

LABORATÓRIOS DE TECNOLOGIA REMOTA NO ENSINO DE FÍSICA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: O CASO DO HANDS ON PARTICLE PHYSICS E DO MUSEUM ALLIANCE DA NASA

LABORATORIES OF REMOTE TECHNOLOGY IN INTERDISCIPLINARY SCIENCE EDUCATION: THE CASE OF HANDS ON PARTICLE PHYSICS AND MUSEUM ALLIANCE OF NASA

Vinícius Carvalho da Silva **1**
Marcia Begalli **2**
Clarissa de Sousa Oliveira McCoy **3**

Resumo: O Master classes Hands on Particle Physics é um evento internacional de ensino e divulgação científica em Física de Partículas Elementares realizado anualmente em universidades e centros de pesquisa de todo o mundo, coordenado pelo IPPOG (Grupo Internacional de Divulgação Científica em Física de Partículas), envolvendo grandes centros internacionais de pesquisa, como o CERN. O Museum Alliance é um projeto de educação informal em ciências promovido pela NASA. A Unitins estuda ambos, que se utilizam de recursos tecnológicos remotos para promover uma educação participativa e que podem contribuir para tornar o ensino de ciências mais atraente para jovens estudantes. Neste breve relato nos propomos a analisar os projetos e discutir sobre como podem beneficiar o ensino interdisciplinar de ciências a partir de uma abordagem multidisciplinar.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Educação. Física. Exploração Espacial.

Abstract: The Masterclasses Hands on Particle Physics is an international science educational project on Elementary Particle Physics held annually at universities and research centers around the world. It is coordinated by IPPOG in collaboration with major centers, such as CERN and Fermilab. Museum Alliance is an informal science education project sponsored by NASA. Both programs are studied at Unitins. They use remote technology resources to promote participatory education making science teaching more attractive to young students. In this brief report we propose to analyze the projects and discuss how they can benefit the interdisciplinary teaching of science from a multidisciplinary approach.

Keywords: Science Teaching. Scientific Dissemination. Physics. Space Exploration.

Doutor em Filosofia da Ciência e Teoria do Conhecimento pela **1**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor na Universidade
Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Professor colaborador do Mestrado
Profissional em Filosofia na Universidade Federal do Tocantins (UFT).
Coordenador do Museum Alliance (NASA) e do HandsonParticlePhysics
(IPPOG/UERJ) no Estado do Tocantins (Unitins). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5454906122210216>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1061-2727>.
Email: vinicius_c_silva@ufms.br

Doutora em Física pela Rheinisch-Westfalischen Technischen **2**
Hochschule – Aachen (RWTH Aachen University). Professora na Universidade
do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Colaboradora no Dzero do Fermilab e
no ATLAS-LHC do CERN. Coordenadoranacional do Hands on Particle Physics
(IPPOG). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5447016634798000>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2553-5493>. Email: marcia.begalli@cern.ch;

Doutora em Linguística pela UniversityCollege Dublin, (UCD). **3**
Professora na Universidade Estadual do Tocantins (Unitins). Pesquisadora
associada do UCD HumanitiesInstitute. Responsável pelas Relações
Internacionais da Unitins. Coordenadora do Museum Alliance (NASA) no
Estado do Tocantins (Unitins). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6395003773188101>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5235-7162>. Email: clarissa.so@unitins.br

Introdução

O que chamamos de “laboratórios” nessa oportunidade não são espaços físicos dedicados à experimentação científica, mas eventos de “experimentação” e divulgação de projetos de práticas inovadoras em ensino de ciências. Laboratórios de tecnologia remota, nesse sentido, são eventos ou projetos destinados à popularização e ensino de ciências que se utilizam de recursos tecnológicos on line, promovendo a interação entre os estudantes e centros de excelência em pesquisa científica. Gostaríamos de apresentar dois desses “laboratórios de tecnologia remota” que podem promover a educação científica em uma perspectiva interdisciplinar: o Hands on Particle Physics e o Museum Alliance, ambos já empregados pelos autores no ensino de ciências. Neste ensaio apresentaremos os dois projetos e discorreremos brevemente sobre como eles podem contribuir para o ensino interdisciplinar de ciências a partir da utilização de recursos tecnológicos remotos.

Discussão

“Qual é a natureza do nosso universo? Do que é feito? Cientistas de todo o mundo vem ao CERN buscar respostas para tais questões fundamentais, usando aceleradores de partículas e expandindo os limites da tecnologia”¹ CERN - Centro Europeu de Pesquisas Nucleares

O Masterclass Handson Particle Physics² é um projeto internacional de educação científica voltado para a disseminação da física de partículas praticada no CERN(WATANABE; GURGEL; MUNHOZ, 2014). No Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro o Hands on acontece durante todo o ano, envolvendo estudantes e professores de diversas áreas do saber, ignorando quaisquer fronteiras disciplinares, artificiais e desnecessárias. O projeto encarna a ideia de que o ensino de ciências e a divulgação científica têm elevado valor epistêmico e social, uma vez que contribuem para a formação e disseminação da cultura científica, motivando jovens estudantes a começar carreiras científicas, apresentando a ciência como uma atividade dinâmica, aberta, cheia de desafios e oportunidades, concorrendo também para aumentar o interesse da sociedade pela pesquisa científica (SILVA; BEGALLI, 2016).

Desejamos incentivar uma atitude crítica, do tipo “abra a mente, pense, questione, e pergunte”, e não simplesmente “apenas calcule e veja se dá certo”. É como se no frontão do nosso “laboratório” houvesse sempre uma placa imaginária na qual se poder ler: “Ousa Pensar!”³. Não queremos promover o treinamento técnico utilitário, nem um especialismo inculco, mas a formação de uma atitude crítica, criativa, que dê vazão à curiosidade intelectual que marca nossa espécie, essa inquietação filosófica que sempre moveu o espírito científico. Podemos mostrar como a pesquisa científica pode ser cativante.

Figura 1: Colisão de partículas em experimento do ATLAS no LHC.

Reconstrução computacional de um evento candidato a $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 2e2\mu$.⁴

1 O texto de apresentação ao CERN, em seu site oficial, expressa uma dimensão filosófica marcante: Hoje a física de partículas, explorando e expandindo os limites da tecnologia, se dedica a buscar respostas às grandes questões que ocuparam as mentes dos filósofos pré-socráticos, os primeiros físicos, ou “cosmólogos”. Assim como Tales, Anaximandro e Anaximenes, ou como Heráclito ou Pitágoras, por exemplo, somos movidos por perguntas como “Qual é a origem do universo?” e “Do que todas as coisas são feitas?”. Ver: <<<https://home.cern/>>>.

2 Ver em <<<https://handsoncernrio.webnode.com/>>>.

3 Sapere aude, “Ouse pensar” ou “Atravessa conhecer”. O chamado à aventura do pensamento livre é feita por Kant quando pensa o Aufklärung, o iluminismo alemão. KANT, I. Resposta à pergunta: que é “Esclarecimento”? In: _____, Textos seletos. Tradução de Floriano de Sousa Fernandes. Petrópolis: Vozes, 1985. p. 100-117.

4 $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 2e2\mu$: Decaimento de um bóson de Higgs em 2 bósons Z, sendo que um bóson Z decai em um par elétron-pósitron e o outro em um par de múons ($\mu^+\mu^-$).

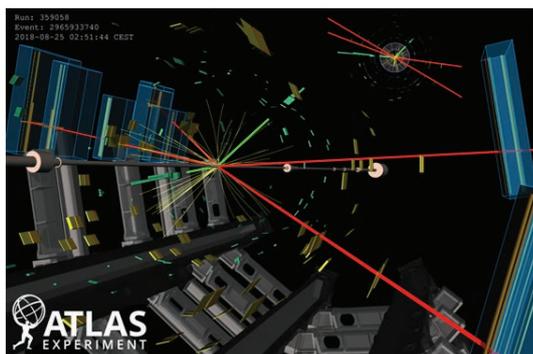


Foto: "ATLAS Collaboration" em 12/07/2019.

A educação e a comunicação científica contribuem para que a sociedade compreenda, e faça parte, da ciência tal como é feita. Sob essa perspectiva, o Hands on Particle Physics pode ser útil à formação de uma cultura científica que fortalece os laços entre ciência e sociedade, estimulando jovens estudantes a participar da física de partículas atualmente desenvolvida no LHC (Grande Colisor de Hádrons) no Centro Europeu de Pesquisa Nuclear.

O LHC é o maior acelerador de partículas já construído em termos de tamanho e potência, e nos possibilitou observar o bóson de Higgs, ajudando-nos a expandir os limites do conhecimento científico⁵. Ele encarna a ciência de fronteira como uma atividade aberta, em movimento, intelectualmente desafiadora e excitante, revelando aos estudantes participantes que a ciência não é uma coleção de fatos ou respostas definitivas, é uma atividade viva, cheia de questões por resolver, uma prática teórica e experimental que nos convida constantemente a propor novas soluções para antigas questões.

Figura 2: Detector CMS no LHC, com 15m de diâmetro, 21.6 de comprimento e 12500t de peso. Na base podemos ver o tamanho médio de um ser humano, em escala.



Fonte: HEPHY -Institut für Hochenergiephysik

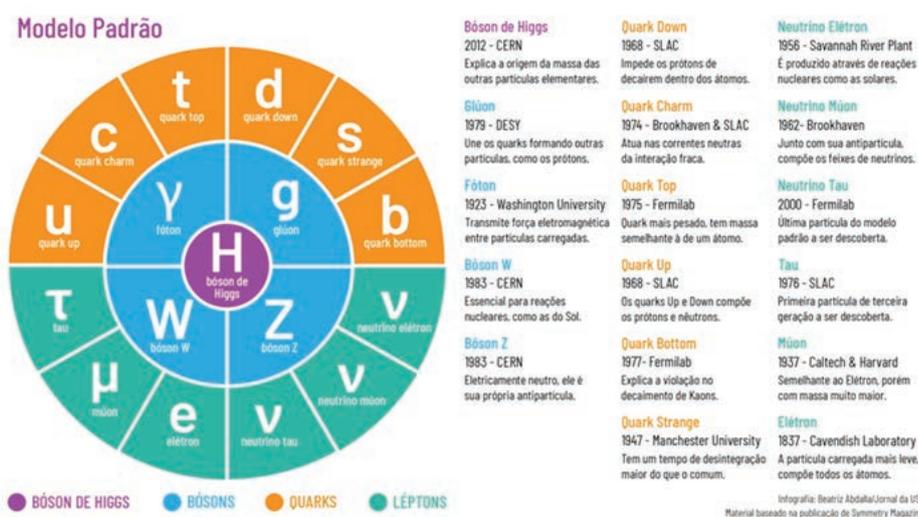
O *Hands on Particle Physics* é um projeto de divulgação científica do IPPOG (International Particle Physics Outreach Group), elaborado para professores e jovens estudantes interessados em ciências naturais, e visa aumentar a compreensão dos alunos sobre os processos fundamentais que ocorrem nos menores constituintes da estrutura da matéria, disseminando

⁵ Citando a página oficial do CERN: "O LargeHadronCollider (LHC) é o maior e mais poderoso acelerador de partículas do mundo. Começou em 10 de setembro de 2008 e continua sendo a mais recente adição ao complexo de aceleradores do CERN. O LHC consiste em um anel de 27 quilômetros de ímãs supercondutores com várias estruturas de aceleração para aumentar a energia das partículas ao longo do caminho". Ver em: <<<https://home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider>>>.

a pesquisa contemporânea em colisão de partículas. O projeto abrange cerca de 12.000 estudantes do ensino médio de 42 países, uma vez por ano, quando se reúnem em uma das 200 universidades ou institutos de pesquisa que participam do projeto para assistir a palestras sobre Física Fundamental, composição da matéria e Física Nuclear, realizando medições, usando dados reais dos experimentos do LHC, “colocando a mão na massa” da física de partículas a partir de uma abordagem interativa do tipo “aprenda fazendo”. Após analisar os eventos resultantes de colisões próton-próton, os estudantes participam de uma videoconferência internacional para comunicar os resultados ao CERN.

O objetivo do projeto é promover a Física de Partículas entre os alunos, cativando seu interesse pela ciência de ponta atualmente praticada neste campo. Em muitos países, como o Brasil, a física contemporânea geralmente não é abordada em sala de aula na educação básica, e os alunos não reconhecem a ciência como uma prática aberta, cheia de desafios, incertezas e aventuras, que opera nas fronteiras do conhecimento. Um dos principais conceitos do projeto, além da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, é “ensinar e aprender ciência fazendo ciência”. A intenção é superar a ideia estática e passiva de educação. Professores e alunos que participam do projeto sentem que fazem parte da ciência, e não apenas falam sobre ciência.

Figura 3: Modelo Padrão da Física de Partículas⁶.



Fonte: ABDALLA, Beatriz In. CAIRES, Luiza. Jornal da USP (2019).

A ideia não é saber, passivamente, o que os físicos fazem, mas experimentar ativamente um pouco do que é fazer física com as próprias mãos (SILVA; BEGALLI, 2018). E é possível fazer ciência, fazer física com as próprias mãos, sendo ainda um jovem estudante e não um físico formado, profissional? Queremos apresentar uma resposta afirmativa, e não cândida, para tal questão. Claro que a pesquisa em física ou em qualquer outra área do conhecimento exige fundamentação teórica e um saber-fazer prático, conhecimentos sólidos e profundos, experiência, “treinamento”, expertise. Mas isso não deveria impedir o jovem estudante de experimentar o tipo de trabalho cotidiano de um físico de partículas, nem de se excitar intelectualmente com as questões em ebulição nesse campo de pesquisas. Se pretendermos aproximar a ciência do

⁶ O Bóson de Higgs, observado no CERN, atribui massa às demais partículas, conforme o “Modelo Padrão” (MP). Podemos dizer que o “Modelo Padrão” é o pressuposto teórico dos experimentos do LHC, o que levanta uma série de questões filosóficas em epistemologia da física. Todo experimento científico pressupõe uma teoria? O LHC está testando ou “verificando” o “Modelo Padrão”? O MP pode ser falseado, para falar com Popper, pelos experimentos do LHC? Ou, para falar como Kuhn, os resultados dos experimentos podem ser sempre acomodados ao escopo da teoria pressuposta ou a emergência de anomalias forçarão uma crise no paradigma atual? As partículas do “Modelo Padrão” formariam todas as estruturas materiais que encontramos no universo. O Hands on introduz o tema aos participantes, e explora suas muitas dimensões, podendo salientar questões não somente de Física, mas de Engenharia, Ciências da Computação, História, Filosofia e outras áreas do conhecimento.

grande público, teremos que ser capazes de mostrar que a ciência é uma atividade social acessível a todos que estiverem dispostos a “colocar a mão na massa”.

As ciências são atividades complexas, que envolvem múltiplas dimensões teóricas e práticas, abarcando aspectos epistemológicos, lógicos, sintáticos e semânticos, metodológicos, culturais, sociais e institucionais. Estudar as práticas científicas em uma perspectiva multidimensional é tão importante quanto estudar uma ciência “colocando a mão na massa”.

Há mais de uma década realizamos o Hands on Particle Physics no Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O “Hands on” também é promovido em Natal-RN, em Manaus-AM, em Lavras-MG, em São Paulo-SP, Curitiba-PR, e estamos iniciando nossas atividades em Palmas-TO, com as primeiras atividades previstas para 2020, por meio de uma parceria entre a Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS) e o IFTO.

No Brasil o “Hands on” não é apenas um evento anual realizado com um único dia de duração. Nos destacamos por promover um projeto em andamento ao longo do ano letivo, recebendo alunos do ensino médio e superior. O caráter interdisciplinar fica evidente quando observamos que os participantes são provenientes de diversos cursos, como Física, Ciência da Computação, Biblioteconomia, Economia, Engenharia e Filosofia.

Ao longo do ano nos reunimos para estudar “Introdução à Física de Partículas”. Os estudantes aprendem a utilizar o mesmo software de análise de colisões de partículas utilizado pelo CERN. Essa é uma das peculiaridades da edição brasileira do projeto no Rio de Janeiro e em outras localidades, que se tornou um programa de ensino de ciências de médio prazo. Os participantes da edição brasileira aprendem, introdutoriamente, sobre quarks, léptons, interações fundamentais e seus mediadores, o bóson de Higgs, como as partículas interagem com a matéria, como são identificadas pelos detectores e como utilizar as imagens e dados fornecidos pelos softwares para reconhecer as diferentes partículas produzidas nas colisões próton-próton do LHC.

Eles também aprendem sobre as características de cada detector dos experimentos ATLAS e CMS. Os mais experientes são incentivados a apresentar seu trabalho aos outros, ajudando-os a entender a atividade. Novas maneiras de compreender a relação entre a física de partículas e outras áreas do conhecimento são sempre exploradas. Física de Partículas e sua correlação com a História, o uso da Ciência da Computação na área, sua relação com a Filosofia e sua influência na Arte têm sido alguns dos temas estudados (SILVA; BEGALLI, 2016).

Nosso objetivo é formar estudantes universitários e professores de graduação como disseminadores do conhecimento científico em uma perspectiva interdisciplinar, ressaltando as diferentes dimensões da pesquisa científica e a relação das práticas científicas com diversos campos de atividade, levando o conhecimento sobre o assunto para diversas escolas de ensino médio em todo o país. Além do software oficial do projeto, a ferramenta de análise de interações do Atlas (HYPATIA)⁷ e o iSpyOnline⁸ para CMS, os brasileiros desenvolveram suas próprias ferramentas, como um jogo de tabuleiro analógico, criado pelos jovens participantes no Rio de Janeiro para ensinar Física a alunos do ensino fundamental e médio. Um jogo digital está em desenvolvimento.

O *Hands on Particle Physics* no Brasil buscou inovar e aperfeiçoar o projeto: ampliar sua duração, transformando um evento de um dia em um programa de educação continuada que dura todo o ano letivo, promovendo seminários estudantis, colóquios, minicursos, ampliando o conteúdo do projeto, acolhendo estudantes de diversas áreas do conhecimento, buscando contextualizar a relação entre a física e outras ciências exatas, naturais, sociais e humanas. Acreditamos que o ensino de ciências com viés utilitário e instrumental inibe o desenvolvimento do pensamento crítico e de uma atitude criativa e científica (CARUSO, 2014). Precisamos criar formas de fomentar uma concepção pluralista e não utilitária de ciência, e temos nos esforçado nesse sentido.

Outro projeto que estamos implementando na Universidade Estadual do Tocantins é o

⁷ <http://hypatia.phys.uoa.gr/>

⁸ <http://ispy.web.cern.ch/ispy/1.5.0/>

Museum Alliance da NASA⁹. A Universidade Estadual do Tocantins, Unitins, agora integra uma aliança internacional de educação científica informal promovida e coordenada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) em um projeto global de educação informal em ciências. É a única instituição brasileira fora das regiões sul e sudeste a participar¹⁰. Com isso, ela assume um pioneirismo na divulgação e promoção de projetos de educação científica na região, disseminando o conhecimento para toda a sociedade tocantinense, podendo expandir as ações para toda a Região Norte. Por meio do Museum Alliance vamos realizar palestras em escolas públicas, apresentações públicas da ciência da Missão Apolo, fomentar clubes da ciência, debates e outros eventos. Já realizamos sessões do “Cine Ciência”¹¹, recebendo estudantes da rede pública na Universidade. Exibimos filmes que exploram a história da ciência, suas questões filosóficas, a exploração do espaço, a inserção da mulher na pesquisa científica e a relação entre ciência e direitos humanos. Junto com o IFTO realizamos a “Primeira Noite Unitins-IFTO de Astronomia e Observação Lunar” nas dependências da Unitins, Campus Palmas¹².

Figura 4: Lua observada por 86 pessoas, entre estudantes da Unitins e público em geral, através do Schmidt-Cassegran Celestron CPC 800 Series.



Fonte: Foto - Equipe do Museum Alliance-Nasa/Unitins – IFTO/Projeto Perigeu.

O evento selou uma parceria entre o *Museum Alliance* da NASA promovido pela Unitins e o Projeto Perigeu da Coordenação de Ciências Matemáticas e Naturais do IFTO. O projeto “Perigeu: Astronomia ao Alcance de Todos” é coordenado pelo professor de Física do IFTO, Francisco Romero, e se dedica à promoção de conhecimentos básicos de Astronomia, visando a popularização científica por meio da realização de eventos, como palestras e observações dos astros. Na ocasião observamos a lua, Júpiter e suas luas e Saturno a partir de três telescópios: (1) Schmidt-Cassegran Celestron CPC 800 Series; (2) Skywatcher 150 mm, reflector; (3) Refractor de 60 mm.

A NASA disponibiliza diversos recursos pedagógicos. Por meio do site “Observing with NASA” podemos fazer requerimentos de astrofotografias da lua, do sol, e de diversos outros astros. Micro-observatórios robóticos nos Estados Unidos executam as astrofotografias solici-

9 O Museum Alliance integra o Programa de Extensão “UniCidade”, proposto pela PROESP, com participação do NIT, o Núcleo de Inovação Tecnológica da Unitins, e institucionalizado junto a PROEX da Unitins, sendo coordenado pelos professores Vinícius Carvalho da Silva e Clarissa Sousa de Oliveira McCoy e contando com a ativa participação da professora Leila Dias Pereira do Amaral, da PROEX-Unitins e do NEDIH, o Núcleo de Direitos Humanos da Unitins.

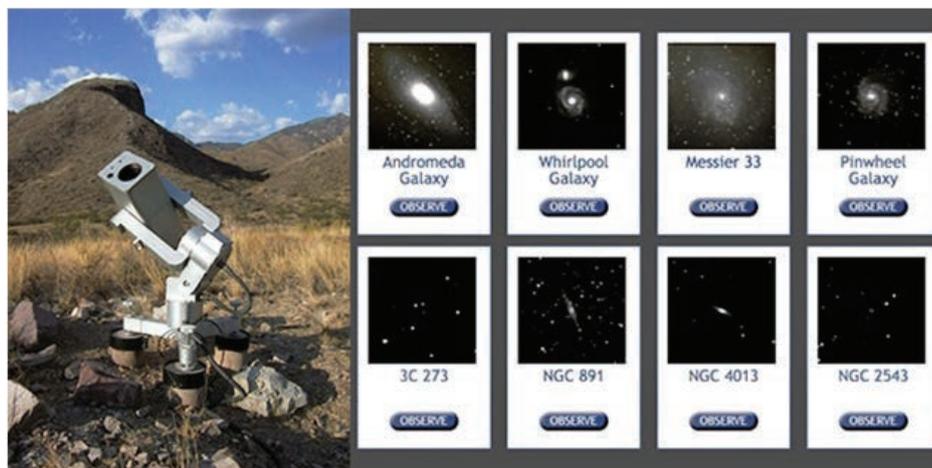
10 Apenas 5 instituições brasileiras participam do Museum Alliance: Planetário do Rio, no Rio de Janeiro-RJ, Observatório Didático de Astronomia da UNESP, em Bauro-SP, Planetário de Vitória, em Vitória-ES, e a Associação Brasileira de Planetários, em Porto Alegre-RS. Ver em: <<<https://informal.jpl.nasa.gov/museum/>>>

11 Ver: <<<https://www.unitins.br/nPortal/portal/noticias/details/2597-2019-10-11-escola-estadual-sao-jose-ifto-participam-de-programacao-de-cinema-na-unitins>>>

12 Ver: <<<https://www.unitins.br/nPortal/portal/noticias/details/2580-2019-10-4-unitins-e-ifto-realizam-com-sucesso-o-primeiro-encontro-de-astronomia-e-observacao-lunar>>>

tadas na primeira noite de céu visível após o requerimento, enviando a imagem para o e-mail do solicitante. A imagem passa a integrar o banco de dados da NASA, e quem fez o pedido, por meio da tecnologia remota, pode ter repetido, séculos depois de Galileu, suas observações, constatando a presença das manchas solares ou das “imperfeições da superfície da lua”. O recurso pode ser utilizado em aulas conjuntas, nas quais os professores de Física, Filosofia e História (além de outras disciplinas) podem colaborar e oferecer abordagens complementares.

Figura 5: *MicroObservatory* robotic telescope network. O micro-observatório robótico da NASA/Harvard Smithsonian e alguns dos objetos observáveis.



Fonte: Jet Propulsion Laboratory – California Institute of Technology. Credit: (SAO).

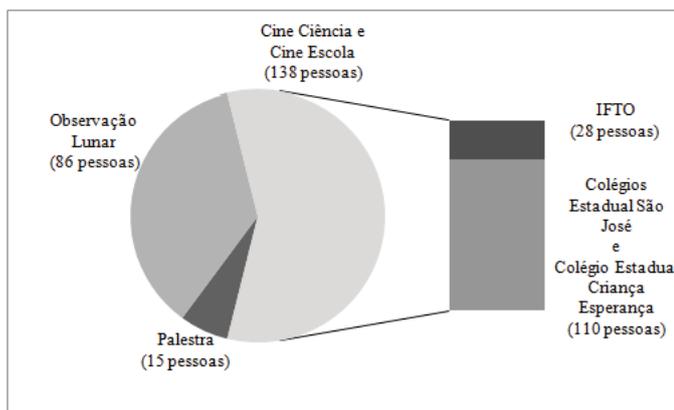
Podemos trabalhar física, história e filosofia de modo imbricado e contextualizado, ensinando que Galileu foi um filósofo natural neoplatônico conhecido por promover a chamada ‘Revolução Científica’ cujo método consistia em unir teoria matemática e observação¹³. Ele apontou o telescópio na direção da lua e descobriu irregularidades em sua superfície, contrariando certos postulados da física aristotélica. Séculos depois de Galileu podemos repetir suas observações com telescópios simples, como os utilizados em parceria com o IFTO, ou por meio de recursos em tecnologia remota, como os micro-observatórios robóticos, integrados ao *ObservingwithNasa*, uma plataforma onlineda NASA¹⁴.

Entre setembro e novembro de 2019 a equipe da Unitins realizou quatro eventos de popularização de ciências pelo Museum Alliance, contabilizando 239 participantes, sendo a maior parte formada por estudantes da rede pública estadual do Tocantins.

Figura 6: Total de 239 participantes nos 4 eventos do Museum Alliance-NASA realizados pela Unitins até novembro de 2019.

13 Podemos problematizar os conceitos de “ciência”, “conhecimento”, “realidade”, “natureza” e outros, além de discutir tópicos de historiografia das ciências e epistemologia, como os debates “continuismo X descontinuidade” e “internalismo X externalismo”. Por exemplo, podemos questionar se realmente houve uma “Revolução Científica”, ou se a ciência moderna é uma continuidade de uma tradição investigativa precedente a Galileu. Assim, um projeto específico como o Museum Alliance se torna o “pretexto” para a promoção de discussões mais amplas, envolvendo múltiplas “dimensões” do conhecimento.

14 Ver: <<<https://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/>>>.



Fonte: Os autores.

Foram dois eventos “Cine Ciência e Cine Escola”, realizados em parceria com o NEDIH, o Núcleo de Direitos Humanos da Unitins, totalizando 138 participantes de três escolas de Ensino Médio (Ver gráfico), uma sessão de “Observação Lunar” para 86 pessoas, em parceria com o IFTO e uma palestra sobre “A Ciência como Direito Humano fundamental”, no Instituto de Física Armando Dias Tavares, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) para 15 alunos de graduação em Física, ocasião em que se apresentou a participação da Unitins no Museum Alliance da NASA.

Conclusão

Existem desafios inerentes não somente para o HandsonParticlePhysics e o Museum Alliance, mas para o ensino de ciências em geral: como divulgar não uma teoria, um evento ou experimento, não apenas uma instituição científica, mas o “valor da ciência”, a atitude científica fundamental?¹⁵ Como ir além da publicidade institucional e fazer com que a educação científica sirva para criar uma cultura científica no sentido mais amplo, compreendendo a ciência não em uma dimensão utilitária reducionista, mas em sua complexidade epistemológica e sociológica como parte da cultura, formando para o exercício criativo do pensamento crítico?

Até que ponto os alunos que passam pelo *HandsonParticlePhysics* e pelo *Museum Alliance* educados em um ambiente crítico de pluralismo teórico, intelectualmente desafiador? Não podemos oferecer uma resposta categórica, mas sem dúvida nossas experiências, nossos laboratórios de tecnologia remota no ensino interdisciplinar de ciências tem esse objetivo: cativar para a ciência reforçando seu valor epistêmico, cultural, histórico e sociológico, enaltecendo sua relação com outras áreas do saber. Não é nosso objetivo nessa ocasião apresentar dados, métricas e resultados quantitativos. A questão é apenas defender uma concepção plural e interdisciplinar de ensino de ciências, e qualitativamente enfatizar que, a julgar pelos resultados de nossos experimentos, há motivos substanciais para ficarmos otimistas. A ciência nos ajuda a desvelar um mundo pleno de mistério e beleza, e jovens fascinados tendem a se tornar adultos fascinantes.

Agradecimentos

A UtaBilow, do Instituto de Física Nuclear e de partículas da Technische Universitaet Dresden, Alemanha, e Ken Cecire, do departamento de Física da UniversityofNotreDame (Estados Unidos), por receberem o Tocantins no HandsonParticlePhysics e nos incentivarem a

¹⁵ Como se utilizar de tais projetos para cativar a sociedade para a pesquisa científica, disseminando a cultura científica – e não científicista – de modo amplo? Como problematizar qual seria “o valor da ciência”, ou quais seriam os valores básicos da cosmovisão científica, ao invés de privilegiar uma abordagem tecnicista e utilitária? Como nos servir de tais projetos para divulgar uma atitude científica ampla e pluralista ao invés de fazer “propaganda” de grandes instituições de Big Science e da ideologia por trás de grandes projetos de pesquisa ligados a interesses geopolíticos complexos? Como vemos, tais projetos levantam muitos desafios e oportunidades.

expandir o projeto no Estado. Amelia Chapman, Jeffrey Nee e Leslie Lowes, do Jet Propulsion Laboratory, do California Institute of Technology/NASA, curadores do *Museum Alliance*, por abrigarem a Unitins nessa aliança internacional e nos incentivarem a levar o Museum Alliance para o maior número de pessoas. Ao professor Francisco Romero Araújo Nogueira, do IFTO, coordenador do Projeto Perigeu, e Tales, estudante de física apaixonado pelo conhecimento, pela parceria e apoio frutífero. À professora Leila Pereira Dias do Amaral, da Unitins, ao NEDIH da Unitins e a todos os membros da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e da Pró-Reitoria de Extensão da Unitins, pelo apoio fundamental no desenvolvimento de nossas ações.

Referências

AIRES, Luiza. Maior acelerador de partículas do mundo passa por um upgrade. O que vem por aí? **Jornal da USP**. 26/08/2019. Disponibilidade em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/maior-acelerador-de-particulas-do-mundo-passa-por-um-upgrade-o-que-vem-por-ai/>>. Acesso em 27 nov. 2019.

CARUSO, Francisco. Sonhando com uma escola menos conservadora e mais crítica. **Ciência e Sociedade**, Rio de Janeiro, CBPF, v. 2, n. 1, p. 47-49, 2014. (CBPF-CS-007/14).

SILVA, Vinícius Carvalho. Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX. **Griot: Revista de Filosofia**, Amargosa, Bahia – Brasil, v.15, n.1, junho/2017/www.ufrb.edu.br/grio.

SILVA, Vinícius Carvalho. Handson CERN como una herramienta para la educación y la difusión de la física de partículas. **Anais - Primer Encuentro de la Red Chilena de Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Santiago: Universidad Alberto Hurtado, 2014.

SILVA, Vinícius Carvalho; BEGALLI, Marcia. Handson CERN/RIO. **CROLAR Critical Reviews on Latin American Research: Science, Technology, Society - and the Americans?**, Vol. 5, No. 1, April 2016, pp. 84-87, Berlin: Lateinamerika-Institut of the Freie Universität Berlin.

SILVA, Vinícius Carvalho; BEGALLI, Marcia. Possibilidades e alternativas para o Ensino de Física: pensando em uma educação crítica, criativa e não utilitarista. **Ciência e Sociedade**, CBPF, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2018.

WATANABE, Gracielle; GURGEL, Ivã; MUNHOZ, Marcelo G. O que se pode aprender com o evento Masterclasses - CERN na perspectiva do ensino de física de partículas. **Rev. Bras. Ensino Fís.** [online]. 2014, vol.36, n.1 [cited 2019-09-18], pp.1-10.

Recebido em 29 de novembro de 2019.
Aceito em 30 de março de 2020.