widely applied in science centers all over the world.

Among the other activities offered by NASTRO, we can mention workshops in which it is taught how to operate simple telescopes, as well as workshops for telescope making [19] with the use of low cost materials, like paperboard, PVC pipes, and low cost lenses [20] (cf. Fig. 14s - supplemental files).

#### 4. NASTRO's Participation in the Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics and in the Brazilian Exhibition of Rockets

The Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics (OBA, <http://www.oba.org.br>) is a national annual event for primary, middle and high school students, organized by the Brazilian Astronomical Society (SAB, <http://www.sab-astro.org.br>) and the Brazilian Spatial Agency (AEB, <http://www.aeb.gov.br>). The OBA demands general knowledge on Astronomy and Astronautics, in different degrees of difficulty, grouped in four levels. Level 1 of the OBA is devoted to primary-school students of the first years; level 2 is devoted to primary-school students of the last years; level 3 is devoted to middle-school students; and level 4 is devoted to high-school students. NASTRO provides classes conducted by its collaborators, aiming to prepare the students from Pará state schools who want to participate in the OBA, serving especially students in the neighborhood of the Belém UFPA's campus (cf. Fig. 7 – see also Figs. 15s and 16s - supplemental files).



**Figure 7:** NASTRO's students painting during a class, aiming to build a solar system model, in 2012.

The methodological approach applied in preparatory classes include educational games (cf., e. g., Refs. [16,21,22]), audiovisual resources, interactive equipment, apart from astronomical observations. These classes are taught every week on Saturday mornings. The students from the first three OBA levels usually come accompanied with their parents or relatives, who are invited to participate and also enjoy the activities. A student's mother reported with enthusiasm her participation in these activities [23]: "I come with her every Saturday and I stay to attend the classes. (...) It is very interesting (...). I myself learn a lot too. I am loving it. (...) I intend to keep on coming". And complemented: "Even if my daughter stops coming, I intend to come alone (...)". (A statement followed by a spontaneous and extended laugh.) This kind of testimony encourages even more the development of diffusion and popularization of science activities on Astronomy by NASTRO's team, for children, teenagers, as well as for adults.

The OBA classes started in UFPA in 2005, remaining until today totally free of charge, as it has been the case of all NASTRO's activities. Even when NASTRO's students do not get grades high enough to obtain OBA's national awards (usually accompanied by symbolic plastic medals), a local award ceremony (cf. Fig. 17s - supplemental files) is organized for all the NASTRO's participants of the competition.

Another national competition promoted by SAB and AEB is the Brazilian Exhibition of Rockets (MOBFOG). This competition's goal is to launch handmade rockets to obtain a large horizontal range. According to the MOBFOG rules, there are four types of rockets that can be used in the launches, some of them specific for the higher levels. In levels 1 and 2 the students can build rockets with soda straws and paper tubes, respectively. In levels 3 and 4 students can build rockets using polyethylene terephthalate (PET) bottles. For levels 1 and 2, the rockets are launched with water and air pressure propulsion,

and for levels 3 and 4 sodium bicarbonate and vinegar can be used in the propulsion mixture.

NASTRO's students also participate in the MOBFOG. The rockets construction is supervised by NASTRO's collaborators (cf. Fig. 8) and the rockets launching is always an activity highly enjoyed by all participants (cf. Fig. 9). NASTRO also organizes a local award ceremony for students who obtain the larger horizontal range with their rockets, independently of their positions in the national awards raking.

NASTRO has directly enrolled a total of around one thousand students in these OBA and MOBFOG preparatory activities, from fundamental, middle and high school levels, with an annual average of 100 subscriptions.

## 5. Other Astronomy Centers and Groups in the Brazilian Amazonia

Besides NASTRO, other initiatives on diffusion and popularization of Astronomy have been realized in the Brazil-



**Figure 8:** Low cost material rockets' construction during a Science and Technology Fair in the city of Igarapé-Miri (FEICITI), in November 2015.



**Figure 9:** A rocket's launch done by NASTRO's team in Camilo Vianna science exhibition, in IFPA, in the city of Conceição do Araguaia, in March 2012.

ian Amazonia. Among them, there are amateur clubs, societies, centers and planetariums, dedicated to education and public outreach. In this section, we present a selection of those initiatives.

Amateur clubs and astronomical societies are usually the mostly adopted alternatives to supply the lack of specific centers for teaching and popularization of Astronomy in the Amazonian region. They emerge, in many cases, from meetings of teachers and students interested in astronomical and cosmological issues, and, in most of the cases, these teachers do not have a formal education on Astronomy, and are sometimes initially stimulated by the intense dissemination of movies, television series, etc., increasingly accessible to the general public.

In the Brazilian Amazonia, besides the curiosity eventually stimulated by the media, the cultural diversity found in the indian ancestry of part of the population provides additional motivation for astronomical issues. The proposal to comprehend how the old Amazonian indian tribes explain stars, its movements in the sky and the phenomena associated to them, are relevant issues in Ethnoastronomy.

Groups gathered by Astronomy interests sometimes turn into mature initiatives, as the case of the Maranhão Astronomy Society (SAMA, <http://sama-astronomia.blogspot.com.br>). Having started their meetings in December 1976, the SAMA group works in public activities of scientific outreach, including seminars and astronomical observations in the city of São Luís, capital of the Maranhão state. Inspired on this initiative, other groups were formed, like the Amateur Group on Astronomy of Imperatriz, inland city of Maranhão state, associated with Federal Institute of Maranhão (IFMA, <http://ifma.edu.br>). Still in Maranhão's state, we can also mention the Group of Astronomical Studies (GEAST, <http://geast-uema.blogspot.com.br>) of the State University of Maranhão (UEMA, <http://www.uema.br>), that met for the first time in April 2008. Counting with the participation of students and professors of Physics Graduation Course, besides founders of SAMA, GEAST/UEMA also collaborated towards the creation of the Physics Astronomical Observatory (OBAFIS) of UEMA, on December 2008. OBAFIS aims to promote knowledge in Astronomy through observations, seminars and other activities offered to the general public.

Other amateur groups devoted to Astronomy emerged in the beginning of the twenty first century in the Brazilian Amazonia. For instance, we can mention: (i) Gama Hidra Astronomy Group, in the Acre state (Gama Hidra, <http://www.gamahidra.com.br>); (ii) Mirzam Astronomy Club of Macapá (Mirzam, <http://clubemirzam.blogspot.com.br>), in the Amapá state; (iii) Stride Astronomy Club (Stride, <http://astronomia-stride.blogspot.com.br>), associated with Federal Institute of Rondônia (IFRO, <http://ifro.edu.br>), in the Rondônia state; (iv) Astronomy Club of Pará (CAP, <http://astropara.wordpress.com>), in the Pará state;

among others. We can also mention other groups created recently, like the Astronomy Club of Primavera do Norte, inland city of the Mato Grosso state; the Astronomy Club of Manaus, in the Amazonas state; and Galileo Academic League of Astronomy, in Bragança, in the Pará state. There are also groups which have been founded by teachers of institutions of higher education, like the Nucleus for Teaching and Research in Astronomy (NEPA) [24], in the Amazonas state, associated with State University of Amazonas (UEA, <http://www.uea.edu.br>), and the Astronomy Center of the Federal Institute of Pará (IFPA, <http://www.ifpa.edu.br>), in the Pará state.

Due to the continuous enhancement of educational actions in Astronomy, the number of programs and projects encouraging activities in scholar and public environments is increasing in Amazonia. The itinerant GalileoMobile Project (Galileo Mobile, <http://www.galileo-mobile.org>) is one of these programs aiming to inspire the scientific curiosity, the critical thought and citizenship in the Amazonian region. With collaborators all around the world, besides counting the partnership of amateur groups, as the Gama Hidra, as well as professors and students of IFRO, the GalileoMobile organized the BraBo expedition in Acre and Rondônia states. The activities in this expedition included seminars, workshops and astronomical observations in schools and parks, with a total public of more than 3500 people along the 1600 km covered during 5 weeks. This itinerant initiative, mobilized elementary, secondary, technical and high-school students, besides specific activities offered for visually impaired individuals, and also provided an opportunity for cultural exchange with indian students, as reported in the documentary entitled *Ano-Luz* [25].

Poor weather conditions impose a strong difficulty to astronomical observations in Amazonia. Due to its location in an equatorial environment, characterized by a hot and humid weather, with extensive and intensive rainy periods, sometimes it is simply impossible to perform astronomical observations with optical instruments in Amazonia for several days. Moreover, telescopes are negatively influenced by the high relative humidity, of about 90% in rainy periods. A way to minimize the frustration of a cancelled astronomical observation due to poor weather conditions is the use of computer softwares, projecting to people the sky hidden behind the clouds, as well as mobile planetariums.

The first planetarium located in the Brazilian Amazonia was founded in September, 1999, in the city of Belém, Pará state capital, motivated by an annular solar eclipse that occurred in April, 1995, which could be fully visible from Belém. The Pará State Planetarium, was originally named Sebastião Sodr e da Gama, in honor to the Pará state scientist and director of National Observatory of Rio de Janeiro from 1930 to 1950 [26]. This Amazonian planetarium belongs to the State University of Pará (UEPA, <http://www.uepa.br>). With the main goal to collaborate with the improvement of science teaching

in the Amazonian region, it is claimed to be one of the first world planetariums that presents a multidisciplinary propose involving both astronomical and environmental sciences [27]. The Pará State Planetarium is equipped with a Skymaster ZKP-3 projector, which shows constellations, planets, comets, among other astronomical objects.

Some private entities, as the Brazilian Commerce Social Service (SESC), and public sectors, as the State Secretariats for Science, Technology and Innovation, promote actions with portable planetariums performing itinerant exhibitions in the Brazilian Amazonia, specially devoted to municipalities which do not have science centers [28]. As an example of portable planetarium operating in the Brazilian Amazonia, we can mention the *Maywaka* Planetarium of the Institute for Scientific and Technological Research of the Brazilian state of Amapá (IEPA, <http://www.iepa.ap.gov.br>). The word *Maywaka* means “Universe” in the *arawak* language of the indian community *Palikur*, old inhabitants of the upper margin of the Amazon river. *Maywaka* is an Aster IV, Asterdomus planetarium, with a dome of about 5 metres in diameter. The *Maywaka* Planetarium has started its activities in 2002, and since then it has conducted public sessions for hundreds of Amapá state citizens. Nowadays, the *Maywaka* Planetarium performs activities in the Sacaca Museum of Amapá state. As an example of a museum that develops activities on Astronomy and Ethnoastronomy, we can mention the Amazonia Museum (MUSA, <http://museudaamazonia.org.br>), located in the city of Manaus, in the Amazonas state. Founded in 2009, the MUSA promotes seminars, workshops and other environmental education projects, in support of scientific research and outreach. MUSA also hosts an “indian planetarium” built with the goal of showing how Amazonian indian groups used to interpret Astronomy.

The existence of such initiatives in the Brazilian Amazonia is essential for the improvement of teaching quality in Brazil as a whole. It should be noticed that the majority of the cities in the Brazilian Amazonia possesses the least Human Development Index of the country. Although the enhancement of this index is clearly a complex issue, demanding more than simply several governmental actions, the support given by educational and outreach initiatives is essential for the gradual advance towards positive future perspectives for one of the richer regions of our planet, in terms of biodiversity and culture.

## 6. Final Remarks

As one of the most ancient sciences, Astronomy is related to human development, helping humankind to understand several phenomena of the Universe in which it is inserted, including the seasons, what contributed to the advancement of agriculture, tidal effects and eclipses.

Despite the popularization of scientific knowledge and the efforts for the demystification of astronomical phe-

nomena in the Brazilian Amazonia, some stories and tales, inherited from the Amazonian indian native tribes, that developed their own ways to interpret the behavior of celestial bodies, are still present in the local culture. Legends and myths, some associated to constellations’ denominations in Amazonian indian languages, still compose the social imaginary of the Amazonian population.

It is difficult to describe the fascination which arises when a person looks at celestial objects through a telescope for the first time. The first view of the lunar craters, Saturn rings, Galilean moons of Jupiter, dozens of stars of an agglomerate, or a whole galaxy in the visual field of an eyepiece is something remarkable.

Nowadays, astronomical phenomena are usually predicted with great anticipation and high accuracy, which, together with astronautical achievements, are widely spread through communication channels, motivating numerous questions from the the general public. Such questions involve different subjects, including, for instance, the movements of the Sun, Moon, planets, stars, galaxies, and the Universe as a whole; as well as more elaborated and subtle issues, like the possibility of building space colonies, essential to guarantee humankind survival in case the Earth becomes an uninhabitable planet, and the existence of intelligent life in other places of the Cosmos. Despite the enormous technological advance of our civilization, part of the global population still does not have access to scientific information, and the change of this situation through a process of diffusion and popularization of science and technology is essential to establish a global developed society.

We have reported educational and public outreach activities performed in the Brazilian Amazonia on Astronomy and Astronautics, giving special emphasis to the Astronomy Nucleus (NASTRO) at Federal University of Pará (UFPA), which has celebrated ten years of existence in 2016, attending more than a hundred thousand people since its foundation, helping to spread scientific knowledge in Amazonia. We have also presented a selection of science centers and groups dedicated to Astronomy outreach in the Brazilian Amazonia.

Even facing rainforest’s high humidity, normally causing unstable meteorological conditions, together with cloudy sky and rainfall, NASTRO has successfully promoted, along more than one decade, the diffusion and popularization of Astronomy and Astronautics, enhancing scientific knowledge and interest of the Brazilian Amazonia population.

Initiatives like NASTRO stimulate research, not only in science teaching and outreach, but also in other areas, like, for instance, history and philosophy of science [29]. More than 30 academic works have been produced by NASTRO’s team, including undergraduate monographs (cf., e. g., [30–33]), as well as works presented in Brazilian conferences (cf., e. g., [34–37]). These academic works usually explore the methodological approach and the impact of Astronomy education and public outreach in

the Brazilian Amazonia, also aiming to explain to the general audience about astronomical phenomena.

Stimulating scientific development in the Brazilian Amazonia demands a series of systematic actions and support. The higher the scientific literacy degree is, the higher is the population awareness about the environmental phenomena and the main troubles which involve the human influence on nature. The maturation of citizenship ideals in Amazonia is required as a way to educate young people for the future, as well as to preserve the Amazonian forest, where a great biodiversity of our planet is kept.

## Acknowledgements

We thank Ariana D. Nascimento, Augusto C. M. Chaves, Brenda B. Moreira, Carlos E. P. Martins, Elisangela B. Santana, Franciney C. Palheta, Francilene C. Costa, Gírlan E. N. de Souza, Gleyce S. da R. Oliveira, Igor J. C. Coimbra, Jerry W. L. Alves, Jessica P. Estácio, Jorge C. Rodríguez, Laisse C. Ramos, Lizangela M. A. da Silva, Maiara F. da S. Cardoso, Marcio G. dos Santos, Maria I. A. da Silva, Sabrina F. da Costa, Wilson de C. A. Silva and Ygor P. Silva, for their special dedication to the Astronomy Nucleus (NASTRO) of the Federal University of Pará. We are also grateful to the whole NASTRO's team for collaboration and work. We acknowledge our gratitude also to Aníbal F. de Figueiredo Neto and Ildeu de C. Moreira. We are grateful to Rosa E. C. C. Lopes and Ângela B. Klautau for useful comments. We acknowledge the support of the Physics Faculty of the Institute of Exact and Natural Sciences, the Institute of Geosciences, and the Outreach Sector of Federal University of Pará (UFPA). We would like also to thank Ministry of Science, Technology, Innovations and Communications (MCTIC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), and Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), from Brazil, for partial financial support.

## Supplementary material

The following online material is available for this article: Supplementary Figures

## References

- [1] G.L. Cameron, *Public Skies: Telescopes and the Popularization of astronomy in the twentieth century*. Graduate Dissertation, Iowa State University, Paper 11795, 2010.
- [2] J. Rosendhal, P. Sakimoto, R. Pertzborn and L. Cooper, *Advances in Space Research* **34**, 2127 (2004).
- [3] T.G. Guzik, E. Babin, W. Cooney, J. Giammanco, D. Hartman, R. McNeil, M. Slovaka and J.G. Stacy, *Advances in Space Research* **34**, 2121 (2004).
- [4] J. Saucedo-Morales and P. Loera-González, *Journal of Advanced Research* **4**, 315 (2013).
- [5] M. Boër, *Advances in Space Research* **42**, 1831 (2008).
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Atlas do Censo Demográfico 2010*, available from <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas>.
- [7] L.C.B. Crispino, V.B. Bastos e P.M. Toledo (orgs), *As Origens do Museu Paraense Emílio Goeldi. Aspectos Históricos e Iconográficos (1860-1921)* (Paka-tatu, Belém, 2006).
- [8] Diário de Notícias, *O cometa* (Belém, 5th October, 1882).
- [9] M.C. Lima and L.C.B. Crispino, *International Journal of Modern Physics D* **25**, 1641002 (2016).
- [10] L.C.B. Crispino and M.C. Lima, *Phys. Perspect.* **18**, 379 (2016).
- [11] L.C.B. Crispino e M.C. Lima, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **38**, e4203 (2016).
- [12] J. Caldas e L.C.B. Crispino, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **39**, e2309 (2017).
- [13] G1, *Moradores Encontram Objeto Não Identificado em Vila de Salinas/PA*, (G1 Pará, Belém, 29 abr. 2014), available from [g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/04/moradores-encontram-objeto-nao-identificado-em-vila-de-salinas-pa.html](http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/04/moradores-encontram-objeto-nao-identificado-em-vila-de-salinas-pa.html).
- [14] ORM NEWS, *Lixo Espacial é Encontrado em Curuçá, Nordeste Paraense* (ORM NEWS, Belém, 20 mai 2015), available from <http://www.ormnews.com.br/noticia/lixo-espacial-e-encontrado-em-curuca-nordeste-paraense>.
- [15] G.M.G. Souza, R.R. França, F.C. Palheta e L.C.B. Crispino, in: *XVIII Jornada de Extensão Universitária*, Belém, 2015, available from [http://proex.ufpa.br/XVIII\\_jornada\\_anais/-/docs/educacao/oral/75.pdf](http://proex.ufpa.br/XVIII_jornada_anais/-/docs/educacao/oral/75.pdf).
- [16] L.C.B. Crispino, L.M.A. Silva e B.B. Moreira, in: *58ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, Florianópolis, 2006, available from [http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo\\_3390.html/](http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_3390.html/).
- [17] E.E. Prather, A.L. Rudolph and G. Brissenden, *Physics Today* **62**, 41 (2009).
- [18] M.M. Montgomery, *The Physics Teacher* **44**, 607 (2006).
- [19] N.E. Howard, *Standard Handbook for Telescope Making* (Harper & Row, Publishers, New York, 1984).
- [20] S.F. Tonkin (ed), *Amateur Telescope Making* (Springer-Verlag Limited, London, 1999).
- [21] E.B. Santana, M.A. Santos e F.C. Palheta, in: *15º Encontro Nacional de Astronomia*, São Luís, 2012, available from <http://enast2012.blogspot.com.br>.
- [22] E.B. Santana, B.F.N. Castro e F.C. Palheta, in: *15º Encontro Nacional de Astronomia*, São Luís, 2012, available from <http://enast2012.blogspot.com.br>.
- [23] Rádio Web UFPA, *Celebration of NASTRO's Tenth Anniversary*, available from <http://radio.ufpa.br/novaradio/index.php/acervo-do-ufpa-ensino>.
- [24] Governo do Estado do Amazonas, *Pesquisas Desenvolvidas em Parintins Destacam Novas Metodologias para o Ensino da Astronomia* (Governo do Estado do Amazonas, Manaus, 2013), available from <http://www.amazonas.am.gov.br/2013/09/pesquisas-desenvolvidas-em-parintins-destacam-novas-metodologias-para-o-ensino-da-astronomiaurl>.
- [25] Felipe Carrelli, *Ano-Luz*, available from <https://vimeo.com/121350155>.

- [26] L.M. Barreto, *Observatório Nacional - 160 Anos de História* (Observatório Nacional/Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1987).
- [27] M. Sauma Filho, *Astronomy Brasil* **15**, 74 (2007).
- [28] Projeto SescCiência, available from [http://www.sesc.com.br/portal/educacao/Educacao\\_Complementar/Sesciencia](http://www.sesc.com.br/portal/educacao/Educacao_Complementar/Sesciencia).
- [29] J. Caldas, M.C. Lima e L.C.B. Crispino, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **38**, e4307 (2016).
- [30] G.S.R. Oliveira, *Ensino de Ciências Por Meio da Astronomia: O Estudo do Sol como Atividade Motivadora para Conceitos de Física do 9º Ano*. Undergraduate Course Monograph, Federal University of Pará, 2015.
- [31] L.C. Ramos, *O Núcleo de Astronomia da UFPA: Um Pólo de Difusão e Popularização da Astronomia no Pará*. Undergraduate Course Monograph, Federal University of Pará, 2009.
- [32] L.M.A. Silva, *Práticas Atuais de Astronomia em Belém do Pará: Planetário do Pará, Núcleo de Astronomia da UFPA e Outras Iniciativas*. Undergraduate Course Monograph, Federal University of Pará, 2007.
- [33] M.I.A. Silva, *A Importância das Mostras de Ciência e Cultura para a Divulgação e Popularização Científica no Estado do Pará: As Vivências de uma Professora em Formação*. Undergraduate Course Monograph, Federal University of Pará, 2014.
- [34] E.P. Ribeiro, E.B. Santana e F.C. Palheta, in: *15º Encontro Nacional de Astronomia*, São Luís, 2012, available from <http://enast2012.blogspot.com.br>.
- [35] E.B. Santana e F.C. Palheta, in: *14º Encontro Nacional de Astronomia*, São Paulo, 2011, available from <http://www.14.enast.com.br/programacao-final-14-enast.pdf>.
- [36] L.M.A. Silva, F.C. Costa e L.C.B. Crispino, in: *12º Encontro Nacional de Astronomia*, Londrina, 2009, available from <http://web.sercomtel.com.br/enast>.
- [37] Y.P. Silva, L.C.B. Crispino e F.C. Palheta, in: *6º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária*, Belém, 2014, available from <http://www.6cbeu.ufpa.br/ebook>.

## C Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia

DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p678>

---

### Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia<sup>+,\*</sup>

---

Jocasta Caldas<sup>1</sup>  
Luís Carlos Bassalo Crispino<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Pará  
Belém – PA

#### Resumo

*Apesar da gama de pesquisas realizadas em universidades e instituições brasileiras, nas mais diversas áreas do conhecimento, a carreira científica tem permanecido pouco procurada pelos jovens que planejam ingressar em cursos de nível superior. Além da variedade de fatores socioeconômicos que podem ser abordados na tentativa de explicar esta baixa procura, o pequeno número de iniciativas especializadas em divulgação científica com foco em escolhas profissionais voltadas à ciência e à tecnologia também pode ser evidenciado. Com a possibilidade de aproximar os estudantes da realidade das carreiras científicas e acadêmicas, e estabelecendo o contato dos jovens com pesquisadores e suas pesquisas, pode-se contribuir para a escolha profissional, reduzindo índices de evasão universitária ocasionados pela falta de conhecimento acerca do curso pretendido. Neste artigo, relatamos a promoção de palestras de divulgação científica, desde a década de 1960, na Amazônia brasileira, a evolução destas ações educativas com o passar dos anos na comunidade amazônica, além de outras atividades congêneres realizadas atualmente por iniciativas de divulgação científica da Universidade Federal do Pará.*

**Palavras-chave:** Formação; Vocação; Divulgação Científica; Palestras; Educação Básica.

---

<sup>+</sup> Formation and Vocation: Scientific Dissemination Lectures for High School Students in Amazonia

<sup>\*</sup> Recebido: maio de 2018.  
Aceito: junho de 2018.

<sup>1</sup> E-mails: [jocasta@ufpa.br](mailto:jocasta@ufpa.br); [crispino@ufpa.br](mailto:crispino@ufpa.br)

## **Abstract**

*Despite the range of research performed in Brazilian universities and institutions, in the most diverse areas of knowledge, the scientific career has remained little sought by young people planning to enter in higher education courses. In addition to the variety of socioeconomic factors that can be addressed in an attempt to explain this low demand, the small number of scientific outreach specialized initiatives focusing on science and technology-based professional choices can also be evidenced. With the possibility of bringing students closer to the reality of scientific and academic careers and establishing young people's contact with researchers and their researches, one can contribute to professional choice, reducing university dropout rates caused by the lack of knowledge about the intended course. We report the promotion of lectures on scientific dissemination since the 1960s in the Brazilian Amazonia, the influence of these educational actions over the years in the Amazonian community, as well as other activities currently carried out by scientific dissemination initiatives of the Federal University of Pará.*

**Keywords:** *Formation; Vocation; Scientific Dissemination; Lectures; High School.*

No sistema de ensino brasileiro, diversos jovens decidem cada vez mais cedo por suas carreiras futuras. Em muitos cursos de nível superior, como no caso das graduações voltadas para formação de profissionais em ciência e tecnologia, registram-se altos índices de evasão (INEP, 2016; SILVA FILHO, 2007; SILVA, 2013), além de baixos desempenho e rendimento em disciplinas que adotam como base pré-requisitos em matemática, ciências naturais e suas tecnologias. Vários elementos contribuem para estas deficiências no cenário da educação superior no Brasil.

Apesar das condições sociais e econômicas possuírem um amplo destaque para a discussão acerca da evasão de estudantes na área de ciências exatas e tecnológicas, a ausência de atividades que promovam a reflexão e a orientação de possíveis caminhos profissionais para os estudantes do ensino básico, antes do ingresso no nível superior, também é evidente. Neste artigo, damos ênfase a contribuições de iniciativas de divulgação científica da Universidade Federal do Pará (UFPA) que atuam, desde 2004, auxiliando na escolha profissional de milhares de estudantes da Região Amazônica.

Políticas educacionais que atuem para uma orientação vocacional introdutória são de fundamental importância para auxiliar a escolha de uma profissão e, conseqüentemente, para atenuar a evasão universitária, o atraso da chegada de pessoal qualificado ao mercado de tra-

balho e a independência profissional. Ao considerar carreiras científicas, o estudante tende a acreditar em uma imagem estereotipada do cientista, reforçada pela midiática de um personagem genial, que obtém seus resultados individualmente, e que é avesso às questões burocráticas e outras obrigações inerentes de sua função. Assim, ações educativas, que familiarizem e aproximem os estudantes da realidade destas carreiras, beneficiam as decisões que serão tomadas para o futuro, e que refletirão nos índices sociais, educacionais e econômicos.

Na Amazônia brasileira, a situação é ainda mais alarmante. Mesmo com a ampla biodiversidade, campo favorável para a pesquisa em diversas áreas do conhecimento, muitos jovens acabam optando por carreiras nos setores de serviço e comércio, ou se frustram no decorrer de suas graduações ao se depararem com situações inesperadas da carreira científica. A qualidade deficitária do ensino básico também é um fator adicional. Com os menores índices de desenvolvimento humano (IDH) do Brasil, os municípios da Região Amazônica encontram diversos obstáculos quanto à sua infraestrutura e recursos humanos qualificados.

Uma questão amplamente discutida atualmente é a utilização da divulgação científica como ferramenta para auxiliar a educação formal. Por meio de feiras de ciência, exposições, palestras, minicursos, oficinas, entre outras atividades, a população pode vivenciar experiências, mesmo que de forma superficial, que proporcionam uma aproximação com o ‘mundo científico’.

Nos países mais desenvolvidos, é possível observar uma grande variedade de atividades de divulgação científica destinadas a diferentes tipos de público. Centros de Ciência, Jardins Botânicos, Museus, etc., fornecem ao público uma oportunidade de se aproximar da cultura científica. É comum em países como, por exemplo, os Estados Unidos, a realização de palestras de cientistas renomados em teatros e casas de espetáculos. Neil deGrasse Tyson e Richard Dawkins são alguns exemplos de nomes que atualmente levam as plateias ao ápice da curiosidade científica e acabam motivando crianças, jovens e adultos para ingressar em carreiras científicas e tecnológicas.

No contexto brasileiro, apesar de existirem diversas instituições com ações direcionadas para a popularização da cultura educativa, os maiores centros de divulgação estão localizados nas Regiões Sul e Sudeste (ALMEIDA *et al.*, 2015). A divulgação científica na Amazônia brasileira ainda é incipiente se comparada com o número de ações realizadas no eixo central do país, e mais ainda daquela realizada em países mais desenvolvidos.

É por meio de ações educativas que possam oportunizar a aproximação de estudantes do ensino básico com a universidade e seus pesquisadores, que algumas iniciativas de extensão visam contribuir no momento das escolhas profissionais. Ao familiarizar estudantes com as carreiras pretendidas, com o intuito de orientar a vocação, objetiva-se também contribuir para adaptação dos estudantes que ingressam nas universidades e, conseqüentemente, para o avanço do ensino básico e superior.

Para apoiar a execução de projetos na área de Ciência, Tecnologia e Inovação, fundações e órgãos de fomento nacionais têm adotado, como critérios para aprovação de propos-

tas submetidas para financiamento, a exigência de ações de divulgação científica em seus planos de trabalho (cf., e. g., FAPERJ, 2016; FAPESPA, 2014; MCTI, 2014). A introdução destes critérios tem incentivado ações de divulgação científica em todo o território nacional.

Apesar da adoção de critérios vinculados com as ações de divulgação científica poder ser considerada recente em editais e chamadas de órgãos de fomento, diversas iniciativas, de cunho informal e/ou extensionista, já surgiam no cenário amazônico, em meados do século XX, com o objetivo de difundir e popularizar as atividades científicas por meio de palestras e visitas a laboratórios.

Há relatos de realização de divulgação científica na UFPA desde a década de 1960, por meio de demonstrações de experimentos e palestras. O pioneiro José Maria Filardo Bassalo, engenheiro e físico paraense, já realizava, naquela época, atividades de divulgação científica, tendo como público seus estudantes da rede de ensino de Belém, pois também ministrava aulas nos colégios “Abraham Levy” e “Paes de Carvalho”. Alguns destes estudantes visitaram a UFPA, em Belém, para a realização de experimentos com circuitos elétricos (BASSALO, 2015).

No decorrer das décadas de 1960, 1970 e 1980, Bassalo também apresentou, aceitando convites de colégios de Belém, palestras sobre ciências básicas, especificamente em tópicos de Física, para estudantes do que atualmente corresponde ao Nível Médio do Ensino Básico. Como grande incentivador de carreiras nas áreas da Ciência e Tecnologia na Região Amazônica, vários estudantes que assistiam suas palestras optaram por seguir a carreira no ramo da docência e da pesquisa científica.

Em 1994, o projeto “Pró-Ciências vai à Escola Secundária” foi proposto por Bassalo e colaboradores. Esta proposta visava principalmente a apresentação de palestras sobre temáticas científicas para estudantes da escola secundária nas áreas da Física, Química, Matemática e Biologia. Apesar da relevância deste projeto, seu êxito foi comprometido em razão das complicações oriundas de mudanças políticas no período de sua execução (BASSALO, 2015). Mesmo com a fragmentação deste projeto Pró-Ciências, a ideia de realizar uma proposta que visasse a realização de palestras para estudantes da Educação Básica, permaneceu.

Em 2004, iniciou-se a execução do projeto “Física e Tecnologia para a Escola”<sup>2</sup> (FISESCOLA) (FISESCOLA, 2018) por docentes da Faculdade de Física da UFPA. Com o objetivo inicial de promover palestras de professores e pesquisadores da UFPA em escolas públicas de Belém, o FISESCOLA/UFPA possuía entre suas metas aproximar estudantes de carreiras científicas e tecnológicas por meio do contato com os próprios pesquisadores da UFPA.

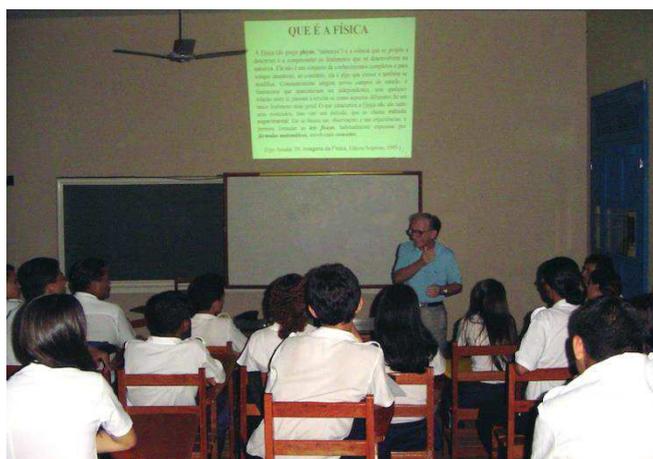
O FISESCOLA/UFPA é uma iniciativa que objetiva realizar tanto a divulgação da ciência básica, quanto da pesquisa científica. A equipe do FISESCOLA/UFPA é composta basicamente por dois segmentos: um constituído por professores e estudantes dos cursos de Física da UFPA, e outro constituído por colaboradores de diversas instituições, que aceitam realizar atividades no âmbito do projeto por ocasião de sua passagem pelo Estado do Pará.

---

<sup>2</sup> No período de 2004 a 2007, a denominação deste projeto foi: “Física para a Escola”.

Mais de 15.000 estudantes já participaram de atividades do FISESCOLA/UFPA, que expandiu suas ações educativas e, além da capital paraense, já visitou outros municípios, além de ilhas da região metropolitana de Belém, em parceria com secretarias de educação e outras instituições e órgãos governamentais, bem como realizou atividades nas cidades de Macapá/AP, Rio de Janeiro/RJ e São Paulo/SP.

A primeira palestra realizada no âmbito do FISESCOLA/UFPA teve como título “A Física e sua evolução Darwiniana – O Caso das partículas elementares”, ministrada por José M. F. Bassalo, no dia 05 de maio de 2004, no Colégio Estadual Paes de Carvalho (CEPC), em Belém do Pará<sup>3</sup> (Fig. 1).



*Fig. 1 – Palestra de José Maria Filardo Bassalo, em 05 de maio de 2004, para alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Paes de Carvalho, em Belém do Pará. Fotografia realizada por Luís C. B. Crispino.*

Nos primeiros anos de execução do FISESCOLA/UFPA, as palestras apresentadas envolviam temas que abordavam desde conceitos da Física Moderna, até a Cosmologia, Física Quântica e o uso de tecnologias como o *Laser* em pesquisas científicas e no cotidiano, e eram apresentadas apenas pelos professores do então Departamento de Física da UFPA.

O FISESCOLA/UFPA também estabeleceu parcerias com a organização de diversos eventos acadêmicos na UFPA como, por exemplo, a I Escola de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, a I e a II Escola de Ciências do Espaço, a VIII Escola do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) – Evento Satélite UFPA/Belém – Nanociência e Nanotecnologia, além dos Workshops de Difusão e Popularização de Ciência e Tecnologia na Amazônia; todos contendo em sua programação palestras para estudantes da educação básica. Estes eventos possuíram uma programação diversificada a partir de suas temáticas principais e contaram com palestras, seminários e minicursos de professores e pesquisadores de instituições como o

---

<sup>3</sup> Vale registrar que Bassalo foi aluno do CEPC, tendo nele realizado sete anos de sua educação básica. Além disso, Bassalo foi professor do CEPC por vários anos.

Observatório Nacional (ON/RJ), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/SP) e o CBPF/RJ.

As palestras de maior destaque organizadas pelo FISESCOLA/UFPA, em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Física da UFPA (PPGF/UFPA) e outras instituições, foram realizadas por cientistas ganhadores do Prêmio Nobel em Física, contando com tradução simultânea, atingindo um público de aproximadamente 1000 pessoas cada. Os professores Douglas Dean Osheroff (Ganhador do Prêmio Nobel de Física de 1996), ministrando a palestra sobre “Como avanços em Ciências são feitos” (Fig. 2), e Klaus von Klitzing (Ganhador do Prêmio Nobel de Física de 1985), com a palestra “Quanto mede 1 metro” (Fig. 3), reuniram um público de diversos níveis de escolaridade no Centro de Eventos Benedito Nunes na Cidade Universitária José da Silveira Netto, em Belém/PA.



*Fig. 02 – Douglas Dean Osheroff, ganhador do Prêmio Nobel de Física de 1996, ministrando palestra diante de cerca de mil pessoas, no Centro de Eventos Benedito Nunes, no Campus de Belém da Universidade Federal do Pará, em 10 de junho de 2011. Fotografia realizada por Manoel Januário da Silva Neto.*

Ainda que com um público alvo majoritariamente composto por estudantes da educação básica, não são apenas estes os beneficiados com as ações educativas promovidas por iniciativas de divulgação científica. Estas iniciativas são normalmente desenvolvidas em parceria com os professores da educação básica e outros pares escolares (diretores, coordenadores, técnicos-administrativos, entre outros), visando figurar como um instrumento de mediação entre os ambientes acadêmico e escolar. Em 2010, a Mostra Márcio Ayres de Ciência e Cultura, realizada pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica e Tecnológica (SECTET/PA) em parceria com diversas instituições paraenses, proporcionou o desenvolvimento de inúmeras atividades científicas e culturais em municípios do Estado do Pará. Entre as ações da programação do evento, palestras sobre “Tecnologias para o Ensino de Física” foram apresentadas por discentes de graduação em Física da UFPA, bolsistas e voluntários do FISESCOLA/UFPA. Nessas palestras, voltadas para professores de ciências da rede

pública da educação básica, estudantes universitários orientavam professores na utilização de programas para simulação de experimentos de Física como, por exemplo, o *Algodo* (ALGODOO, 2018) (Fig. 4).



*Fig. 3 – Estudantes com o ganhador do Prêmio Nobel de Física, Klaus von Klitzing, após palestra realizada em Belém, em 03 de outubro de 2011. Observa-se dois dos estudantes segurando a medalha associada ao Prêmio Nobel de 1985, de Klitzing. Fotografia realizada por Alexandre Moraes.*



*Fig. 4 – Palestra realizada no Centro de Eventos Arena, localizado no Município de Capanema/PA (município com cerca de 65 mil habitantes, situado a aproximadamente 160 quilômetros de Belém), em 19 de maio de 2010. Fotografia realizada por Marcos Diego Piniheiro Monteiro.*

Com a estruturação das conexões entre a universidade e a escola, outro aspecto digno de destaque é a (re)aproximação do docente da rede básica com o núcleo acadêmico. Estabe-

lecendo relações com professores e pesquisadores das universidades, os professores da educação básica encontram, por vezes, um incentivo à sua formação continuada, com o desenvolvimento de pesquisas oriundas de suas práticas, o envolvimento em trabalhos acadêmicos e até mesmo a busca por mestrados profissionais em áreas de seu interesse.

Estudantes de pós-graduação também têm sido integrados às práticas de extensão universitária realizadas pelo FISESCOLA/UFPA. Após as reuniões de grupo, constituídas por discussões e apresentações prévias para os professores e pesquisadores colaboradores do FISESCOLA/UFPA, os estudantes de mestrado e doutorado são motivados para a apresentação de palestras sobre temas científicos relacionados às suas pesquisas.

Inicialmente, o principal intuito das ações de divulgação realizadas pelo FISESCOLA/UFPA era a popularização científica e tecnológica para a sociedade. Ao perceber a influência do contato dos estudantes com temáticas científicas, o incentivo às carreiras acadêmicas e à contribuição para a escolha profissional e para a desmitificação de carreiras de pesquisadores, uma nova proposta inspirada pelo FISESCOLA/UFPA foi desenvolvida. A iniciativa denominada “Palestras Vocacionais para a Educação Básica” (PVEB/UFPA) (PVEB, 2018) surgiu, com a colaboração da equipe do FISESCOLA/UFPA, com o objetivo de, além de difundir e popularizar a Ciência e a Tecnologia na Amazônia, ampliar ainda mais o contato dos estudantes com os professores pesquisadores da UFPA. Esta iniciativa possui suas ações centradas para a escolha profissional, elucidando dúvidas sobre as carreiras, as pesquisas e as diretrizes universitárias para cada área do conhecimento.

No artigo 27 da Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB) (BRASIL, 1996), um dos planejamentos para os conteúdos curriculares da educação básica versa sobre a orientação para o trabalho, sendo proposto que a escola também oriente os estudantes acerca de sua escolha profissional. Tanto o FISESCOLA/UFPA, quanto o PVEB/UFPA, apresentam ações que possibilitam uma parceria para o cumprimento desta demanda. Para estas atividades, os professores, os pesquisadores, bem como os estudantes de pós-graduação que compõem a equipe do FISESCOLA/UFPA e do PVEB/UFPA, abordam as temáticas científicas de suas áreas por uma perspectiva que abrange não apenas o conhecimento científico relacionado às suas pesquisas, mas também as tarefas vinculadas às suas profissões, o andamento de seus projetos e o processo de construção da carreira acadêmica e/ou profissional.

A partir de iniciativas como o FISESCOLA/UFPA e o PVEB/UFPA, outras ações de divulgação científica surgem com a proposta de estimular a reflexão sobre o futuro profissional de estudantes da educação básica. O projeto “NanoJovem” (NANOJOVEM, 2018), desenvolvido por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Física da UFPA (PPGF/UFPA), promove visitas guiadas ao Laboratório de Física Experimental e Computacional e ao Laboratório de Física-Pesquisa do PPGF/UFPA, em parceria com o Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia da Amazônia (LABNANO-AMAZON/UFPA) (LABNANO, 2018). Com o apoio do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO)

(SISNANO, 2018), o NanoJovem oportuniza um primeiro contato dos estudantes com equipamentos sofisticados de investigação nanoscópica, como, por exemplo, o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Visando explorar o alcance da *internet* e das redes sociais para diversos públicos, o canal “*Do Physics! / Faça Física!*” (FAÇA FÍSICA, 2018), hospedado no sítio de compartilhamento *YouTube*, apresenta vídeos educativos sobre conteúdos relacionados a diversas curiosidades científicas. Estes vídeos, disponíveis também com narração em inglês, são elaborados em colaboração com pesquisadores de universidades e de institutos nacionais e internacionais, com o objetivo de oferecer um conteúdo de divulgação científica com qualidade, em linguagem acessível.

Mesmo com a oferta de atividades gratuitas e de qualidade, pode ser notada uma resistência à inserção de ações extracurriculares no planejamento escolar, por parte de muitos de seus gestores. Com os holofotes voltados para os processos de seleção de universidades que, no sistema de ensino atual, concentram seus estímulos, principalmente, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), práticas que motivem a reflexão acerca dos desafios e dificuldades das carreiras profissionais são, muitas vezes, deixadas em segundo plano. Este direcionamento inflexível do ensino básico para os exames vestibulares, realizado tanto pela rede particular, quanto pela rede pública de ensino, também contribui com o aumento de índices de evasão no ensino superior, visto que muitos estudantes se sentem pressionados para ingressar nas universidades, em qualquer curso, independentemente de uma possível afinidade com a carreira escolhida. É válido expor que com os extensos currículos programáticos sugeridos, com os prazos curtos e, no caso da rede pública, com uma infraestrutura precária, a inovação por meio de projetos no contexto escolar torna-se cada vez mais difícil de ser realizada. Entretanto, oportunizar a discussão acerca da escolha profissional, com o intuito de orientar e desmistificar carreiras, poderá refletir positivamente, de forma direta e indireta, em todos os níveis da educação e dos setores científicos e tecnológicos.

O FISESCOLA/UFPA, uma das primeiras iniciativas para a difusão e popularização da Ciência da Faculdade de Física da UFPA, juntamente com o Laboratório de Demonstrações (LABDEMON), fomentam a implementação de outras iniciativas congêneres, como o Núcleo de Astronomia (NASTRO) e o Museu Interativo da Física (MINF) que, atuando como parceiros, já atenderam conjuntamente mais de 250.000 pessoas.

Neste trabalho, apresentamos o desenvolvimento de ações de divulgação científica na Região Amazônica, especificamente as iniciativas FISESCOLA/UFPA e PVEB/UFPA, com o intuito de fomentar o surgimento de práticas e projetos semelhantes que contribuam, de forma abrangente e interdisciplinar, para a melhoria da educação, bem como para a escolha profissional de estudantes.

## Dedicatória

Dedicamos este artigo a José Maria Filardo Bassalo, pioneiro na divulgação científica e de carreiras científicas, por meio de palestras em escolas da Amazônia paraense.

## Agradecimentos

Somos gratos a todos os professores, servidores técnico-administrativos, bolsistas e voluntários da equipe das iniciativas “Física e Tecnologia para a Escola” e “Palestras Vocacionais na Educação Básica”, por sua dedicação e empenho. Agradecemos ainda à Faculdade de Física (FACFIS/UFPA), ao Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF/UFPA), ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN/UFPA), à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX/UFPA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio.

## Referências

ALGODOO. Sítio eletrônico do *Algodoo*. Disponível em: <http://www.algodoo.com>. Acesso em: 01 fev. 2018.

ALMEIDA, C. *et al.* (coord.). Centros e museus de ciência do Brasil 2015. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência: UFRJ. FCC. Casa da Ciência; Fio-cruz. Museu da Vida, 2015.

BASSALO, J. M. F. Entrevista concedida a Jocasta Caldas. Unpublished, 16 dez. 2015.

BRASIL. Lei Nº 9.394, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 01 fev. 2018.

CALDAS, J.; CRISPINO, L. C. B. Divulgação científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, e2309, 2017.

CALDAS, J.; FRANÇA, R. R.; CRISPINO, L. C. B. Astronomy Communication and Popularization in the Brazilian Amazonia: The Astronomy Nucleus of the Federal University of Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, e4201, 2017.

CALDAS, J.; LIMA, M. C.; CRISPINO, L. C. B. Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, e4307, 2016.

FAÇA FÍSICA. Canal do “*Do Physics! / Faça Física!*” no sítio de compartilhamento de vídeos *YouTube*. Disponível em: <[https://www.youtube.com/channel/UC0-DA\\_t-PCPbpxMZ7aMvZjw](https://www.youtube.com/channel/UC0-DA_t-PCPbpxMZ7aMvZjw)>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FISESCOLA. Sítio eletrônico do Projeto Física e Tecnologia para Escola. Disponível em: <<http://www.fisescola.ufpa.br>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA PARAENSE DE AMPARO À PESQUISA – FAPESPA. Edital N° 021/2014. Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX/FAPESPA/CNPQ). 2014.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS FILHO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FAPERJ. Edital FAPERJ N° 09/2016. Programa “Cientista do Nosso Estado”. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. Censo do Ensino Superior. Sinopses Estatísticas da Educação Superior – Graduação. 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

LABNANO. Sítio eletrônico do Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia da Amazônia. Disponível em: <<http://www.labnano-amazon.ufpa.br>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI. Chamada INCT - MCTI/CNPQ/CAPES/FAPs N° 16/2014. 2014.

NANOJOVEM. Sítio eletrônico do Projeto Física e Tecnologia para Escola. Nanojovem. Disponível em: <<http://www.fisescola.ufpa.br>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

PVEB. Sítio eletrônico do Projeto Palestras Vocacionais para a Educação Básica. Disponível em: <<http://www.vocacionais.ufpa.br>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

SILVA FILHO, R. L. L. *et al.* A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 132, p. 641-659, set./dez. 2007.

SILVA, G. P. Análise de evasão no ensino superior: uma proposta de diagnóstico de seus determinantes. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 311-333, jul. 2013.

SISNANO. Sítio eletrônico do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/incentivo\\_desenvolvimento/sisnano/sis\\_nano.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/incentivo_desenvolvimento/sisnano/sis_nano.html)>. Acesso em: 25 fev. 2018.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## D Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física

Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 4, e4307 (2016)  
 www.scielo.br/rbef  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0097>

Artigos Gerais  
  
 Licença Creative Commons

### Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física

Exploring History of Science in Amazonia: The Physics Interactive Museum

Jocasta Caldas, Marcelo C. de Lima, Luís C. B. Crispino\*

Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil

Recebido em 27 de abril de 2016. Aceito em 17 de junho de 2016

No ano de 2008, professores e alunos da Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará realizaram uma iniciativa pioneira para divulgação de História da Ciência na Amazônia brasileira. Esta iniciativa, denominada Museu Interativo da Física, passou a atuar em parceria com a comunidade amazônica, suas organizações governamentais, outras universidades, escolas municipais e estaduais do Estado do Pará com o intuito de colaborar com o aumento da qualidade da educação científica na região. Neste artigo, abordamos as atividades do Museu Interativo da Física e o impacto da sua participação na divulgação de História da Ciência na Amazônia brasileira.

**Palavras-chave:** História da Ciência, Museu, Física.

In 2008, professors and students of the Physics Department of the Federal University of Pará realized a pioneering initiative for the dissemination of the History of Science in the Brazilian Amazonia. This initiative, named Physics Interactive Museum, started to act in partnership with the Amazonian community, its governmental organizations, other universities, state and municipal schools of the Pará State aiming to collaborate with the enhancement of the quality of science education in the region. We present the activities of the Physics Interactive Museum and the impact of its participation in the dissemination of History of Science in the Brazilian Amazonia.

**Keywords:** History of Science, Museum, Physics.

#### 1. Introdução

Práticas de difusão e popularização de ciência e tecnologia têm sido amplamente utilizadas mundo afora. Em diversos países, como França [1], Espanha [2], Polônia [3] e Argentina [4], grandes museus e centros de ciência promovem exposições que incentivam a busca pelo conhecimento científico nos mais variados graus de complexidade. Estes ambientes de ensino informal tornam-se, cada vez mais, elementos indispensáveis para a alfabetização científica - seja ela prática, cívica ou cultural - adquirida no ensino formal [5]. Vinculados a iniciativas públicas e/ou privadas, muitos destes museus e centros de ciência visam envolver a população em atividades que relacionam tanto conceitos básicos sobre ciência, quanto descobertas científicas. No Brasil, a multi-

pliação destes ambientes informais ainda parece tímida quando comparada a países mais desenvolvidos econômica e socialmente. Na Amazônia brasileira destacam-se, por exemplo, o Museu Paraense Emílio Goeldi [6], inicialmente denominado Museu Paraense, instalado em 1871 [7], e o Museu da Amazônia (MUSA) [8], fundado em 2009. Ambos desenvolvem diversas atividades, incluindo difusão e popularização, relacionadas às ciências naturais e humanas, na Amazônia.

Uma alternativa para suprir a carência de museus e centros de ciência para divulgação científica é a parceria com as universidades. Iniciativas como centros de ciência vinculados às universidades incentivam e ratificam o apoio da Academia para a educação científica. Como exemplos bem sucedidos, podemos citar iniciativas nas mais diversas localidades brasileiras, como a Estação Ciência [9], em São Paulo,

\*Endereço de correspondência: [crispino@ufpa.br](mailto:crispino@ufpa.br).

a Seara da Ciência [10], em Fortaleza, e a Casa da Física [11], em Manaus. Além de contribuir para o aprimoramento da educação básica, por meio de parcerias com professores de escolas de ensino básico e técnico, a implantação de museus e centros de ciência nas universidades promove uma integração com os estudantes do ensino superior, proporcionando oportunidades de atuação e o aprimoramento de suas habilidades e competências. A inserção progressiva de estudantes de licenciaturas como mediadores em espaços não formais de ensino incentiva o contato com metodologias de aprendizagem diferenciadas. Muitos destes estudantes adquirem o primeiro contato com a docência nestes espaços e aprendem a construir suas próprias abordagens para o ensino formal a partir destas experiências.

Entre as metodologias de aprendizagem utilizadas em museus e centros de ciência, a experimentação adquire cada vez mais destaque. A interação do público com o experimento é fundamental, desde que assistida por um mediador. Com a manipulação do equipamento, o visitante tende a desenvolver suas próprias associações a partir, por exemplo, da recordação de experiências acumuladas em seu dia-a-dia.

As ações educativas realizadas em museus e centros de ciência também contribuem para promover a transdisciplinaridade do conhecimento. A associação de conteúdos das ciências exatas e das ciências humanas, que são geralmente vistos de forma compartimentada desde o ensino fundamental, carrega em si o objetivo de apresentar aspectos transdisciplinares durante a construção social e humana da ciência. Por exemplo, a abordagem da História para a compreensão da evolução científica e tecnológica possibilita a apresentação da ciência de forma contextualizada e com o caráter real de seu desenvolvimento, por vezes errático e cheio de reveses.

Gradualmente, museus e centros de ciência têm surgido na Amazônia brasileira e evoluído na tentativa de suprir a demanda por ações alternativas em educação na região. Com o objetivo de divulgar ciência, especificamente a Física, para um público imerso em uma cultura rica e diversificada, foi criado o Museu Interativo da Física (MINF) [12] da Universidade Federal do Pará (UFPA), como uma iniciativa de extensão universitária que promove ações educativas que visam ensinar Física, incorporando a História da Ciência e a interatividade com

réplicas históricas como estratégias para alcançar esse fim.

Neste artigo abordaremos as estratégias, as atividades, as experiências e as perspectivas do MINF/UFPA para o desenvolvimento da educação científica na região amazônica.

## 2. O Museu Interativo da Física

Em março de 2008, uma equipe de professores e alunos da Faculdade de Física da UFPA (Fig. 1) decidiu iniciar um projeto de extensão universitária para divulgação científica em Física e História da Ciência na Amazônia brasileira.

Impulsionados pela aquisição de réplicas interativas de equipamentos históricos no ano de 2007, e utilizando os moldes de outra iniciativa de extensão universitária para divulgação científica no Pará, o Laboratório de Demonstrações da UFPA [13], o MINF/UFPA surgiu como a primeira iniciativa na região com o ideal de ensino, divulgação e popularização da História da Ciência a partir de abordagens experimentais.

As atividades iniciais do MINF/UFPA foram baseadas em apresentações internas sobre os experimentos históricos do acervo, para estudantes das escolas da rede pública de ensino de Belém, capital do Estado do Pará, e foram ampliadas progressivamente. Por experimentos históricos entendemos aqueles originalmente concebidos e realizados por cientistas que iniciaram algum campo de investigação das ciências físicas ou que tiveram caráter seminal no desenvolvimento do conhecimento. Estes experimentos possibilitam que nos transportemos ao momento em que o problema se colocou, diante do cientista



**Figura 1:** Equipe do MINF/UFPA em 2015.

ou da comunidade científica, quando o experimento objetivou, à época, trazer algum esclarecimento, melhor estabelecer a fenomenologia, ou mesmo testar premissas acerca do fenômeno estudado.

As atividades do MINF/UFPA começaram a ser realizadas como um suporte para educação básica, técnica e superior no Estado do Pará, visando despertar a curiosidade científica por meio da demonstração monitorada e interativa com os experimentos históricos, do desenvolvimento de materiais de divulgação científica e de apresentações de seminários, de oficinas e de minicursos.

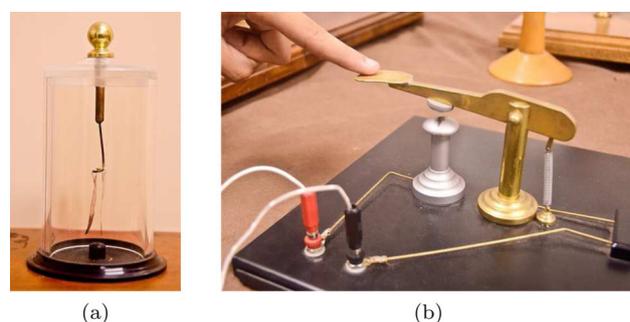
O trabalho desenvolvido pelo MINF/UFPA tem como principal objetivo incentivar a construção conceitual sobre temas científicos e tecnológicos a partir da apresentação dos conteúdos da ciência e sua história, com ênfase em Física. As conexões com os períodos sócio-históricos em que diversas teorias, experiências e equipamentos foram desenvolvidos são apresentadas com o intuito de contextualizar a Física na universalidade do conhecimento humano. O MINF/UFPA utiliza a abordagem sócio-histórica como ferramenta de apoio à compreensão do desenvolvimento do conhecimento científico, visando estimular os debates, superar a mera repetição de equações e humanizar a ciência. Dessa forma, o ensino de ciências tende a ser beneficiado pela transdisciplinaridade, o que, integrando a história e a filosofia em seus conteúdos, possibilita a aproximação de diversos temas [14], como a ética na pesquisa, dado o reflexo oriundo de determinados avanços científicos e suas influências em mudanças ambientais, e questões relacionadas ao feminismo [15], dada uma notável ausência participativa de mulheres no decorrer das descobertas científicas.

Além disso, o MINF/UFPA utiliza a abordagem experimental associada simultaneamente à abordagem sócio-histórica em uma linha construtivista baseada na assimilação de conceitos de acordo com a estrutura do conhecimento prévio, construindo e reconstruindo conceitos e concepções a partir de diálogo, ação e reflexão [16]. Os recursos de interatividade adotados nas abordagens visam envolver as diversas características observadas no público, como a curiosidade, a ludicidade, a introspecção e a linguagem, como elementos da construção de um ambiente harmônico e fértil para novas concepções [17].

## 2.1. Acervo do MINF/UFPA

Em museus e centros de ciência é possível observar o papel dos equipamentos interativos utilizados no processo de ensino e de aprendizagem. O MINF/UFPA incorpora tanto elementos e abordagens de museus, quanto de centros de ciência. Em um espaço que visa a divulgação e a popularização da ciência por meio do resgate de um ambiente histórico e da interatividade, os objetos são apresentados como um vínculo entre o passado e o presente. Assim, com a intenção de estabelecer o acesso do público até mesmo ao chamado *patrimônio intangível* [18], objetos com características museológicas são expostos para interação monitorada, levando os visitantes à experiência única que é colocar a ciência em prática de forma independente.

O acervo permanente do MINF/UFPA é constituído por equipamentos fabricados para abordagens históricas, experimentais e interativas com o público, entre os quais podemos citar: Pêndulo Eletrostático, Eletroscópio de Folhas (Fig. 2a), Garrafa de Leyden, Gaiola de Faraday, Máquina de Wimshurst, Gerador de Van de Graaff, Síntese da Pilha de Volta, Prisma de Newton, Máquina a Vapor, Modelo de Telégrafo (Fig. 2b), Modelo de Telefone, Lâmpada de Edison, Modelo de Motor Elétrico e Bobina de Tesla. Estes equipamentos, além de experiências envolvendo material de baixo custo, são utilizados nas demonstrações em apresentações internas e externas no MINF/UFPA. A maioria destes experimentos históricos e científicos foi adquirida da empresa Ciência Prima [19], especializada na construção de equipamentos para uso educacional. Desta forma, os equipamentos disponíveis no MINF/UFPA possuem basicamente a mesma qualidade encontrada nos grandes centros de ciência do país, como,



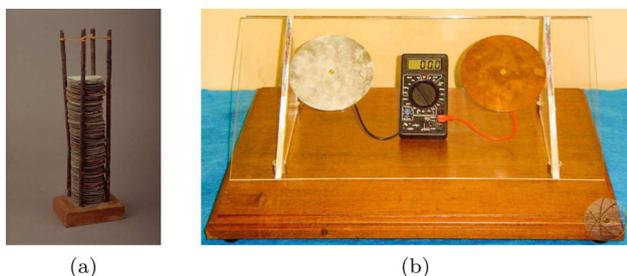
**Figura 2:** Alguns equipamentos do MINF/UFPA. (a) Eletroscópio de Folhas e (b) detalhe do Modelo de Telégrafo. Fotografias de Manoel J. da S. Neto.

por exemplo, o Catavento Cultural [20], em São Paulo.

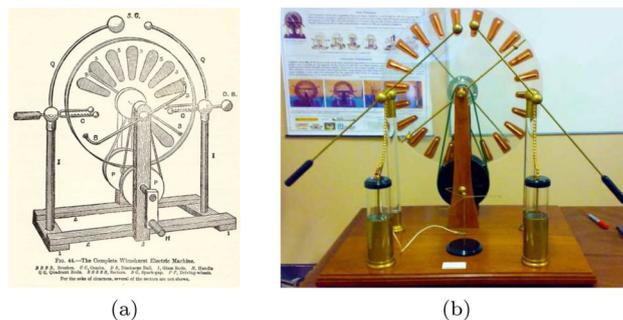
Dentre os equipamentos históricos que despertam grande fascínio nos visitantes no MINF/UFPA, podemos citar a Síntese da Pilha de Volta (Fig. 3) e a Máquina de Wimshurst (Fig. 4).

Desenvolvida pelo físico e químico italiano Alessandro Volta (1745 - 1827), a Pilha de Volta foi o primeiro dispositivo capaz de gerar uma corrente elétrica contínua por meio de reações eletroquímicas. Foi originalmente constituída pelo empilhamento de discos de zinco e cobre separados por pedaços de tecido umedecidos por água salgada [21] (Fig. 3a). Algumas experiências fundamentais para o desenvolvimento da teoria eletromagnética foram possibilitadas com o advento da pilha elétrica. Cientistas como o físico e químico dinamarquês Hans Christian Ørsted (1777 - 1851), responsável pela descoberta da relação entre eletricidade e magnetismo, o físico e matemático francês André-Marie Ampère (1775 - 1836), em suas experiências sobre fenômenos eletrodinâmicos, e o físico e químico britânico Michael Faraday (1791 - 1867), em seus estudos sobre a indução eletromagnética, utilizavam as pilhas elétricas para gerar correntes elétricas contínuas através dos circuitos de seus experimentos [22, 23]. A Síntese da Pilha de Volta do acervo de experimentos do MINF/UFPA (Fig. 3b), fabricada pela Ciência Prima [19], é constituída de uma única célula voltaica na qual o público que interage com o aparato é parte da própria célula, desempenhando o papel do meio úmido. O aparato é utilizado para ilustrar os conceitos de conversão de energia, reações eletroquímicas, diferença entre propriedades de materiais metálicos, entre outros.

Os fenômenos observados no funcionamento da Máquina Eletrostática de Wimshurst, além de sua ro-



**Figura 3:** (a) Pilha de Volta exposta no Tempio Voltiano, em Como, na Itália [24]. (Cortesia do Tempio Voltiano.) (b) Síntese da Pilha de Volta do acervo de experimentos do MINF/UFPA.



**Figura 4:** (a) Ilustração de uma Máquina de Wimshurst de 1929 [25]. (b) Máquina de Wimshurst do acervo de experimentos do MINF/UFPA.

bustez e notável aparência, despertam a curiosidade do público do MINF/UFPA. Primeiramente descrita em 1833 pelo seu inventor, o engenheiro britânico James Wimshurst (1832 - 1903), a máquina é um gerador eletrostático de altas voltagens constituído por dois discos de vidro idênticos que giram em sentidos opostos ao redor de um mesmo eixo com um certo afastamento (Fig. 4a). Os discos possuem pequenas placas metálicas igualmente espaçadas [26]. A Máquina Eletrostática de Wimshurst é conhecida por ser uma das mais eficientes máquinas eletrostáticas de indução e funciona por meio da separação das cargas elétricas através de indução eletrostática [27]. Apesar da grande utilidade para demonstrações, sua utilidade prática foi inicialmente curta, tendo seu uso sido resgatado após a descoberta dos raios X, em 1895. Porém, com os avanços tecnológicos, foi rapidamente substituída por outras fontes de energia. A Máquina Eletrostática de Wimshurst do acervo de experimentos do MINF/UFPA (Fig. 4b), também fabricada pela Ciência Prima [19], é uma réplica do equipamento desenvolvido por Wimshurst e conta com pequenas modificações nos materiais utilizados e na aparência.

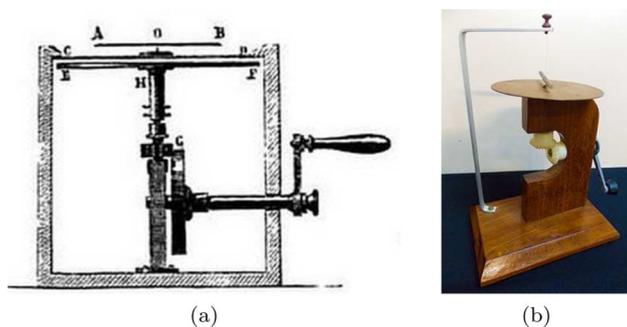
## 2.2. Réplicas de Experimentos Históricos construídas pelo MINF/UFPA

Uma das vertentes das atividades do MINF/UFPA é a ampliação de seu acervo por meio da confecção própria de réplicas de experimentos históricos. Esta prática tem possibilitado ao monitor do MINF/UFPA o enfrentamento de diversas dificuldades técnicas que precisam ser devidamente avaliadas e testadas, desde a concepção e projeto, a fim de assegurar o funcionamento do experimento a contento, isto é,

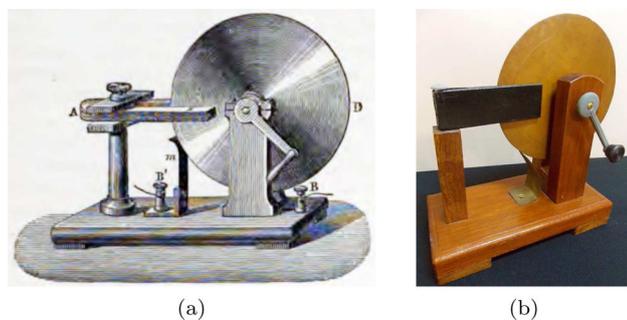
revelando de forma inequívoca o efeito que se deseja exibir.

Dentre as réplicas confeccionadas [28], podemos citar o Disco de Arago (Fig. 5) e o Dínamo de Disco (Fig. 6).

O Disco de Arago foi concebido originalmente pelo físico, astrônomo e político francês François Arago (1786 - 1853) e apresentado à Academia de Ciências de Paris em 1825 [29], na sequência de inúmeras investigações inspiradas e decorridas da descoberta do eletromagnetismo, isto é, da ação magnética da corrente elétrica, realizada por Ørsted, em 1820 [30]. No Disco de Arago, uma haste imantada é suspensa horizontalmente sobre um disco de cobre (Fig. 5a). Ao se fazer girar o disco observa-se que a haste imantada acompanha o movimento rotatório do disco, o que foi originalmente interpretado, por Arago, como um “magnetismo de rotação” induzido no disco de cobre. Este fenômeno viria a ser corretamente interpretado por Faraday, em 1831, após a descoberta da indução eletromagnética. O “magnetismo de rotação” é consequência das correntes induzidas surgidas sobre o disco de cobre devido ao movimento deste na presença de um corpo magnético (a haste). Tais



**Figura 5:** (a) Ilustração em vista lateral do Disco de Arago [31]. (b) Réplica do Disco de Arago confeccionado pelo MINF/UFPA.



**Figura 6:** (a) Ilustração do Dínamo de Disco de Faraday [32]. (b) Réplica do Dínamo de Disco confeccionado pelo MINF/UFPA.

correntes, como Faraday (e, independentemente, o físico estoniano Heinrich Lenz, 1804 - 1865) estabeleceu, se opõem à variação de fluxo magnético em uma porção qualquer do sistema. No caso em questão, isto significa opor-se ao movimento relativo entre o disco e a haste. Estando o disco mantido em movimento pelo agente externo e a haste livre para girar, ela então passa a acompanhar o disco em rotação. A compreensão do Disco de Arago levou Faraday à construção do primeiro dínamo da história: o Dínamo de Disco, de Faraday. Mantendo um disco de cobre em rotação na presença de um corpo magnético (Fig. 6a), Faraday coletou a corrente induzida em diversas possíveis configurações do sistema [33]. Escolhendo diversos pares de pontos de contato do disco com um circuito externo, estabeleceu que uma situação favorável ocorre ao conectar-se ao eixo de rotação uma das extremidades do circuito, e a outra à borda do disco. Faraday concretizou assim seu intuito, perseguido desde a descoberta do eletromagnetismo, em 1820, de produzir eletricidade a partir do magnetismo.

A réplica do Disco de Arago construída pelo MINF/UFPA (Fig. 5b) apresentou bom funcionamento, revelando claramente a interação entre a haste magnética e o disco em rotação. Já o Dínamo de Disco revelou-se um dispositivo muito delicado e somente com o auxílio de um multímetro, graduado em sua escala mais sensível, é que a corrente gerada pôde ser percebida, o que nos indicou a necessidade de otimização da réplica construída pelo MINF/UFPA (Fig. 6b). Estas duas réplicas puderam, por sua relativa simplicidade, ser feitas com os recursos e ferramentas de que dispúnhamos. Porém, na medida em que tal prática nos aponta para realizações mais sofisticadas, torna-se desejável a utilização de uma oficina bem equipada para a confecção de réplicas.

### 2.3. Abordagens Metodológicas

Em um ambiente informal de ensino de ciências, a construção de uma atmosfera que estimule o intelecto dos visitantes por meio de situações inovadoras produz um contexto bastante favorável ao aprendizado [34, 35]. Ao explorar as relações mediador-visitante, visitante-visitante e mediador-visitante-sociedade, a construção do conhecimento torna-se mais sutil. Para contribuir com o processo de ensino e de aprendizagem em ciências, as exposições em um museu interativo necessitam de uma estruturação

lógica básica que deve ser flexível em sua ordenação. Ou seja, apesar de sua flexibilidade e das situações imprevisíveis, algumas características devem ser analisadas e exploradas, como a apresentação de objetivos da visita ao espaço, as interações discursivas, o uso coerente da História da Ciência, a utilização da transdisciplinaridade, a interatividade e a interpretação do erro como um estágio da aprendizagem.

Normalmente, dois tipos principais de situações são presenciadas em ambientes informais de aprendizagem: uma visitação por escolha própria, quase sempre incentivada pela busca de novos ambientes de lazer e/ou instrução, e a visitação induzida, incentivada por professores e programas escolares que procuram uma renovação de ferramentas pedagógicas. Na visitação por escolha própria, apesar da diversidade, o interesse e a participação do público são regulares. Muitos reconhecem os equipamentos com entusiasmo e disposição para captar novas informações e fazer as associações com elementos cotidianos. Nas visitas induzidas, principalmente para um público infanto-juvenil, o interesse deve ser mais enfaticamente estimulado. Este público tende a centrar seus interesses mais em elementos do seu mundo do que em interesses de terceiros [36]. Assim, a relevância da visita deve ser esclarecida e conectada com o cotidiano dos estudantes.

Segundo Griffin [37], para que uma atividade de aprendizagem de estudantes em museus seja eficaz, é de extrema importância que o conteúdo da exibição seja apresentado e relacionado aos conteúdos abordados simultaneamente em sala de aula. Tendo isso em mente, acreditamos que a apresentação de equipamentos que influenciaram descobertas intrinsecamente ligadas ao dia-a-dia destes estudantes, no decorrer do desenvolvimento histórico, promove um ambiente fértil para discussões e novas concepções.

As interações discursivas são constituintes fundamentais para a construção de significados em ambientes de ensino e aprendizagem, sejam estes ambientes formais ou informais. Um crescimento coletivo por meio da associação de perspectivas culturais individuais ocorre quando o estímulo ao diálogo é fomentado, o que também incentiva o respeito para lidar com opiniões divergentes [38]. O papel do mediador vai além de introduzir novos termos e ideias do conteúdo central que será trabalhado. Assim, construir diálogos argumentativos que abordem a História da Ciência requer um conhecimento acerca da diversidade cultural dos visitantes. A in-

tervenção por meio de abordagens mais descritivas e menos imperativas evitam que o ambiente torne-se repressor, o que contribui até mesmo para que os estudantes menos participativos não se sintam intimidados e possam interagir de forma natural, por meio de questionamentos e comentários, intervindo como agentes transformadores de si mesmos e de suas realidades [39].

Utilizar a História da Ciência como metodologia principal para aprimorar o ensino de ciências, segundo Matthews [40], torna os conceitos abordados mais atraentes para muitos estudantes. Também é importante estar atento para evitar as citações de datas e nomes isolados, a simplificação do passado e a incorporação de outros *whiggismos* [41] durante a evolução da apresentação. É importante abordar um conteúdo de forma transdisciplinar para contribuir com o processo ensino-aprendizagem. A Física é uma disciplina vista como de extrema complexidade por muitos estudantes, talvez devido à ausência de inovações em sua prática de aprendizagem [42]. A utilização de ferramentas que apresentem seu conteúdo associado a outras disciplinas que integrem as relações homem-homem e homem-natureza pode contribuir para promover o entusiasmo dos estudantes [43].

A interação com o objeto museológico é um diferencial do ambiente museal. As exposições que ocorrem em museus tradicionais, em sua maioria, baseiam-se em uma contemplação dirigida de réplicas ou de obras originais. Ao conhecer e manipular um equipamento que possui um cunho histórico, mesmo sendo uma réplica, conexões entre o passado, o presente e o futuro podem ser estabelecidas. Este vínculo temporal auxilia em um melhor aproveitamento da abordagem sócio-histórica e nas justificativas que devem ser apresentadas sobre os objetivos da visita ao museu. O vínculo temporal tende a relacionar os avanços e as descobertas científicas e tecnológicas do passado com as pesquisas de diversas áreas realizadas atualmente, e que, por sua vez, deve incentivar a reflexão sobre o desenvolvimento futuro da ciência e da tecnologia. Estes três parâmetros de vínculo (passado, presente e futuro) estão diretamente interligados e retratam graus de importância equivalentes apesar de suas particularidades. Segundo Bassalo [44], mesmo sob análises de caráter *internalista* ou *externalista*, as particularidades destes vínculos possuem aspectos significativos que justificam a importância do estudo de História da Ciência.

Existem muitas reflexões sobre o conteúdo a ser abordado em museus interativos e centros de ciência [45]. Diversas discussões concentram-se em indagar se os tópicos apresentados devem abranger conteúdos científicos básicos, ou se, além disso, devem relacionar as exposições com a compreensão pública da pesquisa científica recente. Adotar a abordagem sócio-histórica e apresentar os parâmetros de vínculo temporal, instiga a curiosidade do público acerca do que está sendo produzido em ciência e tecnologia atualmente e induz uma reflexão vocacional para o que os visitantes - sejam estas crianças, jovens ou adultos - ainda podem realizar pelo desenvolvimento científico e tecnológico no futuro, nas mais diversas áreas do conhecimento.

Ao interagir com os equipamentos históricos e realizar experiências dirigidas, o visitante tende a recordar de possíveis situações ocorridas ao longo de sua própria vida. Isto possibilita a construção dos caminhos individuais, muitas vezes a partir de associações próprias com seu cotidiano, que podem proporcionar uma ampliação de seu conhecimento. As limitações observadas em meio às experimentações e discussões também induzem à compreensão do método científico associado aos processos de estabelecer e refutar hipóteses [46].

Em meio às abordagens metodológicas empregadas nas atividades do MINF/UFPA, o erro também é um estágio para a construção do conhecimento. Assim, o foco das interações discursivas estabelecidas está vinculado na formulação de conceitos e concepções abrangentes e não apenas na busca de respostas precisas ou corretas. Quando um estudante desenvolve uma observação confusa ou controversa, é iniciado um processo de ruptura desse obstáculo em busca da reconstrução de um conceito coerente dentro do contexto, o qual pode ser analisado com o auxílio da História da Ciência [47].

#### 2.4. Atividades Internas e Externas

Diariamente, estudantes do ensino infantil, fundamental, médio, técnico e superior, assim como o público geral, participam de apresentações nas quais são utilizados experimentos históricos e recursos audiovisuais, no espaço do MINF/UFPA (Fig. 7). Detalhes sobre estas visitas de grupos encontram-se registrados do sítio do MINF/UFPA na internet [12].

Exposições do MINF/UFPA também são realizadas em feiras, mostras e outros eventos de ciência e tecnologia, em parceria com as instituições or-



**Figura 7:** Estudantes do Programa Universidade Aberta (PUA), interagindo com experimentos do MINF/UFPA, no dia 21 de agosto de 2009. Fotografia de Alexandre Moraes.

ganizadoras destes eventos, usualmente vinculados às Secretarias de Estado do Pará e dos municípios paraenses e às universidades públicas (Figs. 8 e 9). Experimentos históricos e pôsteres explicativos do acervo do MINF/UFPA são transportados para o local dos eventos e expostos por monitores em estandes cedidos pela organização. As apresentações externas seguem a mesma metodologia das apresentações internas, porém são abordagens mais sucintas, com duração de alguns minutos por experimento. O público nesses eventos é, em sua maioria, diversificado e rotativo, o que requer a otimização e a adaptação do nível das apresentações, enfatizando conceitos mais básicos acerca dos fenômenos observados. Os pôsteres explicativos, produzidos pela equipe do MINF/UFPA, também auxiliam o público



**Figura 8:** Exposição do MINF/UFPA na Mostra Camillo Vianna de Ciência e Cultura, em São Miguel do Guamá/PA, em 15 de agosto de 2012.



**Figura 9:** Exposição do MINF/UFPA na Mostra de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Regional, em Marabá/PA, em 08 de abril de 2014.

em busca de mais informações históricas e científicas sobre os equipamentos.

O MINF/UFPA também oferece oficinas com duração de 30 a 120 minutos, que são realizadas em feiras, mostras e outros eventos de divulgação científica e tecnológica estaduais, regionais e/ou nacionais (Figs. 10 e 11). Adaptadas conforme o nível de escolaridade e faixa etária do público, as oficinas do MINF/UFPA visam divulgar o desenvolvimento científico por meio de diálogos sobre a História da Ciência com auxílio de recursos audiovisuais (vídeos com trechos de filmes e documentários, imagens históricas, etc.) e experimentos que ilustrem o contexto de descobertas e invenções na ciência. Nas oficinas, os materiais utilizados passam por um processo prévio de estruturação para evitar que o público tenha que manusear objetos potencialmente perigosos, prevenindo possíveis acidentes, além de facilitar na montagem e de otimizar o tempo para o melhor aproveitamento da atividade.

### 3. Considerações Finais

Neste trabalho abordamos a difusão e popularização da História da Ciência em ambientes informais de educação, tomando como base o papel do Museu Interativo da Física (MINF) da UFPA na divulgação científica para a Amazônia brasileira. Após uma breve introdução sobre o tema, apresentamos o MINF/UFPA, descrevendo seu acervo, que inclui réplicas de experimentos históricos construídos pela própria equipe do MINF/UFPA, bem como as abordagens metodológicas e as atividades internas e ex-



**Figura 10:** Seminário do MINF/UFPA para estudantes da rede pública de ensino, ministrado durante a Mostra Camillo Vianna de Ciência e Cultura em Paragominas/PA, em 25 de maio de 2012.



**Figura 11:** Oficina do MINF/UFPA realizada com estudantes da rede pública de ensino de Ananindeua/PA, em 17 de novembro de 2010.

ternas realizadas, incluindo oficinas, seminários e demonstrações interativas, todas objetivando relacionar os avanços científicos com o contexto sócio-histórico no qual foram desenvolvidos.

Desde sua fundação, em 2008, o MINF/UFPA já atendeu mais de 40.000 pessoas durante suas atividades internas e externas. Entre esses atendimentos, um número aproximado de 35.000 pessoas corresponde às apresentações externas em mostras, feiras e eventos de divulgação científica e tecnológica em 29 municípios do Estado do Pará (e 3 ilhas na região metropolitana de Belém), integrando 4 das 6 mesorregiões do Estado [48]. A área percorrida

nestes atendimentos é equivalente a de países inteiros como, por exemplo, a Itália e a Polônia, sendo as condições de deslocamento em nada comparáveis à infraestrutura rodoviária, ferroviária e fluvial de tais países. As ações promovidas pelo MINF/UFPA têm também incentivado a produção de trabalhos e monografias sobre História da Ciência [28], sua divulgação na Amazônia brasileira [48] e suas abordagens metodológicas [49].

O MINF/UFPA utiliza as abordagens aqui apresentadas com o objetivo de desmistificar uma visão superficial (e muitas vezes errônea) do desenvolvimento científico, lançando mão da História para expor uma ciência de caráter contextualizado e realista.

Esperamos que iniciativas semelhantes ao MINF/UFPA, que visem explorar relações entre as diversas ciências em um ambiente informal de aprendizagem, possam ser cada vez mais desenvolvidas, tanto na Amazônia brasileira, quanto no Brasil como um todo. Estas iniciativas não só contribuem para a alfabetização científica, como também para a orientação vocacional de jovens e adultos, para a qualificação de professores e futuros docentes, e refletem positivamente na construção de um país com maior acesso a uma educação de qualidade e menos desigual.

## Agradecimentos

Os autores são gratos a José Maria Filardo Basalo, pioneiro amazônida na difusão da História da Ciência, Aníbal Fonseca de Figueiredo Neto, Newton Martins Barbosa Neto, Rodrigo Pinheiro Vaz e Victor Façanha Serra, bem como a todos os professores, bolsistas e voluntários da equipe do MINF/UFPA. O autores também são gratos à Faculdade de Física, ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais e à Pró-Reitoria de Extensão da UFPA, pelo incentivo ao MINF/UFPA, desde a sua fundação. Gostaríamos também de registrar nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo apoio financeiro.

## Referências

- [1] Sítio eletrônico da Cité des Sciences & de L'industrie. Disponível em <http://www.cite-sciences.fr>, acesso em 5/4/2016.
- [2] Sítio eletrônico do Museo de Ciencias CosmoCaixa. Disponível em [http://obrasocial.lacaixa.es/nuestroscentros/cosmoaixabarcelona/cosmoaixabarcelona\\_es.html](http://obrasocial.lacaixa.es/nuestroscentros/cosmoaixabarcelona/cosmoaixabarcelona_es.html), acesso em 5/4/2016.

- [3] Sítio eletrônico do Centrum Nauki Kopernik. Disponível em <http://www.kopernik.org.pl>, acesso em 5/4/2016.
- [4] Sítio eletrônico do Museo Participativo de Ciencias. Disponível em <http://www.mpc.org.ar>, acesso em 5/4/2016.
- [5] A. Gaspar, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **9**, 157 (1992).
- [6] Sítio eletrônico do Museu Paraense Emílio Goeldi. Disponível em <http://www.museu-goeldi.br/>, acesso em 05/4/2016.
- [7] L.C.B. Crispino, V.B. Bastos e P.M. Toledo, *As Origens do Museu Paraense Emílio Goeldi: Aspectos Históricos e Iconográficos (1860-1921)* (Paka-Tatu, Belém, 2006), p. 69.
- [8] Sítio eletrônico do Museu de Ciência da Amazônia. Disponível em <http://museudaamazonia.org.br>, acesso em 5/4/2016.
- [9] Sítio eletrônico da Estação Ciência. Disponível em <http://prceu.usp.br/centro/estacao-ciencia>, acesso em 12/3/2016.
- [10] Sítio eletrônico da Seara da Ciência. Disponível em <http://www.searadaciencia.ufc.br>, acesso em 12/3/2016.
- [11] Sítio eletrônico do Projeto Casa da Física. Disponível em <http://projetocasadafisica.blogspot.com>, acesso em 12/3/2016.
- [12] Sítio eletrônico do Museu Interativo da Física. Disponível em <http://www.minf.ufpa.br>, acesso em 10/4/2016.
- [13] Sítio eletrônico do Laboratório de Demonstrações. Disponível em <http://www.labdemon.ufpa.br>, acesso em 20/2/2016.
- [14] M.R. Matthews, Caderno Catarinense de Ensino de Física **12**, 164 (1995).
- [15] A discussão que Matthews realiza na Ref. [14] possui aspectos centrados em como uma ideologia sexista pode vir a afetar a ciência e, apesar de servir como parâmetro para novas abordagens e concepções utilizadas pelo MINF/UFPA, transcende ao escopo deste trabalho.
- [16] R. Moraes, *Experimentação no Ensino de Ciências*. Projeto Melhoria da Qualidade de Ensino - Ciências 1º Grau. Governo do Estado do Rio Grande do Sul (1993).
- [17] S. Cazelli, M. Marandino e D.C. Studart, in: *Educação e Museu: A Construção Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência*, organizado por G. Gouvêa e M. Marandino (Access, Rio de Janeiro, 2003), p. 83-106.
- [18] M. Van-Praët, in: *Educação e Museu: A Construção Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência*, organizado por G. Gouvêa e M. Marandino (Access, Rio de Janeiro, 2003), p. 47-62.

- [19] Sítio eletrônico da Ciência Prima. Disponível em <http://www.cienciaprimeira.com.br>, acesso em 20/2/2016.
- [20] Sítio eletrônico do Museu Catavento - Espaço Cultural da Ciência. Disponível em <http://www.cataventocultural.org.br>, acesso em 20/2/2016.
- [21] C.P. Magnaghi e A.K.T. De Assis, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **25**, 118 (2008).
- [22] J.M.F. Bassalo, in: *Crônicas da Física. Tomo 1*, editado por J.M.F. Bassalo (EDUFPA, Belém, 1987), p. 274-283.
- [23] M.V. Guedes, *Revista Electricidade* **397**, 145 (1999).
- [24] Sítio eletrônico da Comune di Como - Assessorato Cultura. Disponível em <http://cultura.comune.como.it/wp-content/uploads/2013/06/collezioni1.jpg> acesso em 5/4/2016.
- [25] A.P. Morgan, *The Boy Electrician* (Lothrop, Lee & Shepard Company, Boston, 1929), p. 46.
- [26] J. Wimshurst, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* **31**, 507 (1891).
- [27] H.M. Aguilar, *Latin-American Journal of Physics Education* **8**, 100 (2014).
- [28] R.P. Vaz, *As Pesquisas de Faraday que o Levaram à Descoberta da Indução Eletromagnética*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- [29] M.P. Souza Filho e J.J. Caluzi, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **31**, 1603 (2009).
- [30] J.M.F. Bassalo, *Nascimentos da Física (3500 a.C.-1900 a.D.)* (EDUFPA, Belém, 1996), p. 311.
- [31] J. Jamin, *Cours de Physique de l'École Polytechnique: 3* (Mallet-Bachelier, Paris, 1861), p. 301.
- [32] E. Alglave and J. Bouvard, *The Electric Light: Its History, Production, and Applications* (D. Appleton and Company, New York, 1884), p. 224.
- [33] M. Faraday, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1776-1886)* **122**, 125 (1832).
- [34] A. Gaspar, *Museus e Centros de Ciências - Conceitualização e Proposta de um Referencial Teórico*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- [35] L.S. Vygotsky, *Pensamento e Linguagem* (Martins Fontes, São Paulo, 2008), p. 1-10.
- [36] G. Fourez, *Investigações em Ensino de Ciências* **8**, 109 (2003).
- [37] J. Griffin, *International Journal of Science Education* **20**, 655 (1998).
- [38] E.F. Mortimer and P. Scott, *Investigações em ensino de ciências* **7**, 283 (2002).
- [39] F. Antunes e R.F. Salvi, in: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis (2009).
- [40] M.R. Matthews, *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science* (Routledge, New York, 1994), p. 7.
- [41] N.M.V. Bizzo, *Em aberto* **11**, 29 (1992).
- [42] R. Tavares, *Revista Conceitos* **55**, 55 (2004).
- [43] A. Cachapuz, J. Praia e M. Jorge, *Ciência & Educação* **10**, 363 (2004).
- [44] J.M.F. Bassalo, in: J.M.F. Bassalo, *Crônicas da Física. Tomo 4* (EDUFPA, Belém, 1994), p. 1521-1537.
- [45] H. Field, and P. Powell, *Public Understanding of Science* **10**, 421 (2001).
- [46] L.H.A. Silva e L.B. Zanon, in: R.P. Schnetzler e R.M.R. Aragão, *Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens* (CAPES/UNIMEP, Piracicaba, 2000), p. 120-153.
- [47] A.R.C. Lopes, *Enseñanza de las Ciencias* **11**, 324 (1993).
- [48] J. Caldas, *Museu Interativo da Física da UFPA: Ação Educativa com Ênfase em Divulgação e Popularização da História e da Filosofia da Ciência para o Ensino de Física*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
- [49] K.L. Silva, *O Museu Interativo da Física e a Prática Metodológica de Experimentos Históricos no Ensino de Física para Conteúdos de Eletricidade*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.