UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

FERNANDA ALEXANDRINA QUEIROZ GOMES

**A Masterclass *hands on* em física de partículas como Atividade
de formação de “cientistas por um dia”**

São Paulo

2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

FERNANDA ALEXANDRINA QUEIROZ GOMES

A Masterclass *hands on* em física de partículas como Atividade de formação de “cientistas por um dia”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

São Paulo

2018

GOMES, F. A. Q. **A Masterclass hands on em física de partículas como Atividade de formação de “cientistas por um dia”** Dissertação de Mestrado apresentado ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em:

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Aos meus pais, Antonio Aparecido e Maria

Aos amigos e parentes

AGRADECIMENTO

Em meio a tantas pessoas a quem quero agradecer esta conquista, direciono meu primeiro agradecimento a Deus, que através da sua grandiosa misericórdia e bondade permitiu a realização desse trabalho.

Ao meu orientador, Profº Dr Cristiano Rodrigues Mattos, por toda compreensão, paciência e orientação que sempre foi acompanhada de um bom humor, e a dose certa de desafios que me ajudaram a encontrar uma pergunta vital, dando mais sentido para a pesquisa do que eu poderia imaginar.

Aos amigos da Universidade, por todos os encontros e experiências compartilhadas dentro da Universidade, além de preciosas foram cheias de boas recordações.

Ao grupo CONVICTVS, que me ofereceu um proposito de vida, tornando esse trabalho uma oportunidade para expressar gratidão a Deus e glorifica-lo.

Aos meus pais, namorado incrível e tias e que sempre acreditaram em mim, expressando apoio e disposição para ajudar.

Ao Grupo SPRACE, profº Dr Mikiya, grupo Arte&Ciencia no parque e colegas que trabalham com divulgação científica.

Ao grupo Ecco, colegas do corredor de ensino, professores da escola participantes do Masterclass 2016.

Por fim, Obrigada ao CNPQ pelo auxilio financeiro para a realização dessa pesquisa.

Quer você se volte para a direita quer para a esquerda, uma voz atrás de
você lhe dirá: "Este é o caminho; siga-o".
[Isaías 30:21](#)

RESUMO

A presente dissertação possui como problemática de pesquisa o evento Masterclass *hands on* em física de partículas em sua dimensão educativa sobre o fazer científico. O evento é organizado por cientistas que colaboraram nas pesquisas realizadas pela Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear – CERN. A estrutura do evento está centrada em propiciar que os estudantes tenham uma experiência de “*ser cientista por um dia*” e atender demandas presentes na educação científica sobre o conhecimento da física produzida no século XXI, todavia pouco tem sido explorado sobre a sua contribuição educativa em especial sobre o sentido das práticas científicas presentes no evento. Como base teórica e metodológica, foi utilizada a Teoria da Atividade, que serviu como instrumento para olhar o evento como uma atividade e localizar os diferentes sentidos que são atribuídos a ele quanto as atividades desenvolvidas pelos participantes. A escolha desse instrumento teórico-metodológico justifica-se pelo olhar para atividade humana como produção e reprodução dos nossos conhecimentos e valores culturais, históricos e sociais, em que a ação individual não pode ser compreendida sem considerar a relação que se estabelece com a atividade coletiva. As fontes de dados foram entrevistas semiestruturadas com os professores, estudantes e cientistas, participantes da edição Masterclass 2016 organizado pelo São Paulo Research and Analysis Center – SPRACE, além da documentação disponível sobre o evento. A análise dos dados possibilitou identificar as contradições que expressam alguns sentidos atribuídos ao fazer científico, relacionados aos procedimentos realizados pelo cientista e reproduzidos pelos estudantes e também sobre o objetivo do evento. Tais contradições permitiram compreender o evento Masterclass além de uma observação mais imediata do mesmo, conhecer suas potencialidades e também suas limitações como atividade educativa não formal, para que seja possível sugerir adaptações para uma atividade mais coordenada com os objetivos presentes do evento.

Palavra-chave: Teoria da Atividade, Masterclass, divulgação científica, atividade científica.

ABSTRACT

The present dissertation has as object of research the event Masterclass hands on in particle physics in its educational dimension about doing on science. The event is organized by scientists who have collaborated in research conducted by the European Organization for Nuclear Research (CERN). The structure of the event is focused on enabling students to have an experience of "being a scientist for a day" and attending demands on science education about the knowledge of physics developed in the 21st century, but little has been explored about their educational contribution on the meaning of the scientific process present at the event. As a theoretical and methodological framework, the Activity Theory was used. This theory served as an instrument to look at the event as an activity and to locate the different meaning of the activities developed by the participants. The choice of this theoretical-methodological instrument is justified as we see the human activity as production and reproduction of our knowledge and cultural, historical and social values, in which the individual action cannot be understood without considering the relation established with the collective activity. The data sources were from semi-structured interviews with teachers, students and scientists, participants of the Masterclass 2016 edition organized by the São Paulo Research and Analysis Center - SPRACE, in addition to the available documentation on the event. The analysis of the data made it possible to identify the contradictions that express some meanings attributed to the scientific making, related to the procedures performed by the scientist and reproduced by the students and also about the objective of the event. These contradictions allowed us to understand the Masterclass event beyond our perceptions because of the immediate observations from event, we saw the program's potential and its limitations as a non-formal educational activity. These observations made it is possible to suggest adaptations for an educational activity more coordinated with the present objectives of the event.

Keywords: Activity Theory, Masterclass, Science popularization, scientific activity.

Sumário

1. Introdução	12
A origem desse estudo	12
Um breve memorial	13
Objetivo da pesquisa	19
Campo do problema	20
Origem do problema	20
2. Referencial Teórico-Metodológico	27
Teoria da Atividade	27
A Atividade	30
Princípios básicos da perspectiva de Engeström	36
3. Metodologia	42
Caracterização da pesquisa	42
Desenho de pesquisa	43
Primeiro momento: anterior ao evento Masterclass	43
Segundo momento: durante o evento	46
Terceiro momento – após o evento.	46
Fontes de Dados	46
Entrevistas	47
Material bibliográfico e institucional.....	55
4. Análise de dados	57
O princípio da Atividade orientada ao objeto e sistema de atividades: A Atividade Masterclass.....	57
Historicidade	62
A historicidade: organização e desenvolvimento em nível Internacional.....	62

Evento Masterclass nos EUA	68
Evento Masterclass em 2016	71
A historicidade do Masterclass no nível Nacional	74
Evento Masterclass 2016 organizado pelo SPRACE	81
Multivocalidade	82
Exemplo de multivocalidade na experimentação	83
Multivocalidade localizada nos instrumentos da atividade.....	88
Contradições e tensões.....	96
Contradição – espaço de ensino de ciências ou de divulgação da ciência?	98
Experimentação como objeto para fazer ciências e aprender ciências	107
REFERÊNCIAS	114
Anexos.....	119

1. Introdução

Esse capítulo foi elaborado para esclarecer o leitor sobre a origem do trabalho de pesquisa e quais foram os motivos que justificam a sua realização.

A origem desse estudo

O trabalho de pesquisa a seguir tem como objeto estudar o evento Masterclass 2016 em particular conhecer como alguns procedimentos científicos normalmente presentes na atividade científica contribuem para aprendizagem dos alunos participantes.

O evento Masterclass é um evento Internacional que acontece anualmente e é organizado por cientistas para atrair estudantes do ensino médio para os temas relacionados as pesquisas na área de física de partículas. Durante o evento, os alunos participam de atividades que se associam com os procedimentos científicos realizados pelos cientistas para conduzir pesquisa na área de Física de partículas.

As atividades que acontecem durante o evento são planejadas por cientistas para aproximar os alunos do que acontece nas pesquisas em Física de partículas elementares. Por esse mesmo motivo, a estrutura do evento envolve temas pertinentes à agenda de pesquisa em ensino de ciências, em particular do ensino de Física moderna. Porém, a origem deste trabalho vem de outro tema, que não é exclusivo do evento Masterclass: o uso da experimentação no ensino de ciências.

Por fim, além dos motivos acadêmicos, a origem desse estudo também está relacionada com as minhas motivações pessoais. Um dos principais sentidos da pesquisa para mim é que ela atende o meu desejo de contribuir com uma visão da física como uma forma de ver o mundo. Visto que é comum, a partir da experiência dos alunos nas aulas de física, a física ser vista como desinteressante e descontextualizada, seu sentido acontece produzido por pressões externas como a necessidade de passar no vestibular, ou de aprovação no curso. Por outro lado, esses problemas não são novos e muitos são os esforços da academia para lidar com eles, sendo assim, reconheço esse trabalho como uma tentativa de também contribuir com a

produção brasileira na área de ensino de física e agregar elementos na prática pedagógica.

Um breve memorial

Existem muitas linhas de pesquisas que trabalham com a experimentação no ensino de ciências, para esclarecer o enfoque dessa pesquisa, e como isso se desenvolveu até chegar a proposta de estudar o evento Masterclass, irei fazer um breve relato a partir de minhas experiências e motivações que justificaram a pesquisa, tanto no âmbito pessoal como acadêmico.

A principal experiência que motivou a pesquisa aconteceu na graduação quando ingressei no projeto “Arte & Ciências no Parque”, que era composto por um grupo de divulgação científica coordenado pelo Prof. Muramatsu do Instituto de Física. O objetivo do grupo era o de disseminar o conhecimento científico para o público em geral de modo lúdico e atraente (TEXEIRA; ALVES; MURAMATSU, 2010). Por isso, muitas das atividades se apoiavam na utilização de demonstrações de experimentos simples e de baixo custo. Também realizávamos oficinas em que os estudantes participantes construía instrumentos, como a luneta de Galileu, o Disco de Newton, a Câmera escura etc. A maioria dos experimentos abordavam fenômenos ópticos com materiais simples e de baixo-custo.

Figura 1: Grupo Arte & Ciência no Parte

As atividades elaboradas pelo grupo aconteciam nas escolas públicas do Estado de São Paulo. Visitávamos as escolas com os materiais, que eram montados para que

durante um dia todos os alunos da escola tivessem a oportunidade de visitar as instalações com os experimentos. Minha participação no projeto incluía fazer a mediação entre o público e as demonstrações, também contribuir na elaboração de atividades e novos experimentos para uso educacional, inclusive de tópicos como da física moderna, dentro de uma proposta de contribuir para a divulgação e inserção dos tópicos da física moderna no ensino básico.

As atividades eram muito bem recebidas pelos participantes, os visitantes se demonstravam encantados e entusiasmados com os experimentos. Para mim, esse entusiasmo estava relacionado com a capacidade da experimentação permitir a visualização de fenômenos naturais, comumente descritos nos modelos teóricos. Isso, de certa forma, demonstra que a experimentação pode fornecer condições para visualização e observação na natureza.

Cada evento realizado parecia ter bastante sucesso. Dentro do grupo, estávamos bem ocupados nos preparando para novas visitas e também com a elaboração de novos experimentos ou preparação do material que seria levado na visita. Restando pouco tempo para refletir sobre nossa prática, a discussão sobre o que estamos fazendo acabava se limitando a um relato das visitas anteriores.

Nos relatos apareciam alguns problemas, por exemplo, embora estivéssemos realizando muitas atividades tínhamos pouco conhecimento sobre o que as crianças/estudantes aprendiam com as nossas visitas. Outro problema frequente era de que não tínhamos condições de fazer um acompanhamento após a visita realizada nas escolas. As atividades se davam apenas nas visitas, ou seja, não sabíamos qual a continuidade dada pela escola.

Além desses problemas compartilhados no grupo, depois de um certo tempo como monitora, percebi que nem sempre o público visitante tinha interesse em ouvir a explicação dos fenômenos. Eles estavam mais interessados em ver o que iria acontecer. Alinhando os relatos e com o que aconteceu na minha experiência como monitora, surgiram os primeiros questionamentos: Será que os estudantes conseguem identificar os fenômenos, observar os fenômenos enquanto estão envolvidos nas atividades experimentais? O que está mediando o visitante e o fenômeno para que ele

consiga associar o fenômeno com alguma experiência ou com a física? Por que a experimentação adquiriu um caráter muito mais lúdico do que ferramenta de aprendizagem sobre os conhecimentos científicos? Por que para alguns é “objeto para ensinar física” e para o outros é um “objeto para se divertir”. Por que, mesmo apresentando problemas, ainda se tem um grande número de defensores da atividade experimental?

Outra reflexão sobre o que acontecia no grupo, se deu a partir de trabalhos de pesquisas desenvolvidos por outros participantes. Os temas escolhidos para suas pesquisas buscavam abordar a aprendizagem do ponto de vista dos visitantes, o estudo sobre interpretação da exposição pelos visitantes e a observação de questões mais relacionadas as características do público com relação à motivação e engajamento.

A metodologia de investigação consistia em observar as reações dos estudantes ao interagirem com os experimentos e classifica-la de acordo com a mudança no comportamento mais ou menos motivado. Para a coleta de dados, era utilizado o discurso dos sujeitos, depoimentos individuais para saber a fala coletiva. Os sinais de aprendizagem eram observados a partir da mudança conceitual, medida com instrumentos de pré e pós-teste, assim considerando a aprendizagem como substituição de ideias.

Após minha participação no grupo, mantive a visão de que a experimentação era uma forma criativa e inovadora de lidar com os mesmos conceitos encontrados, de forma densa e complexa, nos livros didáticos ou nas aulas de física. Quando iniciei a atividade de docência, estas questões retornaram com muita força, pois novamente percebi que os alunos apresentavam dificuldade em associar um fenômeno físico por meio do uso de experimento.

Nesse mesmo período, realizei o trabalho de monografia na área de ensino de Física e aproveitei a oportunidade para conhecer como o tema da experimentação aparece na literatura, e encontrar trabalhos de outros pesquisadores que poderiam ajudar a compreender meus questionamentos.

Por exemplo, Gallazzi et al (2005), Walker, Groger e Schluter (2008) e Camillo (2011), foram alguns dos trabalhos que consultei, tais pesquisas são retomadas no

decorrer desta dissertação tendo em vista que representam relevantes fontes de informações sobre o objeto investigado. Entre o material consultado, o de Camillo (2011) sobre as atividades experimentais como recurso de ensino-aprendizagem, além de ter um papel importante no amadurecimento das minhas ideias, me aproximou do referencial teórico sócio-histórico-cultural, a Teoria da Atividade.

O trabalho de Camillo (2011), apoiado na Teoria da Atividade, buscou fazer alguns apontamentos acerca da experimentação como recurso para ensino-aprendizagem em ciências. Ele apresenta uma síntese que me ajudou a compreender o cenário da experimentação no ensino de ciências, ressaltando alguns problemas e dificuldades enfrentados pelos pesquisadores e professores.

Segundo Camillo & Mattos (2010), embora muitos professores, pesquisadores e documentos oficiais defendam o uso da experimentação no ensino de ciências

“as pesquisas não foram capazes de mostra de maneira clara a relação entre a realização de atividades experimentais e o aprendizado de ciências, entre manipular objetos e aprender leis, conceitos, teorias ou mesmo habilidades práticas e atitudes relacionadas ao laboratório.” (Camillo & Mattos, 2010, p.125).

Essa falta de evidências sobre o uso da experimentação como recurso de ensino-aprendizagem em ciências, foi o ponto inicial do meu projeto de monografia e me aproximou das ideias presentes na teoria socio-historico-cultural, por isso, com meu ingresso no programa de mestrado procurei o Prof. Cristiano Mattos para apresentar meus interesses de pesquisa.

Após o ingresso no programa de mestrado mantive o estudo da experimentação no ensino de ciências como tema de pesquisa, e comecei a participar do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Complexidade (ECCo) para conhecer mais do referencial teórico da Teoria da Atividade. Nesse contexto, lembro de ter tido uma conversa com um participante do grupo Ecco que depois de ouvir que eu já tinha sido monitora no evento “Masterclass *hands on* em Física de Partículas”, questionou porquê eu não tentava olhar a experimentação no evento.

Participei do evento duas vezes, primeiro como monitora e depois como participante. A princípio não tive consciência de como o evento “Masterclasses *hands on* em Física de Partículas” poderia ajudar a entender a relação entre a experimentação e o ensino de ciências, mas a partir do momento que me dediquei mais a conhecer o evento, a forma como estava organizado e seus objetivos com relação ao fazer científico, estive mais motivada a dar continuidade com o tema de pesquisa, da experimentação, mas agora no contexto do evento Masterclass.

O Masterclass é dedicado aos estudantes do ensino médio e organizado por cientistas colaboradores de pesquisas, na área da física de altas energias, em um dos laboratórios mais importantes para a comunidade científica, o Centro Europeu para a Pesquisa Nuclear (CERN). A proposta central do evento é permitir que os estudantes participantes tenham uma experiência de ser cientista por um dia e, assim, aprendam como funciona uma investigação científica. Por isso, o evento se apoia em atividades que, segundo seus idealizadores, são características da atividade científica, para envolver o aluno a fazer o que o cientista faz quando conduz uma pesquisa.

Dentro dessa proposta do evento, um momento que chamou a minha atenção foi o da análise de dados feita pelos próprios alunos. Isso faz parte da experiência de viver como cientista e inclui os estudantes no processo de análise dos dados produzidos nos experimentos do CERN. A tarefa dos alunos consiste em, a partir dos dados, identificar as partículas elementares descritas pela teoria do modelo padrão. Eles têm, por exemplo, até a chance de “descobrir” o bóson de Higgs, a mais nova partícula, que foi observada em 2012 por pesquisadores dos experimentos do ATLAS e CMS no CERN.

A partir das minhas experiências pessoais e acadêmicas descritas acima, passei a perceber mais relações entre a experimentação e o ensino de ciências no contexto do evento Masterclass. Notei, por exemplo, que o evento com a proposta de tornar os estudantes cientista por um dia, está organizado com atividades que compartilham de uma certa visão de ciência e do que é “fazer ciência”, no qual a experimentação tem papel central. Porém, motivada pelas ideias da teoria da atividade, o foco da pesquisa foi redirecionado da experimentação para a proposta central do evento que é tornar os estudantes cientistas por um dia.

Mas o que é “fazer ciências” segundo o evento Masterclass?

Com essa questão vamos olhar como os procedimentos científicos presentes no evento possibilitam ao estudante a experiência de ser cientista.

Objetivo da pesquisa

Seguindo a introdução, sintetizamos nossa preocupação da pesquisa com a seguinte pergunta:

- O que é fazer ciência segundo as múltiplas vozes presentes no evento Masterclass 2016 realizado pelo grupo SPRACE em São Paulo?

Para responder a essa pergunta no presente trabalho buscamos compreender quais os sentidos atribuídos as diferentes atividades realizadas pelos sujeitos da atividade (estudantes, professores, organizadores) durante o evento. Para alcançar esse objetivo dentro do referencial teórico adotado foi necessário:

- Caracterizar o evento Masterclass como uma Atividade, afim de compreender o objeto para o qual está direcionada, como ele está estruturado segundo a divisão de trabalho, instrumentos e as regras que sustentam essa atividade. Além disso, identificar os diferentes sujeitos que fazem parte da atividade, os diferentes níveis hierárquicos da atividade a que sistema de atividade, a atividade do Masterclass faz parte.
- Estudar o papel da experimentação no contexto da atividade do evento Masterclass, como um dos objetos da atividade, nesse caso, buscaremos compreender qual o sentido atribuído a experimentação. Além disso, estudaremos como, a partir da experimentação, é feita a construção de significados sobre a pratica científica com os estudantes participantes.
- Compreender o que é fazer ciências segundo o evento Masterclass, que tipo de ciência esta sendo valorizado durante o evento;
- Localizar as contradições da atividade Masterclass com relação aos possíveis diferentes sentidos que são atribuídos ao evento na forma em que ele é estruturado.

Com esses elementos pretendemos entender o que significa fazer ciências na visão do evento, bem como localizar as contradições da atividade que serviram como ponto de partida para propor ações para um melhor aproveitamento da atividade na educação em ciências.

Campo do problema

Em vista dos objetivos dessa pesquisa, para conhecer o evento Masterclass em sua complexidade foi necessário considerar outras áreas de conhecimento que descrevem o campo do problema. Por isso, nesta seção vamos apresentar o levantamento bibliográfico feito que contribuiu com nossas impressões sobre o evento Masterclass e foram relevantes para o interesse da pesquisa, ação fundamental para as posteriores reflexões.

Origem do problema

O evento “Masterclass *hands on* em física de partículas” é o nosso objeto de estudo. Sua proposta de criação foi resultado do esforço de cientistas para contribuírem com o ensino e a divulgação dos tópicos de Física Moderna para a população de estudantes do ensino médio. A primeira versão do evento aconteceu em 1997, hoje sob a organização do grupo *International Particle Physics Outreach Group* (IPPOG) o evento acontece anualmente em mais de 52 pais e alcança mais de 13.000 estudantes do ensino médio (IPPOG, 2017).

Por meio do levantamento bibliográfico constatamos que embora o evento tenha crescido, são poucos trabalhos acadêmicos desenvolvidos que busquem analisar o impacto do Masterclass, principalmente no caso da produção acadêmica nacional.

O material encontrado sobre o evento Masterclass, inclui documentos e artigos disponibilizados pelos representantes internacionais (CECIRE, 2011; JOHANSSON, 2005, 2001; JOHANSSON et al., 2017; BARLOW, 2014; BARDEEN et al; 2014, KOBEL; 2005) e também no Brasil (WATANABE et al., 2014, 2016, 2017; BEGALLI, 2016) como os dados virtuais disponibilizados pelo grupo SPRACE, grupo que organizou a edição do evento 2016 que se pretende analisar. Esses dados ofereceram dicas importantes sobre a estrutura do evento da qual chamou atenção a proposição dos organizados sobre o objetivo do evento, segundo eles é:

“deixar os estudantes trabalharem tanto quanto possível como verdadeiros cientistas em um ambiente autentico, em um instituto de física de partículas, não só para sentir a emoção de lidar com

dados reais dos experimentos do LHC, mas também para experimentar as dificuldades de validar os resultados científicos” (KOBEL, 2005, p.23).

A temática do evento segundo seus idealizadores nos direciona a um aspecto que é central para essa pesquisa: na visão dos cientistas o Masterclass foi organizado para permitir aos estudantes uma experiência de como é fazer ciência.

Diante da proposta dos organizadores e do nosso interesse com a pesquisa, alguns questionamentos adjacentes se fizeram pertinentes: O que é ter uma experiência como cientista? O que significa fazer ciência na visão dos organizadores? Qual a visão de ciência que o evento está valorizando?

Para responder a essas perguntas optamos por investigar o evento Masterclass a partir de algumas áreas de conhecimento que permitirão contextualizá-lo, que expressam o objetivo desse estudo e que estão relacionados com a pergunta central da pesquisa, ponto crucial da presente dissertação: compreender o que é fazer ciência segundo o evento Masterclass, na visão de seus organizadores e idealizadores.

A seguir apresentaremos artigos, capítulos de livros, dissertações e teses selecionados, que na nossa visão ofereceram elementos importantes para contextualizar o evento sob três perspectivas: a proposta *hands on* no ensino de física, a função educativa na divulgação científica junto com a visão da ciência compartilhada no evento.

Hands on: ensino por experimentação

São diversos trabalhos que exploram a experimentação no ensino de ciências (e.g. VILLANI; NASCIMENTO, 2003; CAPECCCHI; CARVALHO, 2006; BORGES, 2002). Mesmo que seja amplamente incentivado o uso da experimentação para ensino, alguns autores (GUNSTONE et al, 2000; ABRAHAMS; MILLAR, 2008; CAMILLO; MATTOS, 2014) apontam problemas sobre a real efetividade da experimentação como instrumento de ensino-aprendizagem.

Nosso interesse em estudar a experimentação para analisar o Masterclass, está relacionado com a proposta *hands on* do evento. O enfoque *hands on* se parece com a

proposta dos projetos americanos de ensino de ciências por experimentos introduzidos com reforma do ensino de ciências na década de 70 e também na proposta titulada como “mão na massa” que teve início no Brasil em 2001. (ATHAYDE, HAMBURGER, SAMAGAIA; 2003),

Na proposta de ensino *hands on* o estudante ocupa um papel central na atividade, pois é ele quem realiza o experimento e interação física e intelectual com os materiais. Acredita-se que o estudante vai aprender melhor sobre os conceitos científicos se é ele quem estiver fazendo (LEDERMAM, 2013). Observamos que o acontece no evento Masterclass tem uma natureza mesmo semelhante, quando os alunos recebem a tarefa de fazer análise de dados, os mesmos dados analisados pelos cientistas em suas investigações, só que ali são os próprios estudantes que o fariam.

A realização de procedimentos experimentais para ensinar ciências não é um conceito novo. Desde há muito tempo a experimentação está associada ao ensino de ciências e é explorada por diferentes pesquisadores. Entre os autores consultados (HODSON, 1990; LEDERMAN, 2013), a maioria atribui a relevância da experimentação no ensino de ciências como consequência de uma visão de ciências, que dá peso à experimentação na produção do conhecimento científico.

É possível encontrar registros antigos, que façam referência ao ensino de ciências por experimentação (HODSON, 1990), incluindo diferentes práticas, como demonstrações feitas pelos professores, a realização do experimento pelo aluno, entre outras variações. Mas aqui, em função da minha própria história com a experimentação e do objeto de pesquisa, levantamos propostas de ensino por experimentação *hands on* que mais se assemelham a experimentação encontrada no evento Masterclass.

Há uma valorização da observação de fenômenos naturais por meio de experimentos (Gallazzi et al, 2005; Walker; Groger; Schluter, 2008). Isso acontece, principalmente em atividades com fins educativos, cujo objetivo é o de tornar um fenômeno natural em uma situação experimental. Assim, seria possível fazer com que os estudantes, a partir de suas observações, descrevessem e fornecessem explicações para os fenômenos naturais que eles observam.

A observação de fenômenos por meio de experimentos pode ser identificada ao longo da história da ciência. Vários eventos públicos eram organizados por Michael Faraday (1791-1867) que, segundo Baldinato e Porto (2008), consistiam em palestras, que representavam uma tentativa de exemplificar como fenômenos naturais podem ser explorados em fenômenos simples, como a queima de uma vela.

Figura 2: Michael Faraday em uma de suas demonstrações publica do conhecimento científico.

Ainda no levantamento de trabalhos baseados na experimentação que mais se assemelhassem com a proposta do evento, destacamos os projetos da década de 60 e 70, como o PSSC (Physical Science Study Committee) e o Projeto Física (Harvard). Ambos projetos serviram de inspiração para a criação de projetos nacionais, como por exemplo Projeto de Ensino de Física (PEF) (Alves, 2000). O objetivo desses projetos tem semelhanças com os do evento, pois está vinculado a proposta de ensino cujo objetivo era o de formar cientistas. Neles a experimentação é tratada como transposição direta do trabalho de cientistas, o estudante é orientado a seguir um procedimento que se assemelham com o que o cientista faz e chegar as mesmas conclusões que os cientistas chegariam.

A abordagem da experimentação como oportunidade imediata de visualização dos fenômenos da natureza como são descritos pela ciência e também a condução de experimentos ou parte do procedimento experimental pelos estudantes, sintetizam os aspectos da experimentação que iremos considerar durante a análise do evento Masterclass e como isso está relacionado na literatura que dá enfoque a

experimentação para ensino-aprendizagem de ciências, tanto conceitos científicos como o desenvolvimento do pensamento científico através da experimentação.

Divulgação científica e ensino não-formal

O evento Masterclass é organizado por cientista e acontece fora do ambiente escolar. Essas características se assemelham com o que na literatura se define como atividade de ensino não-formal e de divulgação científica (WATANABE, GURGEL, MUNHOZ, 2014). Por isso, outro elemento importante, para estudarmos o evento é conhecermos as pesquisas realizadas sobre divulgação científica, principalmente com relação a função educativa dessas atividades.

Para um entendimento do campo de pesquisa sobre divulgação científica e ensino fora do contexto da sala de aula, consultamos artigos, dissertações, periódicos, dados disponíveis on-line e materiais impressos. No material disponível, foram procurados os artigos relacionados aos descritores “learning science in informal environment”, “public engagement”, “educação não-formal”, “divulgação científica” e “comunicação científica”.

Dentre os trabalhos consultados grande parte deles (e.g. MARANDINO et al. 2004; CHINELLI; AGUIAR, 2009; LOCK et al, 2008; BELL et al, 2009) reportam que é crescente o número de espaços fora da escola com atividades para aprender ciências. Na opinião de Marandino et al (2004), isso justifica, também, o crescente número de pesquisas que se dedicam a explorar o tema.

As pesquisas voltadas para educação científica, fora do contexto escolar, se referem ao estudo de atividade realizadas em museus de ciências, centro de ciências, clubes de ciências, dialogo ou engajamento público sobre a ciência, festivais de ciências, e outras atividades que se baseiam da divulgação do conhecimento científico para o público em geral (HOFSTEIN; ROSENFELD, 1996).

Essas atividades compõe um campo amplo de ações, associadas a divulgação científica, que resultam em pouca precisão na caracterização do que é divulgação científica. Isso gera uma falta de consenso entre os estudiosos, tornando difícil encontrar critérios comuns que ajudem a caracterizar as atividades de divulgação

científica, com relação aos objetivos, intenções e compromisso com o ensino da ciência.

As atividades relacionadas com divulgação da ciência são variadas, de ensino pouco direcionado, participação voluntária, entre outras característica. Com esse cenário torna difícil avaliar o que de fato pode ser aprendido nesses ambientes, bem como conhecer a qualidade dessas atividades.

Segundo Marandino et al. (2004) entre as atividades realizadas da área de divulgação científica, é difícil distinguir o que pode ser caracterizado como atividade de ensino, ou como atividade de divulgação. Essa discussão ganha relevância para essa pesquisa porque nos ajuda a ter uma visão sobre a função educativa do nosso evento Masterclass, se ele se assemelha mais com uma atividade para divulgar a ciência ou para ensinar ciências.

A discussão se o evento está vinculado a uma atividade de ensino ou de divulgação da ciência, faz parte de uma discussão mais geral sobre os diferentes objetivos que são atribuídos ao evento. No caso da divulgação científica, há uma variedade de propósitos que justificam a sua realização VOGT (2010), por exemplo, nos ajuda a ter uma visão da divulgação, cujo o principal objetivo é o de promover o conhecimento científico. Vogt (2010) compara o interesse pela ciência com o interesse pelo futebol:

O fato de não jogar futebol não nos impede de amá-lo, de sermos amadores de sua prática, de praticá-lo, sempre, mesmo que, na maioria das vezes, “só” pela admiração aficionada de torcedor. (VOGT, 2010, p. 13)

Isso sinaliza que a divulgação pode ter aspectos mais voltados para divulgar a ciência do que para ensinar ciência, para fazer as pessoas amarem a ciência assim como amam o futebol, sem interferir significativamente desenvolvimento intelectual das pessoas.

Mas também é possível encontrar caso de trabalhos de divulgação vinculados a objetivos educacionais, de aprendizagem de um conteúdo para um público específico nas palavras de COOMBS e AHMED (1977), a divulgação seria uma:

“tentativa educacional organizada e sistemática que se realiza fora dos quadros do sistema formal (de ensino) para fornecer determinados tipos selecionados de aprendizagem a subgrupos específicos da população, tanto de adultos como de crianças.” (COOMBS e AHMED (1977) apud FÁVERO, 1980, p. 23)

Outros exemplos que ressaltam ainda outros sentidos atribuídos a divulgação científica, foram localizados na literatura, alguns autores atribuem ela como parte de uma função social, de contribuição para educar cientificamente a população, fazendo um papel complementar ao da escola (CHINELLI e AGUIAR, 2009, BELL, et al, 2009, HOFSTEIN e ROSENFELD, 1996). Eles compartilham do pensamento que a escola não é o único espaço de aprendizagem também existe outros espaços que podem contribuir para aprendizagem.

Também encontramos na literatura autores que apresentam uma visão da divulgação científica como uma oportunidade para aproximar o cientista da sociedade (WATANABE e KAWAMURA; 2017), ou como instrumentos para socialização do conhecimento científico (CHINELLI e AGUIAR, 2009, VOGT, 2010).

Esses exemplos não são suficientes para identificamos em quais situações de divulgação científica podemos enquadrar o evento Masterclass. Se é elaborado para socializar o conhecimento, para educar cientificamente os estudantes, ou somente para divulgar a ciência, tornar a ciência conhecida.

Para compreender mais profundamente a função educativa do evento, junto à discussão acadêmica sobre divulgação científica e ensino não formal, vamos também nos basear no referencial teórico da Teoria da Atividade.

A Teoria da Atividade vai ser importante, pois ajuda a compreender e identificar diferentes sentidos que aparecem na atividade. No caso específico da atividade de divulgar a ciência, a relação entre divulgação e ensino, aparece como uma contradição, em que os objetivos de uma não correspondem aos objetivos da outra. Isso será melhor esclarecida se consideramos como são negociados no evento os diferentes interesses, sejam, interesse pessoais, seja o de um grupo específico, como é o caso dos cientistas (WATANABE; KAWAMURA, 2017).

2. Referencial Teórico-Metodológico

“Se a aparência e a essência das coisas coincidissem, a ciência seria desnecessária.”

MARX, K. *O capital* (livro III, 2º tomo), São Paulo: Abril, 1983.

Esse projeto de pesquisa nasce como já exposto aqui, de um problema bastante específico – compreender o sentido do que é fazer ciências durante o evento Masterclass. Neste capítulo pretendo compartilhar o caminho percorrido que justifica as escolhas tomadas tanto no âmbito teórico quanto metodológico, que nos levam a analisar o Masterclass como uma atividade.

Teoria da Atividade

O instrumento de análise escolhido para encontrar as orientações de “como” seguir essa investigação foi a Teoria da Atividade, um referencial teórico fundamentado nos trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Engeström. A Teoria da Atividade será a base sobre a qual analisaremos a cadeia de atividades na qual o evento Masterclass está inserido e sobre a qual investigaremos o sentido atribuído ao fazer científico dentro da atividade do Masterclass. Nossa intenção é sumarizar os principais conceitos da Teoria da Atividade e apontar para as categorias que serão utilizadas para a análise e coleta de dados.

A Teoria da Atividade tem origem no uso da filosofia materialista dialética que Vygotsky fez à psicologia, apoiado em uma base teórica e metodológica de caráter histórico, social e cultural de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1896). Vygotsky trabalhou em uma produção teórica que permitiu o surgimento de uma nova psicologia como forma de superação da crise da psicologia.

O contexto histórico em que suas obras foram produzidas foi marcado pela Revolução Russa, e por uma ciência apoiada na herança positivista, objetivista e dogmática, a psicologia nessa época estava orientada por trabalhos como aqueles ligados ao de Ivan Pavlov (1849-1936).

No texto “Teoria e método em Psicologia: A crise na Psicologia”, Vygotsky (1996) apresenta sua contribuição em defesa de uma relação dialética entre realidade objetiva e pensamento na produção do conhecimento. Assim, para Vygotsky (1996), o estabelecimento de todo fato científico já é um produto do pensamento. Em seu texto Vygotsky abre uma discussão sobre os problemas metodológicos presentes nas ciências. Em diálogo com as metodologias da época, o conhecimento estava sendo dividido em duas formas: ciência geral, que não se ocupa de objetos reais, mas de abstrações, que seriam conceitos científicos responsáveis por fornecer explicações gerais, com validade universal, e a ciência particular, ciência empírica que tem como objeto fatos reais. A tese de Vygotsky, em resposta à essa distinção, é que não existe uma ciência geral, para ele todo conhecimento é, “no final das contas, uma repercussão, um reflexo de relações reais entre coisas e processo reais”, ou seja, por mais geral que fosse, todo conhecimento se referia a fatos reais.

“Todo conceito científico-natural, por mais alto que seja seu grau de abstração em relação ao fato empírico, encerra também uma concentração, um sedimento da realidade concreta e real de cujo conhecimento científico surgiu, ainda que seja só em uma solução muito fraca. Todo fato real e o fato científico-natural isolado, por mais empírico e pouco maduro que seja já encerra uma abstração primária” (VYGOTSKY, 1996, p. 232-234).

A contribuição do trabalho de Vygotsky, para a compreensão da atividade humana, está no resgate que ele faz da importância da relação entre as ideias e os fatos, explicitando que não é possível separar a mente dos objetos, fatos das ideias.

O fato real e o fato científico distinguem-se precisamente um do outro pelo fato de que esse último constitui o fato real reconhecido em determinado sistema, isto é, uma abstração de certos traços da inesgotável soma de signos do fato natural. (VYGOTSKY, 1996, p. 234).

Fato real, assim, se dá por meio do pensamento ele passa a possuir existência para nós. A existência, nesse caso não está atribuída aos sentidos humanos, mas a

capacidade de ultrapassar os fatos imediatos. Não existe essa separação entre os fatos e as ideias, na ciência particular os conceitos são instrumentos para conhecer os fatos, ao mesmo tempo que, qualquer novo conhecimento é uma crítica ao conceito. Um novo conhecimento seria a ampliação dos limites dos conceitos:

“todo novo grão de um fato já é uma ampliação do conceito. Toda nova relação descoberta entre dois fatos exige imediatamente a crítica dos dois conceitos correspondentes e o estabelecimento de novas relações entre eles” (VYGOSTKY, 1996, p. 337).

Com o resgate da participação do pensamento na produção do conhecimento científico, Vygotsky enfatiza a relação entre teoria e fatos e vai contra o pensamento empírico puro e ingênuo, na frase “ciência nasce com a palavra”, retirada de sua obra, fica evidenciada que a própria língua já expressa os fundamentos e as possibilidades da cognição científica. Ainda sobre a linguagem:

“no ato de denominar um fato mediante a palavra supõe superpor a ele um conceito, o de destacar nele uma de suas facetas significa interpreta-lo assimilando-o à categoria dos fenômenos reconhecida anteriormente pela experiência”. (VYGOSTKY, 1996, p. 334).

Esse novo enfoque que Vygotsky propõe, nos indica que a realidade determina nossa experiência; que a realidade determina o objeto da ciência e seu método, e que é totalmente impossível estudar os conceitos de qualquer ciência prescindindo das realidades representadas por esses conceitos. Essa proposta dialética nos faz ver a ciência como um sistema vivo, dinâmico, que se desenvolve e evolui dentro de uma história.

A partir do desenvolvimento das ideias do materialismo dialético para desenvolver a psicologia por Vygotsky, teve início a Teoria da Atividade. A maior contribuição de Vygotsky foi o entendimento da mente humana e o surgimento da consciência como feito a partir de instrumentos mediadores, levando a introdução do conceito de mediação, o famoso modelo de triângulo que coloca a relação entre

estímulo (S) e resposta (R) mediada por uma ação que comumente é expressa na relação triangular entre sujeito, objeto e mediador:

Figura 3: Modelo de Vygotsky para relação entre estímulo e resposta mediada. (ENGESTRÖM, 2001)

A Atividade

A continuação do trabalho de Lev Vygotsky desencadeou na Teoria da Atividade. Seu desdobramento passou por três gerações, que além de Vygotsky foram conduzidas por Leontiev, Engeström entre outros. Leontiev foi o principal formulador da Teoria, em seu trabalho ele aperfeiçoou a unidade de análise da atividade humana, fazendo a distinção entre uma ação individual e uma atividade coletiva.

Um famoso exemplo apresentado primeiramente por Leontiev (1959/1981) para evidenciar a estrutura da atividade humana, e o papel da ação coletiva em uma atividade, foi o exemplo da atividade de caça coletiva do homem primitivo. Nesse exemplo, Leontiev descreve a participação individual em uma atividade de caça coletiva do homem primitivo, a atividade de caça é composta por várias ações realizadas por diferentes indivíduos integrantes do grupo, as ações envolvem desde os momentos anteriores a caça, como a preparação de instrumentos para a caça, o momento em que se pega o animal, e após a caça, quando corta e separa a carne, por exemplo.

A descrição da atividade de caça coletiva, começa com a divisão do grupo de caçadores em dois grupos. O primeiro grupo, vai ser constituído dos caçadores que vão encurralar e abater o animal. A outra parte do grupo, Leontiev chama de batedores. A função deles é espantar os animais para a direção do primeiro grupo, que estava a espera para encurralar e abater a caça.

No caso do grupo formado pelo batedor, sua função é de apenas espantar os animais para a direção do outro grupo de caçadores que estão à espreita, para isso sua

ação essa associada apenas fazer algo que vá assustar a caça. Se uma pessoa olhar para os batedores e observa-los assustando os animais, somente com o conhecimento de que a necessidade (motivo) que leva o batedor a agir é a fome, poderia não entender sua conduta, sendo até o oposto do que seria esperado. O que dá sentido à atividade desse indivíduo, ou seja, o que conecta sua ação com o motivo, são as relações sociais existentes entre eles e o restante do grupo ou, em outras palavras, o conjunto da atividade social. Somente como parte desse conjunto que ação individual adquire sentido racional.

No exemplo da caça, podemos entender como se dão as relações humanas, o ser humano constrói instrumentos e estabelece relações que vão atribuir sentido para os objetos e suas ações em uma atividade. Diferente dos animais, não somente age para satisfazer suas necessidades, mas para a construção de meios que irão ajudar a satisfazer uma necessidade. Isso significa que entre uma ação humana e a satisfação de uma necessidade existe um intermediário, uma atividade mediadora: a produção de instrumentos (DUARTE, 2004). A forma que o homem se organiza permite uma divisão do trabalho na atividade, na atividade de caça, um indivíduo atrai a presa, outro corta a carne, outro tira o couro e utiliza para produzir tecido, etc. Com a divisão do trabalho a relação entre motivo da atividade (fome) e objeto da atividade não é imediata, como acontece no caso no animal (LEONTIEV, 1978), na atividade humana uma ação isolada pode não fazer sentido se ignoramos o conjunto de ações na atividade, aqui Leontiev propõe a diferenciação entre atividade e ação onde uma atividade é composta por várias ações coordenadas que seriam realizadas pelos integrantes do grupo – sujeitos, que fazem parte dessa atividade coletiva e uma ação é, portanto, para Leontiev, um processo no qual não há uma relação direta entre o motivo e o conteúdo (ou objeto) dessa ação. Três pontos chave para caracterizar uma atividade (LEONTIEV, 1978):

Figura 4: Diagrama para representar os níveis hierárquicos de uma atividade.
(MATTOS, 2006)

Atividade está vinculada a um motivo, que vai estimular o sujeito a executar uma atividade, no exemplo da atividade de caça coletiva o motivo era a fome, já as ações não precisam estar vinculadas ao motivo, como enfatizado por Duarte (2004, 54): “podemos dizer que há uma relação direta, imediata, entre a ação de acender o fogo e a necessidade que constitui o motivo primeiro dessa ação, que é a fome? Obviamente que não”. Outro elemento da atividade está relacionado aos meios de execução, na execução de uma ação, corresponde as operações, existe mais de um meio para executar uma mesma ação, no caso do batedor para executar sua ação de assustar os animais, pode fazer isso gritando, correndo, batendo em um tambor, todas essas formas serão operações para execução da ação de espantar a caça.

A estrutura de uma atividade como proposta por Leontiev, nos ajuda a olhar para o evento Masterclass e analisa-lo. Será que por estarem participando do evento Masterclass todos os envolvidos estariam em uma mesma atividade? Não é simples responder essa questão, nem todos os envolvidos estão compartilhando do mesmo motivo, os estudantes, por exemplo, foram orientados por seus professores não necessariamente estão visitando pelos motivos estabelecidos pelos organizadores de nível local, ou pelos organizadores em nível global, nesse caso, é necessário ter antes um entendimento do que o Masterclass represente para cada indivíduo.

Para Leontiev (1978), o problema do sentido da atividade está diretamente ligado à relação entre atividade e consciência. Ou seja, como se estabelece a consciência do sujeito em atividade. Segundo a Teoria da Atividade, o sentido de uma atividade só pode ser estabelecido quando consideramos um conjunto das relações estabelecidas entre os sujeitos da atividade, ou seja, quando procuramos entender o conjunto complexo das ações coordenadas em uma atividade (MATTOS, 2014). Por isso, não existe relação direta, imediata, entre ação, e seus fins específicos, e o motivo da atividade.

A síntese das ideias de Leontiev sobre a estrutura de uma atividade foi proposta por Engeström (1987):

Figura 5: Diagrama da estrutura da Atividade humana.
(MATTOS, 2006)

A contribuição de Leontiev para o entendimento do processo de desenvolvimento humano, foi a expansão da atividade. Agora, para se entender as relações humanas em uma atividade, deve se considerar o sujeito dentro de uma comunidade que é organizada por regras e mediante à divisão do trabalho que vai delimitar o papel e a ação do sujeito nessa atividade. Para se compreender o sujeito passa a ser necessário entender sua história e sua cultura, a sociedade em que está imerso, mas para compreendermos uma sociedade é necessário compreender como os sujeitos coordenados produzem e consomem os objetos, essas mesmas ideias também foram apresentadas por Engeström (2001, 134) “O indivíduo não pode ser entendido sem sua

cultura; e a sociedade não pode mais ser entendida sem o conjunto de indivíduos que usam e produzem artefatos ¹”.

Com base no suporte teórico descrito acima encontramos a orientação sobre como iremos estudar a atividade científica como descrita no evento Masterclass, considerando o conjunto de atividade presente no evento.

Figura 6: Esquema para representar a atividade com seus níveis hierárquicos e também a coordenação entre as atividades.
(MATTOS, 2015).

Utilizamos a Figura 6 para representar a quantidade e a complexidade das relações existentes na atividade do Masterclass, quando consideramos o sistema de atividades que ele está inserido.

Quando compreendemos o evento como parte de uma atividade coletiva, as relações complexas que também contribuem para o sentido atribuído às atividades planejadas, durante o evento, se tornam mais aparentes. Passamos a levar em consideração, no momento da investigação, os representantes que, em diferentes níveis hierárquicos, são partes de uma totalidade que permite a compreensão do sentido atribuído ao fazer científico no evento Masterclass, seriam eles os representantes: da comunidade científica, do grupo de pesquisadores da Europa, do

¹“The individual could no longer be understood without his or her cultural means; and the society could no longer be understood without the agency of individuals who use and produce artifacts”. (ENGESTRÖM, 2001, 134).

laboratório CERN, dos pesquisadores brasileiros, do grupo SPRACE, dos educadores da Universidade que estão envolvidos, da escola e da secretaria de educação do Estado de São Paulo.

Outro aspecto fundamental, quando tratamos de uma atividade humana, é o objeto. Em uma atividade, o objeto é a concretização do motivo para o qual o sujeito da atividade está direcionado. É na relação entre o sujeito e o objeto que se constrói a práxis humana. Como os instrumentos são construções históricas, sócias e culturais, é esperado que em uma atividade os sujeitos tenham diferentes instrumentos mediadores, e consequentemente os objetos são distintos (CAMILLO & MATTOS, 2014).

Tomando o evento Masterclass como um atividade, professores, cientistas e estudantes compartilham da mesma comunidade, estão regulados pelas regras, pela divisão social do trabalho e pelos instrumentos mediadores. Tais mediações são apropriadas de diferentes formas pelos sujeitos da atividade, isso expressa a multivocalidade da atividade, os diferentes sentidos atribuído às relações e ao objeto. Dessa forma, fica clara a necessidade de diálogo e negociação de sentidos para que os sujeitos envolvidos possam compartilhar do mesmo objeto. No nosso caso, entendemos que é necessário fazer a negociação dos sentidos para fazer com que o aluno se aproprie dos certos instrumentos do professor e da ciência. Assim, ambos apropriados de instrumentos comuns, qualitativamente novos, com seus contextos particulares de aplicação, podem apropriar-se e construir um novo objeto comum e participar da mesma atividade.

A interação entre os estudantes e pesquisadores que, respectivamente vem da atividade escolar e da atividade de pesquisa, forma uma nova atividade, o Masterclass. Mesmo que sejam representantes de atividades em contextos distintos, todos os envolvidos no evento estão juntos compartilhando uma atividade comum, com um novo Objeto. As contradições podem ser identificadas quando compreendemos esse terceiro objeto, ele se torna híbrido adquirindo um novo sentido que será construído na atividade.

Figura 7: Atividade Masterclass, nela os estudantes, professores e cientistas estão reunidos construindo um novo sentido para o objeto dentro da atividade Masterclass (Elaborada pelo autor)

Considerando a Teoria da Atividade com forma de estudar o objeto de investigação dessa pesquisa, localizamos na literatura diversos usos para experimentação no contexto da sala de aula que se resumem em aprender conteúdos específicos da ciência ou aprender sobre o conhecimento científico. A experimentação está presente no processo histórico de construção do conhecimento científico. A produção e a reprodução do conhecimento científico são modos de pensar a ciência que estão sempre em jogo quando pensamos no ensino de ciências. E a tensão entre eles aparece no processo educacional, assim como no evento Masterclass esses dois sentidos atribuídos, em particular a experimentação, sendo fonte de contradições.

Assim, no novo sistema de atividades, a interação entre os sujeitos das atividades anteriores, cujos objetos são distintos, determinam novas coordenações de ações, as quais levam não só à criação de um terceiro e novo objeto, fruto da intersubjetividade, mas também de novas contradições.

Princípios básicos da perspectiva de Engeström

O desenvolvimento da teoria da Atividade tem sua origem nos trabalhos de Vygotsky, onde a relação sujeito-objeto é caracterizada pela mediação de artefatos

socioculturais historicamente construídos. O conceito de atividade na psicologia foi ampliado por Leontiev, cuja contribuição é a de explicitar a ideia de que o sujeito não é necessariamente um indivíduo, mas os agentes de uma atividade. Engeström (1987) deixa claro que uma atividade não está isolada, a atividade é coordenada por outras atividades, formando uma cadeia de atividades. Por fim, Engeström mostra que a atividade é expansiva, isto é, desenvolve e que as contradições são o motor central desse movimento de expansão e transformação da atividade.

Engeström (2001) elenca um conjunto de características da atividade expansiva. Estas características podem ser tomadas como categorias, que vão nos ajudar a compreender a organização da atividade de interesse, a compreender as interações existentes, as contradições e tensões que geram a expansão da atividade. Nessa perspectiva da Teoria da Atividade, podemos entender a Atividade como dinâmica e sujeita a mudanças que são causadas pelas contradições internas.

A atividade orientada ao objeto

Primeiro princípio é que a atividade é coletiva, mediada e orientada por um objeto em um sistema de atividades. Nas palavras de Engeström:

O primeiro princípio é que um sistema de atividade coletivo, mediado por artefatos e orientado a um objeto, é visto em relação a uma rede de outros sistemas de atividade e tomado como a unidade principal de análise. Ações dirigidas a objetivos individuais, bem como operações automáticas, são unidades de análise relativamente independentes, porém subordinadas, compreensíveis somente quando interpretadas em todo o contexto dos sistemas de atividade. Sistemas de atividade são percebidos e reproduzidos pela geração de ações e operações. (ENGESTRÖM, 2001, p.136 *apud* TAVARES, 2011, p.35)

A atividade possui um objeto para a qual é direcionada. É composta pela coordenação de ações subordinadas, as quais, cada uma tem diferentes fins. Para entender uma atividade é preciso considerar sua história e todo o sistema de atividades

da qual faz parte, um sistema de atividades se realiza e se reproduz por ações e operações generalizadas.

Multivocalidade

A atividade possui múltiplas-vozes – multivocalidade. Como colocado por Engeström:

O segundo princípio é a multivocalidade do sistema de atividades. Um sistema de atividade é sempre uma comunidade com múltiplos pontos de vista, tradições e interesses. A divisão do trabalho em uma atividade cria posições diferentes para os participantes, pois estes possuem suas próprias histórias, e o sistema de atividade em si carrega múltiplas camadas e vertentes de história gravada em seus artefatos, regras e convenções. A multivocalidade é multiplicada em redes de interação do sistema de atividades. É uma fonte de problema se uma fonte de inovação, exigindo ações de adaptação e negociação. (Engeström, 2001 p. 136 *apud* TAVARES, 2011, 37)

Um sistema de atividades sempre é a comunhão de muitos pontos de vista, tradições e interesses. Os sujeitos envolvidos na atividade carregam suas próprias histórias, participam na atividade com diferentes ações (divisão do trabalho) expressando os fins das suas ações de diferentes formas, fazendo com que a atividade possua múltiplos níveis hierárquicos. A variedade de perspectiva implica em diferentes enunciados e diferentes modos de lidar com os objetos mediadores, regras e convenções. Mas essa multivocalidade também provoca conflitos e contradições que serão responsáveis pelas transformações que ocorrerão na própria atividade. A história nesse caso pode revelar evolução da atividade, quando analisamos as transformações sofridas na atividade. No caso do Masterclass a multivocalidade está presente nas múltiplas vozes dos organizadores (cientistas e educadores), dos professores e dos estudantes. A realização e a elaboração do evento Masterclass reúne, diferentes personalidades e profissionais que, em função de suas diferentes vozes, atribuirão à experimentação, no evento Masterclass, diferentes sentidos, interesses, objetivos. A

análise da atividade tem que passar por considerar as diferentes vozes presente no evento.

Historicidade

A atividade possui uma história. Engeström descreve o terceiro princípio como:

O terceiro princípio é a historicidade. Sistemas de atividades tomam forma e se transformam durante longos períodos de tempo. Seus problemas e potenciais só podem ser compreendidos através de sua própria história. A história em si precisa ser estudada como história local da atividade e de seus objetos, assim como a história dos conceitos teóricos e ferramentas que moldaram a atividade. Assim, o trabalho médico deve ser analisado através da história de sua organização local e através da história mais global dos conceitos médicos, procedimentos e instrumentos utilizados e acumulados na atividade local. (Engeström, 2001 p. 136-137 apud TAVARES, 2011, 37)

A atividade toma forma e é transformada ao longo do tempo, a atividade é uma construção histórica. O estudo da história de uma atividade envolve estudar a história local da atividade e seus objetos, como história das ideias teóricas e ferramentas que formaram a atividade. A historicidade da atividade, a compressão do papel da experimentação no evento Masterclass envolve a compressão da história do evento, com o propósito de compreender a história do Masterclass vamos estudar sua trajetória, como o evento foi idealizado por seus elaboradores, seu propósito, importância, e como cada um desses aspectos foram alterados no tempo até versão proposta para a edição atual, que está disponível no site internacional oficial evento. Do ponto de vista local, a compreensão da história do Masterclass para essa pesquisa, também vai incluir a história da realização do evento pela instituição envolvida na pesquisa, o IFT, vamos fazer um levantamento histórico de como surgiu a proposta, edições anteriores e as mudanças sofridas.

Para o estudo da história durante a investigação deverá ser considerado a história da atividade e dos seus objetos, ideais teóricas e ferramentas que tem formado a atividade, local e global, ultrapassando os limites de onde a atividade acontece. Representa a valorização do processo ao invés de uma história voltada somente para o produto.

Contradições

Engeström descreve o quarto princípio como:

O quarto princípio se refere ao papel central das contradições como fontes de mudança e de desenvolvimento. Contradições não são o mesmo que problemas ou conflitos. Contradições são tensões estruturais historicamente acumuladas dentro e entre sistemas de atividade. A contradição principal das atividades no capitalismo é entre o valor de uso e valor de troca das mercadorias. Esta contradição primária permeia todos os elementos dos sistemas de nossa atividade. Atividades são sistemas abertos. Quando um sistema de atividade adota um novo elemento do exterior (por exemplo, uma nova tecnologia ou um novo objeto), pode levar ao agravamento de uma contradição secundária onde alguns elementos velhos (por exemplo, as regras ou a divisão do trabalho) colidem com o novo. Estas contradições geram perturbações e conflitos, mas também inovações visando mudar a atividade. (ENGESTRÖM, 2001, p.137 apud TAVARES, 2011, p.38)

Contradições internas é a força necessária para provocar mudanças e o desenvolvimento da atividade. Contradições, como apresentado na proposta de Engeström, não são interpretadas como problemas, como crítica em seu sentido negativo e depreciativo. As contradições como parte essencial para a inovação, pois ela guarda tensões internas na atividade e entre atividades, considerando o sistema de atividades. Nos atentamos para apresentar um estudo do Masterclass a partir das

contradições existentes na atividade, com relação ao sentido atribuído para o objeto da atividade Masterclass junto com a finalidade do evento.

Aprendizagem expansiva.

O quinto princípio apresentado por Engeström:

Transformação expansiva da atividade, um sistema de atividade se move se modifica com longos ciclos de transformações qualitativas, um sistema de atividades é dinâmico. Com o aparecimento das contradições de um sistema de atividades, participantes começam a questionar e duvidar da estabilidade das normas. Levar a previsão deliberada mudanças coletivas, onde o objeto e o motivo são reconceitualizados para abraçar um amplo horizonte de possibilidades. Um ciclo completo de transformação pode ser entendido como uma coletiva jornada através da zona de desenvolvimento proximal

A atividade ser expansiva representa sua modificação, evolução no tempo, a atividade é dinâmica, por isso ela possui uma historicidade e a cada novo instrumento, ou voz ela se modifica, ganhando novos sentidos.

Além de a atividade ser expansiva, ela é aberta, significa que na sua expansão ela pode se coordenar com outras atividades, quando isso acontece mudanças na divisão de trabalho, regras entram em choque com essa nova coordenação, exigindo movimento da atividade. Tal contradição gera distúrbios e conflitos, mas também inovações tentativas para causar mudanças na atividade.

3. Metodologia

Nesse capítulo vamos descrever os procedimentos realizados que orientaram a realização da pesquisa. Parte desse capítulo tem como objetivo esclarecer como o referencial teórico e metodológico da Teoria da Atividade contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa, a estrutura e a forma com que o evento Masterclass foi investigado. A outra parte vai descrever o desenho da pesquisa, sobre a origem dos dados, como foram coletados.

Caracterização da pesquisa

Para analisar o evento, buscamos uma abordagem qualitativa caracterizado pela constituição social, histórica e cultural dos sujeitos na atividade e as relações que estabelecem com o evento, com o conhecimento científico, em particular sobre a representação da atividade científica, idealizada da proposta de “cientista por um dia”. Tais relações são mediadas e compreender a natureza dessas mediações é central para entender os processos de ensino-aprendizagem e as relações sujeito-objeto que o evento proporciona.

Na pesquisa de abordagem tipo qualitativa optamos por fazer o tratamento dos dados segundo o método de Análise de Conteúdo fundamentado em Bardin (2011). A análise de conteúdo é definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, “que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.” (Bardin, 1997, p. 42). O método é utilizado para análise dos discursos e dos conteúdos presentes nos enunciados, na forma de entrevistas, comunicações em massa e perguntas abertas, e que permitam a inferência de conhecimento relativos às mensagens. Alguns aspectos importantes do método é a preocupação com a compreensão do sentido, importância do contexto, a categorização, identificada como forma de pensamento que reflete a realidade, de forma resumida, em determinados momentos.

Desenho de pesquisa

Como o evento Masterclass acontece uma vez ao ano, tivemos o cuidado de estruturar o desenho de pesquisa conforme a agenda do evento. Podemos destacar três momentos da pesquisa:

Primeiro momento: anterior ao evento Masterclass

O evento foi agendado para acontecer em março de 2016. Antes do evento fizemos um levantamento histórico para conhecer como o evento se modificou e evoluiu no tempo, essas informações foram transformadas em dados compondo a historicidade do evento Masterclass no mundo, no Brasil e para o caso específico do evento organizado em São Paulo pelo grupo SPRACE. Também foi feita a preparação dos instrumentos que seriam utilizados na coleta dos dados: questionário on-line e entrevista semi-estruturada que corresponde a principal fonte de dados utilizados na pesquisa. A entrevista forneceu os dados que ajudaram a compor principalmente a multivocalidade na atividade revelando os diferentes sentidos que os sujeitos participantes atribuem a atividade. Para realizar as entrevistas com os participantes do evento Masterclass, que vamos identificar mais tarde como os sujeitos da atividade, entramos em contato com os organizadores do evento, onde podemos esclarecer os interesses da pesquisa e solicitar a lista das escolas participantes.

Inicialmente, os organizadores encaminham, para os professores, um convite para participar da pesquisa e uma autorização para disponibilizar o contato deles. A lista divulgada pelos organizadores do evento era composta por 12 escolas. A lista não era completa, pois haviam outras escolas que também iriam participar do evento convidadas pela Secretaria do Estado, porém, nesse momento, a informação sobre essas escolas ainda não estava disponível. Em função do atraso para obtenção dessa informação, infelizmente, não pudemos entrar em contato com essas escolas antes do evento Masterclass 2016.

Tabela 1: Lista das escolas participantes Masterclass 2016 que fizemos contato antes do evento Masterclass.

Colégio Bandeirantes	São Paulo, SP
Colégio FECAP	São Paulo, SP
Liceu Jardim	Santo André, SP
Colégio Técnico Industrial	Guaratinguetá, SP
Colégio Vera Cruz	São Paulo, SP
Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP	São Paulo, SP
Escola Lourenço Castanho	São Paulo, SP
Escola Nossa Senhora das Graças	São Paulo, SP
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)	Campus São Paulo, SP

Tabela 2: Lista das escolas participantes Masterclass 2016 que fizemos contato após do evento Masterclass.

Colégio Dante Alighieri	São Paulo, SP
Colégio Decisão	São Paulo, SP
Colégio Fonte	Guaratinguetá, SP
C. E. V. Mater et Magistra	São Paulo, SP
C. E. Mauricio Azedo	Rio de Janeiro
EE Costa Manso	São Paulo, SP
EE Alexandre Von Humboldt	São Paulo, SP
EE Gabriel Ortiz	São Paulo, SP
EE Oswaldo Aranha	São Paulo, SP
EE Prof. Milton da Silva Rodrigues	São Paulo
EE Rychoti Yassuda	Pindamonhangaba, SP
Instituto Alpha Lumen	São José dos Campos, SP
Instituto Federal de São Paulo	Campus Suzano, SP

Foram 22 escolas participantes, sendo 11 instituições privadas e 11 instituições públicas. O grupo das instituições públicas participantes, podemos destacar os Institutos Federais e a Escolas de Aplicação que possuem administração pública

diferenciada e 6 escolas Estaduais administrada pela secretaria do estado de São Paulo.

Localizadas as escolas participantes, com exceção das que não estavam confirmadas nesse momento da pesquisa, estabelecemos contato com seus professores por e-mail, cujo função era a de expor os objetivos da pesquisa e realizar o convite de participação. Obtivemos o retorno de 8 professores que demonstraram interesse de participar da pesquisa.

Embora tenhamos tido o retorno de professores referentes a oito escolas, é importante reforçar que essas escolas não representaram todas as escolas participantes do evento.

Realizamos algumas entrevistas, com os professores que demonstraram interesse de participar da pesquisa. Tivemos dificuldade de acesso à escola, algumas escolas estavam localizadas fora da região metropolitana de São Paulo. Além da distância o período anterior ao Masterclass 2016 era de férias, ou seja, havia uma dificuldade para entrar em contato com os estudantes e conseguir a assinatura do termo de livre consentimento, que deveria ser assinado pelos responsáveis dos estudantes. Por isso parte das entrevistas realizadas antes do evento, foram especificamente com os professores.

Para a coleta de dados, tomamos o cuidado, como procedimento formal, de coletar as autorizações de uso das entrevistas e questionários por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – ver anexo 2). Este documento tem como objetivo informar aos participantes da pesquisa a qual instituição pertence o pesquisador, o título do trabalho, os objetivos e fins da pesquisa, e demais dados relevantes para o interesse do pesquisado, evidenciando as condições de sua participação, que ocorrerá de forma voluntária e que seus dados pessoais serão mantidos em sigilo.

Segundo momento: durante o evento

O segundo momento da pesquisa, foi durante o evento Masterclass. O evento aconteceu em duas datas, na primeira e na segunda semana de março de 2016. A primeira data foi dedicada para as escolas que já tinham participado de edições anteriores e aconteceu em um dia apenas. A segunda data foi dedicada para escolas que estavam participando pela primeira vez. Nessa edição foram feitas algumas alterações no cronograma: foram adicionadas atividades para os professores e o evento ocorreu em dois dias. Foi feito o acompanhamento do evento nas duas datas por meio de observação. O registro foi feito na forma de filmagem, fotografias e também notas de campo, compondo os dados da observação, minha experiência pessoal sobre o evento, pois também participei do evento das mesmas atividades feitas com os alunos na edição anterior, 2015. Também aproveitamos o momento do evento para entrar em contato com novas escolas, as que não tivemos acesso antes do evento, e com os alunos para poder planejar entrevistas futuras.

Terceiro momento – após o evento.

O terceiro momento da pesquisa, foi após o evento Masterclass. Realizamos novas entrevistas, com professores e também com alunos, podemos visitar algumas escolas e conhecer mais do impacto e como foi a participação deles no evento Masterclass. No total foram 5 alunos entrevistados. Após ao evento fizemos algumas alterações na estrutura da entrevista, adequado para o caso dos professores e alunos que tivemos contato antes de sua participação no evento. Anexo 2.

Além de ter acesso às informações fornecida pelos organizadores do evento, no momento anterior ao evento, também tivemos contato com os organizadores do evento após o evento para realizar entrevista com os cientistas que participaram do Masterclass. No total foram 3 cientistas entrevistados.

Fontes de Dados

Entrevistas

Um dos principais instrumentos para alcançar os objetivos dessa pesquisa foi as entrevistas com os participantes do evento. Nosso objetivo com as entrevistas, foi ter acesso a opinião dos participantes sobre o evento Masterclass, através da sua relação com o evento e seus interesses encontrar os diferentes sentidos que são atribuídos ao evento e as atividades realizadas, assim teríamos chance de conhecer parte da complexidade do evento por reunir diferentes sujeitos em uma mesma atividade.

As entrevistas foram semiestruturadas, com questões que buscaram verificar opinião dos participantes em situações referente aos três momentos da pesquisa: antes do evento, durante o evento e após, com relação a sua participação no evento.

Entrevistamos os Professores (P) e Alunos (A) das escolas participantes e também os Cientistas (C) que participaram da organização e do evento Masterclass 2016. Nos momentos que antecederam o evento, buscamos conhecer as condições das escolas participantes do evento, sejam os instrumentos de ensino, o objeto de ensino da atividade escolar sobre a noção de ciências e o papel da experimentação. Também questionamos sobre como foi a organização para participar do evento, o critério de seleção dos alunos participantes, e se teve alguma atividade previa de preparação dos alunos para o evento. Outras questões foram sobre as atividades mais relacionadas ao que aconteceu durante o evento. Tais atividades são identificadas pelos organizadores como parte da atividade de fazer ciências e são realizadas pelos alunos durante o evento.

Depois tivemos questões sobre as tarefas realizadas na escola quando o aluno volta do evento. Pretendíamos obter suas impressões sobre o evento, como verificaram se os objetivos foram cumpridos, e as transformações nos sujeitos participantes. Além disso, queríamos identificar alterações nas atividades escolares coletivas, como se houve mudança nas aulas de física, na participação dos alunos, no interesse dos alunos pela Física ou pelas aulas de Física.

Também foram feitas questões para os representantes da organização do evento, os cientistas. Nas questões feita para os cientistas, além de voltar a algumas questões feitas para os representantes da escola, agora direcionadas para a opinião

que os cientistas possuem sobre a escola, também buscamos conhecer a noção de ciências que é favorecida com as atividades que são propostas para o evento Masterclass. Queríamos levantar qual o sentido das palestras, da atividade de análise dos dados feita pelos alunos, o que eles achavam sobre o que os alunos aprendem, qual o objetivo que eles atribuíam para essas atividades e suas expectativas sobre o evento e qual o impacto que eles acreditam que o evento provoca nos alunos participantes. Também buscamos conhecer mais sobre a participação e o papel da participação de cada sujeito no evento.

A seguir representamos na forma de tópicos, a estrutura das entrevistas semiestruturadas para os diferentes momentos do evento:

Figura 8: Esquema com os principais momentos do evento que foram investigados nas entrevistas.

A seguir apresentaremos informações gerais acerca dos participantes da pesquisa, os sujeitos da pesquisa que representam as principais vozes presentes na atividade Masterclass. Elas são a voz dos organizadores representada pelos cientistas e a voz dos estudantes e professores. Para referência dos entrevistados utilizamos pseudônimos com o intuito de preservar as suas identidades. Destacamos que todas as informações se referem a época em que foi realizada a entrevista.

- Cientista 1. Pesquisadora do Instituto de Física Teórica localizado em São Paulo. Possui formação acadêmica com bacharelado, Mestrado e Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo e fez Pós-doutorado no Laboratório Nacional Lawrence Berkeley. Responsável pela realização do evento no Brasil desde a sua primeira edição, sendo uma das idealizadoras do evento no Brasil a partir dos contatos nacionais, internacionais com pesquisadores e com as escolas possibilitando a primeira edição do evento em 2008. Atualmente continua tendo forte influência no evento Masterclass, tanto no contato com as escolas e outros pesquisadores, como nas atividades que acontecem no evento: organização do cronograma e dos participantes.
- Cientista 2. Físico experimental trabalha como pesquisador no Laboratório Nacional de Brookhaven localizado em Nova York. Formado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Além de participar na organização do evento Masterclass que acontece com nas escolas localizadas nos EUA, se dedica no desenvolvimento de materiais didáticos para aproximar jovens da física moderna. Participou do evento Masterclass Brasil em 2010 como cientista convidado oferecendo um curso sobre física de partículas antes do evento, que levou a modificação do evento com a introdução de materiais como jogo de cartas e a demonstração da câmera de nuvens no evento Masterclass que acontece no Brasil.
- Cientista 3. Pesquisador possui formação em Física pela Universidade de São Paulo, e é estudante de Pós-doutorado pelo Núcleo de Computação Científica da UNESP (NCC). Participa do grupo de pesquisa responsável pela organização do evento, é orientado por um dos organizadores e atua no evento como monitor no momento da análise de dados feita pelos alunos e professores. Possui experiência com pesquisa em Física de Altas energias realizadas nos detectores do CERN.

- Aluno 1. L.G. estudante cursando o 3º ano do Ensino Médio e Técnico em Eletrotécnica na instituição Federal, Instituto Federal de São Paulo. Participou do evento pela primeira vez, embora sua escola tenha um histórico de participação nos anteriores.
- Aluno 2. B.L. Estudante cursando o 2º ano do Ensino Médio na instituição privada, Colégio Decisão localizado na Zona Sul de São Paulo. Participou do evento pela primeira vez. E sua escola não tem membros que participem da organização do evento ou registro de participações anteriores.
- Aluno 3. L. Estudante do 3º ano do Ensino Médio da Escola de Aplicação, escola localizada na Zona Oeste de São Paulo administrada pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Primeira vez que participa do evento Masterclass, embora sua escola tenha um histórico de participação nos anteriores e na organização.
- Aluno 4. A. Estudante do 3º ano do Ensino Médio da Escola de Aplicação, escola localizada na Zona Oeste de São Paulo administrada pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Primeira vez que participa do evento Masterclass. Embora sua escola tenha um histórico de participação nos anteriores e na organização.
- Aluno 5. V. S.. Ex-aluno da Escola Estadual Prof. Gabriel Ortiz, escola pública localizada na Zona leste de São Paulo. Participou do evento pela primeira vez enquanto cursava o 3º ano do ensino médio. E sua escola não tem membros que participem da organização do evento ou registro de participações anteriores.
- Aluno 6. G. A.. Estudante do 3º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Prof. Gabriel Ortiz, escola pública localizada na Zona leste de São Paulo. Foi uma entrevista complementar, sua participação no evento aconteceu no ano seguinte, evento Masterclass 2017. E sua escola não tem membros que participem da organização do evento.
- Professor 1. M.F. Professora de Física da escola Estadual Prof. Gabriel Ortiz, possui Bacharelado e Licenciatura em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Participa do evento Masterclass pela primeira vez e tem contato direto com um dos organizadores.
- Professor 2. M.PA. Professor de Física no ensino Superior do Instituto Federal de São Paulo, possui formação em Bacharelado e Licenciatura em Física pela Universidade

de São Paulo, Mestrado e Doutorado em Astronomia na Universidade de São Paulo. Participa do evento Masterclass desde XX, nos últimos anos participa também da atividade de cartas que acontece durante o evento e possui contato direto com os organizadores.

- Professor 3. N.B. Professor de Física da Escola de Aplicação, possui formação em Física, Mestrado e Doutorado em ensino de Física pela Universidade de São Paulo. Participa do evento MASTERCLASS desde a primeira edição, atualmente participa também na organização do evento.
- Professor 4. A.V. Professor de Física do Colégio Técnico campus Unesp de Guaratinguetá. Possui formação acadêmica com licenciatura em Física pela UNESP e mestrado profissional em ensino de Física pela Universidade Federal Fluminense. Participa do evento Masterclass desde 2013.

Tabela 3: Quadro com os entrevistados e o tipo de instituição

Sujeito	Instituição
Professor 1	Escola Estadual
Professor 2	Instituto Federal de São Paulo
Professor 3	Escola de Aplicação USP
Professor 4	Colégio técnico campus UNESP Guaratinguetá
Aluno 1	Instituto Federal de São Paulo
Aluno 2	Escola Particular
Aluno 3	Escola de Aplicação USP
Aluno 4	Escola de Aplicação USP
Aluno 5	Escola Estadual
Aluno 6	Escola Estadual
Cientista 1	Grupo SPRACE
Cientista 2	Grupo SPRACE
Cientista 3	Cientista convidado

Foram entrevistados 12 participantes, um dos critérios para seleção da amostra foi encontrar representantes da comunidade escolar e científica, por isso optamos por entrevistar professores, alunos e cientista. Entre as escolas nas quais se deram as entrevistas, optamos por aquelas que fossem favorecer uma maior variedade de contexto: escola pública, privada, com e sem participação nas edições anteriores, com e sem vínculo com a Universidade. Embora tenha sido um critério, foi difícil construir dados com essa variedade de contextos. Por isso tivemos que realizar entrevista complementares com os Aluno 5 e Aluno 6 que são da Estadual Prof. Gabriel Ortiz, para compor uma maior variedade de contexto na amostra das escolas participantes. Outro critério foi entrevistar cientistas que participaram do evento, mas que não tivessem relação direta com a coordenação do evento, o que evitaria um discurso sobre o evento semelhante ao que já pode se encontrado dos canais que divulgam o evento e poderia ter uma opinião mais próxima das condições que o evento acontece.

As escolas que tivemos acesso no momento anterior ao evento pareciam atender as mesmas condições de participação: escolas que já tinham participado em edições anteriores, ou que tinham algum vínculo com a Universidade e portanto maior proximidade com os organizadores do evento, isso de certa forma cria condições privilegiadas de participação que refletiram no aproveitamento dos participantes.

Observação e experiência pessoal

Além das entrevistas também foi considerado como dado para estudo do evento, as observações feitas no dia do evento Masterclass edição de 2016 e minha experiência pessoal como monitora no evento. Como relatado na introdução do presente trabalho, minha experiência pessoal enquanto educadora também foi decisiva para a escolha do objeto de pesquisa dessa dissertação. Enquanto ainda estudante de graduação parte da minha experiência como educadora foram em contexto de atividade de divulgação científica, inclusive tive a oportunidade de participar como monitora no evento Masterclass em edição 2015.

O evento Masterclass 2016 aconteceu em três datas no mês de março no Instituto de Física Teórica localizado na Unesp campus Barra-funda. Nessas datas foi

feito o acompanhamento das atividades com os alunos e professores, como forma de registro usamos nota de campo e filmagem.

O acompanhamento das atividades durante o evento Masterclass foi importante para conhecer mais da estrutura do evento e das atividades que são desenvolvidas pelos estudantes e professores. A participação dos estudantes e dos professores durante o evento, representam o seu papel na atividade que acontecem conforme a divisão do trabalho e as regras da atividade. Também estávamos atentos para o diálogo entre os estudantes e pesquisadores, principalmente no momento da videoconferência, da qual os estudantes participaram com os cientistas que trabalham no CERN, para apresentar o resultado da análise feita na sala de computadores. Das atividades que aconteceram durante o evento o acompanhamento foi feito da seguinte forma:

- **No auditório** – com todos os participantes, as atividades foram: palestra de abertura, sobre pesquisa desenvolvida com física de partículas, instruções para o exercício de análise de dados feito pelos alunos e a vídeo conferência com os pesquisadores do CERN e outros participantes.
- **Na sala de computadores** – Foi feita a divisão dos estudantes em dois grupos para ocuparem as salas de computadores disponíveis para o evento e depois organizados em duplas para realizar a análise dos eventos, os mesmos que são analisados pelos cientistas do CERN.

Figura 9: Momento da análise dos dados feita pelos alunos no computador

- **Salas de reuniões e convivência** – Aconteceram as atividades completares com jogos, visita guiada a estrutura computacional do GridUnesp e demonstrações de Física. Essas atividades aconteceram em espaços diferentes e foram simultâneas por

isso não foi possível acompanhadas todas, e optamos por focar na atividade de demonstração de física da câmera de nuvens.

Para filmagem do evento utilizados uma filmadora digital que foi colocada no auditório durante a palestras, videoconferência. Estas atividades aconteceram com todos os participantes, depois registramos a atividade na sala dos computadores onde focamos a filmadora em uma das duplas de estudantes.

As condições para registro do evento ofereceram algumas limitações, embora tenhamos sido autorizados para filmar o evento, não fomos autorizados a filmar os alunos e obter maiores informações de sua participação individual. Também, no momento das atividades complementares, elas aconteceram de forma simultânea por isso tivemos que escolher uma delas para acompanhar, e optamos por observar a demonstração da câmera de nuvem, que é um experimento que possibilita a “visualização” dos raios cósmicos que representam o rastro das partículas elementares.

Ao mesmo tempo, essa experiência foi muito rica e gerou questionamentos que foram subsídios para analisar o objeto de pesquisa tanto na posição de pesquisadora quanto de educadora, que acredita no papel educativo do evento Masterclass e já teve experiência com trabalhos de divulgação, e de quem está fazendo o movimento de distanciar a via do olhar, agora externo, para entender a organização das práticas educativas realizadas nesse ambiente.

Material bibliográfico e institucional

Figura 10: Pagina inicial da Instituição organizadora do evento Masterclass 2016.

SPRACE(2016)

Foram utilizados, como fonte de dados, artigos e publicações disponibilizados nos canais de comunicação das Universidades e por grupos que participam da realização do evento. No caso do evento organizado por instituições brasileiras, encontramos o material publicado em revista de divulgação científica por BEGALLI (2016) representante oficial do evento no Brasil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e alguns trabalhos de WATANABE et al (2016, 2014) pesquisadores da Universidade de São Paulo.

No caso específico do evento estudado, o evento organizado pelo grupo SPRACE no Estado de São Paulo, utilizamos como fonte de dados a plataforma online do grupo de pesquisa SPRACE, encontramos registro dos Masterclass realizados desde de sua primeira edição em 2008 até edições mais recente, informações como identificação dos responsáveis pela organização, a proposta do evento, cronograma e as escolas participantes.

Além dos trabalhos publicados, durante a pesquisa também foi possível acompanhar o seminário “The international masterclasses – hands on particle physics – e seus desdobramentos na UNESP (SPRACE): sentidos atribuídos por organizadores e participantes”, organizado pela comissão de pós-graduação Interunidades com a pesquisadora apresentada Profa. Dra. Valeria Silva Dias e uma mesa redonda

organizado na Universidade de São Paulo com representantes do evento organizado na UFABC, USP e no IFT/Unesp.

Como o evento Masterclass acontece em nível internacional, buscamos os artigos publicados por seus representantes internacionais como Cecire (2011) do grupo QuarkNet, que faz parte de um programa dos EUA de desenvolvimento dos professores, outros trabalhos como de Johansson (2001; 2005; 2007), Barlow (2014), Bardeen et al (2014) e Kobel (2005), a plataforma online oficial do evento Internacional, coordenada pelo International Particle Physics Outreach Group (IPPOG) e, também, consultamos a revista internacional CERN Courier, que mensalmente divulga as atividades que acontecem nos grupos de pesquisa em alta energia.

Esses dados foram importantes para compor a historicidade do evento Masterclass, conhecer a proposta do evento segundo seus organizadores como objetivo da

4. Análise de dados

Nos capítulos a seguir apresentaremos a análise feita do Masterclass a partir do referencial teórico da Teoria da Atividade segundo os cinco princípios da atividade, com destaque para o princípio da Atividade orientada ao objeto e sistema de atividades, da historicidade, multivocalidade e contradição da atividade.

O princípio da Atividade orientada ao objeto e sistema de atividades: A Atividade Masterclass

O objetivo desse capítulo é apresentar a Teoria da Atividade (TA) no contexto do evento Masterclass, e construir a unidade de análise que iremos considerar para o estudo do evento Masterclass, caracterizando-o como uma atividade. Por fim, vamos antecipar algumas discussões que serão encontradas na análise feita da Atividade Masterclass apoiado no referencial teórico-metodológico da TA.

A descrição do evento a partir da TA foi inspirada principalmente no exemplo de sistema de atividades proposto por Leontiev e também no modelo feito por Engeström (1987) com a ampliação das relações entre sujeito e mundo, apontado em trabalhos de Vygotsky, um dos precursores da teoria.

Assim, as ideias da teoria da atividade funcionam como uma lente para conhecer o evento Masterclass, deixando aparente os diferentes sentidos que são atribuídos ao evento, e ao mesmo tempo permite superar a percepção individual ou de situações isoladas sobre o evento. *A síntese das relações presentes na teoria está representada na figura a seguir, a figura* o que frequentemente é referido por Engeström como o triângulo da atividade.

Figura 11: Estrutura da Atividade Masterclass. (Elaborada pelo autor)

A atividade Masterclass é composta por:

- **Sujeitos:** Indivíduo ou grupo de indivíduos engajados na atividade. Representados pelos professores, estudantes e cientistas;
- **Instrumento mediadores:** Signos, símbolos, números, linguagem, computadores;
- **Objeto:** Objeto representado pelo motivo da atividade, são as metas para as quais a atividade está direcionada. No caso da atividade científica, o objeto são os procedimentos científicos realizados pelos estudantes e que levaram ele a terem a experiência como um cientista realiza as investigações.
- **Comunidade:** Os membros da comunidade que compartilhem do mesmo valores e contexto cultural. A escola, a Universidade e também a comunidade científica;
- **Regras:** São definida pela comunidade. Os cientistas que elaboram o evento, atividade, situações como as coisas vão acontecer, os professores são responsáveis por levar os alunos estão no centro, eles que realizam. A responsabilidade de cada sujeito na atividade, por exemplo os cientistas de

organizarem o evento e os professores de levarem os alunos, também a posição que eles ocupam na atividade, o aluno colocado no centro para que a atividade seja bem-sucedida;

- **A divisão do trabalho:** divisão de responsabilidade entre os membros da comunidade. pode ser resumida entre as seguintes ações: Convite as escolas participantes, seleção e preparação dos alunos para irem ao evento Masterclass, Ida dos estudantes a instituição de pesquisa para viverem um dia como cientista, início do evento com palestras sobre o conteúdo, instruções para análise dos dados os experimentos, análise dos dados pelos estudantes, discussão dos resultados e compartilhamento com os estudantes e cientistas em uma vídeo conferência, conversa com cientista que trabalha no CERN, visita guiada a demonstrações de experimentos de física.

Essa configuração nos fornece a condição básica para o estudo do evento Masterclass. A compressão do evento como uma atividade nos fornece mais dados sobre o evento além dos que são divulgados pelos organizadores. Por exemplo, sobre o objetivo do evento. Embora a proposta central do evento seja apresentada pelos seus idealizadores, as ações individuais dos participantes podem não estar conectados com o objetivo do evento,

A partir da estrutura da atividade podemos identificar que a voz do sujeito da atividade não é exclusiva dele, como um sujeito individual solitário. Por exemplo, no caso do professor, as ações e a voz do professor também são reflexos das vozes presentes na escola participante, ou seja, os interesses do professor estão sustentados pelo interesse que a escola possui no evento, que justifica a participação de seus alunos. Portanto, o conjunto de interesse, valores e conhecimentos pertencentes a escola, também fazem parte do evento Masterclass, e é na comunidade que podemos ter acesso a maior representação do contexto cultural da qual o sujeito da atividade faz parte, e que influenciará o sentido que a atividade tem para ele, bem como dos objetos culturais que se tornam instrumentos mediadores entre o sujeito e o objeto da atividade.

Na atividade o objeto é transformado pelos instrumentos que fazem a mediação entre o sujeito e objeto, na atividade Masterclass a partir da reunião entre a comunidade “escolar” e “científica”, faz com que no momento do evento, além dos instrumentos mediadores do contexto escolar, o evento também possa ser composto de instrumentos próprios da atividade de pesquisa, da comunidade científica que atribuam determinado sentido para os cientistas que pode não ser compartilhado pelos professores e cientistas de uma escola distinta.

Alguns dos instrumentos que tem o papel de fazer a mediação entre o estudante e o objeto da atividade Masterclass:

- **Dados experimentais:** o evento Masterclass com a proposta de permitir que o estudante tenha uma experiência autêntica como acontece nas pesquisas em altas energias realizadas pelos cientistas nos laboratórios do CERN, são separados dados de experimentos anteriores para que os estudantes possam analisar.
- **Utilização de software:** os dados são representados com uma interface computadorizada que além de possibilitar a “visualização” dos dados que são os rastros das partículas, possibilita dados quantitativos que sejam úteis para fazer a classificação das partículas.
- **Técnica de análise:** como acontece na ciência, os estudantes são orientados a seguir alguns procedimentos que fazem parte do método científico, que inclui a observação, classificação dos dados seguindo alguns padrões de comportamento (hipóteses) e chegarem aos resultados representado pela descoberta de uma partícula que concorda com a teoria.
- **Ferramenta estatística:** os dados são da ordem de 100 eventos, que serão analisados e classificados para que no final se tenha uma distribuição estatística na forma de um gráfico de barras.
- **Videoconferência com um cientista** – instrumento utilizado para a comunicação de dados entre os cientistas, no caso os estudantes compartilham seus resultados com outros estudantes e cientistas do CERN.

A reunião de diferentes sujeitos, pertencentes ao contexto escolar e científico, faz com que os instrumentos comumente presente na atividade científica para a produção do conhecimento, possam ter um outro sentido na Atividade Masterclass, atribuídos pela escola ou por novos objetivos como de ensino-aprendizagem. Esses diferentes sentidos para um mesmo objeto, ora instrumento para a produção de conhecimento e ora para ensino-aprendizagem produz contradições na atividade. Essa discussão sobre os instrumentos será melhor explorada como uma categoria de análise mais adiante.

O resultado da junção de diferentes sujeitos para participarem de uma mesma atividade será uma atividade híbrida. Como produto do processo de hibridização, a atividade e o sentido histórico e cultural que os instrumentos mediadores possuem para os estudantes, professores e cientistas, possuam significados distintos para os participantes.

As relações presentes na atividade humana estão representadas no triângulo proposto por Engeström, mas apenas ele não é suficiente para descrever todas as relações presentes na atividade do Masterclass. O triângulo representa um momento da atividade ajudando a localizar algumas das relações presentes na atividade.

Embora o triângulo (Figura 10) represente parte das relações presentes no evento, a atividade não é estática, a atividade evolui no tempo e no espaço, que vão interferir no sentido do evento Masterclass. O produto dessa dinâmica, está conectada com outras atividades, das quais suas ações também podem interferir no sentido da atividade e produzir transformações na atividade. Assim, a atividade Masterclass também está relacionada com a atividade da escola e a atividade científica.

A descrição do evento não acontece somente no momento da atividade Masterclass, algumas ações ou objetos do evento acontecem antes ou depois da realização do evento, por exemplo, a atividade na escola entre saber do evento, divulgá-lo para a comunidade escola, convocar os alunos e prepará-los para irem ao evento. Também acontece a organização do evento, como é um evento internacional ele também é influenciado pelos organizadores locais e externos.

Essa estrutura nos ajudou a compor a unidade de análise, como ilustra na figura 10, a atividade Masterclass.

Historicidade

Para conhecer o evento Masterclasses conforme os interesses dessa pesquisa e também do referencial teórico adotado, teremos que conhecer a sua história. A historicidade, é um dos cinco princípios que caracterizam uma atividade, os quais já foram introduzidos no capítulo anterior. Por isso dedicamos esse capítulo para apresentar alguns dos dados coletados, sobre a história da criação e desenvolvimento do evento Masterclass, a partir do entendimento de como o evento se desenvolveu, buscaremos no momento de análise, compreender como foi a expansão da atividade e isso nos fornecerá condições de compreender “qual” e “como” o evento se desenvolveu.

A historicidade revela as mudanças sofridas no evento, junto com suas tensões e contradições que serão relevantes no momento da análise para compreensão dos diversos sentidos atribuídos a noção de fazer ciências durante . Por isso, seguindo a metodologia, descreveremos o evento Masterclasses, desde sua criação, seu desenvolvimento e a forma como está estruturado hoje, no nível internacional e nacional, focando no caso específico do evento organizado pelo grupo SPRACE em São Paulo.

A historicidade: organização e desenvolvimento em nível Internacional

A ideia para a criação do evento “Masterclasses Hands on particle physics” surgiu em 1996 durante um encontro de físicos de partículas no Reino Unido, incomodados pela predominância dos modelos da química para compreensão do que é constituída a matéria, um grupo de pesquisadores em física de partículas em altas energia encontrou no evento Masterclass uma forma para levar às salas de aula o “conhecimento real da física de partículas” (BARLOW, 2014, 35). Na perspectiva dos criadores do evento, as atividades pretendidas com o Masterclass em primeira configuração era a de que os “participantes pudessem aprender por meio do fazer” (BARLOW, 2014, 34).

Antes da elaboração do evento Masterclass, nas primeiras iniciativas, os pesquisadores consideraram ir até as escolas para ministrar palestras com os estudantes. Após tentativas frustradas, por falha de comunicação e oportunidade, resolveram, ao invés de visitas escolares, convidar as escolas para visitá-los nas suas instituições de pesquisa.

Com essa iniciativa, a ideia para o evento Masterclass começou a adquirir forma. O evento foi desenvolvido com uma perspectiva local, organizado pelas Universidades locais, mas como foi realizado com o suporte do Instituto de Física (IOP – Institute of Physics) do Reino Unido, ele foi considerado um evento de nível Nacional.

Na primeira versão em 1997 como apresentado por Barlow (2014) as atividades aconteceram na Universidade de Manchester. Os organizadores se preocuparam com a parte publicitária de divulgação do evento e também com a preparação de material para os estudantes e professores.

O evento foi organizado para acontecer em um dia e planejado para receber estudantes e professores com palestras ministradas pelos cientistas. Porém como não tiveram condições de convidar um palestrante reconhecido pela comunidade científica e pelo público em geral, aproveitaram as cópias gravadas das palestras oferecidas por Stephen Hawking e Frank Close na conferência de comemoração do ano centenário da descoberta de JJ Thomson, que foi organizada pelo Instituto de Física de Altas Energias em Física de Partículas (IOP HEPP), em 1997.

Outra atividade, também oferecida aos estudantes e professores durante o evento, se referia ao trabalho com os dados “reais” de física de partículas nos mesmos computadores que eram utilizados pelos físicos para execução dos softwares utilizados para análise de dados das suas pesquisas. Barlow (2014) e Kobel (2005) acreditam que a utilização de dados e instrumentos semelhantes aos utilizados nas pesquisas científicas permitiria, aos estudantes, ter a experiência de aprender fazendo as atividades semelhantes às que eram realizadas nas pesquisas científicas.

Também consideraram, para a realização do evento, a utilização da “Word Wide Web”. Tal recurso, moderno à época, permitia a transmissão de dados e programas, mas como tinha uma velocidade limitada, foi usado apenas para transmitir parte dos

dados aos computadores, a outra parte já havia sido previamente instalada, antes do evento.

Em 1998, praticamente todo grupo de físicos de partículas das universidades no Reino Unido realizaram o Masterclass. A princípio receberam ajuda financeira, mas não precisaram mantê-la, pois a atividade do evento, no formato elaborados, tinha baixo custo para eles e, segundo consta, os físicos que participaram, o faziam movidos pelo entusiasmo e não necessitavam de outros estímulos.

Após a criação do evento Masterclass, Barlow (2014), embora não apresente dados que justifique essa informação, notou um aumento do número de inscritos no curso de física nas universidades do Reino Unido. Na publicação feita para a revista CERNCOURIES. Ele não considerou o evento Masterclass como o único responsável, mas reconhece sua contribuição. Outro fato que também provocou mudanças nos anos posteriores, foi no interesse do público e da mídia para conhecer o LHC e o bóson de Higgs.

A primeira realização do evento foi bem-sucedida, o que criou demanda das escolas, levando a necessidade de ampliar o número de edições no mesmo ano, assim a atividade passou a acontecer em duas datas. Além disso, com a expansão, foi necessário que o evento passasse a acontecer em mais locais. Nesse momento, "Think globally, act locally" era perspectiva dos elaboradores, ou seja, suas expectativas eram de manter o Masterclass uma produção Nacional, mas deixando sua organização para cada grupo das Universidades, que tinham a liberdade não só para realizar o evento, mas também de alterá-lo caso desejassem. Por exemplo, na Universidade de Oxford, o evento teve seu nome alterado e o material foi adaptado, sendo incluído eventos de experimento DELPHI (Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification) no lugar dos eventos do LEP (Large Electron Positron).

Nesse momento, o evento se manteve centrado em permitir que os estudantes pudessem interagir com os dados "reais" de experimentos realizados no acelerador de partículas LEP que funcionou no CERN entre os anos de 1989 e 2000. Os estudantes utilizavam os mesmos instrumentos utilizados nas pesquisas, para que assim pudessem "aprender" mais sobre física de partículas e sobre os procedimentos envolvidos nas pesquisas científicas. Os dados, provenientes dos experimentos reais,

como consta na literatura, seriam apresentados aos estudantes para que pudessem analisá-los da mesma forma como os cientistas.

A utilização dos mesmos dados e das ferramentas de trabalho dos cientistas, pretendia oferecer as mesmas condições dos ambientes de pesquisa para os estudantes. A tarefa dos estudantes era a de analisar os dados utilizados nas pesquisas em física de partículas e classificá-los, determinando entre outras partículas quem era elétron, muon, tau ou evidenciando o decaimento de quarks. (Barlow, 2014).

A escola expandiu desde de 1997, mas em 2005, ano declarado pela ONU como o “Ano Internacional da Física” e de comemoração do centenário das teorias publicadas por Albert Einstein, vários grupos de pesquisa viram o evento Masterclass como uma forma de divulgação dos conhecimentos e da utilidade da Física de Partículas. Assim, em função do envolvimento de vários grupos de pesquisa da Europa, o evento Masterclass foi adotado envolvendo vários países.

O principal responsável por compartilhar a ideia entre os físicos e envolver seus institutos de pesquisa foi o Grupo Europeu de Divulgação da Física das Partículas (EPOG - European Particle Physics Outreach Group), da EPS – Sociedade Europeia de Física. No total, foram 58 institutos em 18 países em toda a Europa, a coordenação central foi feita pela Universidade Bonn, sob a direção de Kobel da Universidade de Dresden. Isso permitiu ampliar a escala do alcance do evento nas escolas europeias, atingindo mais de 3000 jovens em toda a Europa que participaram do evento Masterclass.

Mesmo com a expansão, o evento manteve sua ideia original, na qual pretendia deixar os estudantes trabalharem, tanto quanto possível, em situação análoga a de verdadeiros cientistas autenticamente situados em um instituto de física. Isso permitiria, segundo os organizadores, não só sentir a emoção de lidar com dados reais, mas também de experimentar as dificuldades de validar os resultados científicos. (Kobel, 2005).

Nesse ano, além das palestras e de trabalhar com dados provenientes dos experimentos de física de partículas (p.e. decaimento do bóson Z do LEP), no final do dia os estudantes ainda participariam de uma videoconferência, simulando uma

colaboração internacional. Com cientistas do CERN e outro grupo de estudantes, onde eles discutiram e combinariam seus resultados.

Como resultado dos esforços dos grupos de pesquisadores interessados em divulgar o conhecimento de física de partículas, no ano de 2005 foi criado o projeto Hands on CERN. A iniciativa, liderada por Erik Johansson, produziu um CD-ROM “Particle Physics – a Keyhole to the Birth of Time”, que continha um pacote de dados para serem analisados pelos estudantes. O conteúdo do CD-ROM incluía, além os dados, as ferramentas de análise, uma “apresentação completa e compreensível de visual atrativo e com tutorial” (Johansson 2002, 18). O objetivo dos elaboradores com a criação do projeto, foi o de promover um material que os professores pudessem utilizar em suas salas de aula sem a necessidade de um conhecimento detalhado de física de partículas.

Eles podem interativamente explorar os blocos construtores da natureza e as forças fundamentais na natureza usando dados reais do experimento DELPHI do CERN, o Laboratório Europeu de física de partículas, e chegar perto de um moderno experimento científico usando as mesmas informações científicas como os cientistas. (Johansson, 2005, 1).²

Assim, o “Hands on CERN” foi um projeto que disponibilizou os dados proveniente das colisões de partículas realizadas no laboratório do CERN, para as salas de aula. Além de ser o material utilizado para o Masterclasses Europeu 2005, ele também foi utilizado em outros projetos organizados para estudantes e professores: “Estudante pesquisa na sala de aula” (Student research classes), “Pesquisa escolar na casa da ciência” (Research schools at House of Science), “workshop para professores” (Teacher workshops) e o “Masterclasses Europeu 2005” (Johansson, 2005, 3).

O projeto “Hands on CERN” foi vencedor do prêmio da *Científica America Ciências e Tecnologia Web* em 2004 e em 2005 recebeu prestígio do *Webby Award*³ na categoria de ciências (Johansson, 2005).

2 They can interactively explore the building blocks of nature and the fundamental forces in nature using real data from the DELPHI experiment at CERN, the European particle physics laboratory, and get close to a modern scientific experiment using the same scientific information as the scientists. (Johansson, 2005, 1).

3. Prêmio para excelência na internet, apresentado anualmente pela Academia Internacional de Artes Digitais e Ciências,

Após a primeira versão, o material foi melhorado, sendo adicionados os softwares interativos “the Greek” e “Fireworks of particle physics”. Com eles os estudantes podiam interagir com simulações em que lhe davam com quarks e diagramas de Feynman. O material foi amplamente utilizado na Europa como ferramenta educacional e foi traduzido para outros 14 idiomas. A tradução do material foi feita inicialmente por iniciativa de cientistas e professores que quiseram utilizar o material em suas salas de aulas e ampliada para que o material pudesse ser utilizado no Masterclass 2005 em diferentes países.

O material do “Hands on CERN” trazia, também, modelo padrão do “microcosm”⁴, informações sobre detectores e aceleradores, evento de uma colisão de partículas simulando 3D e um jogo para interagir com quarks e partículas.

As intenções pretendidas com a disponibilização do “Hands on CERN” para as escolas, segundo a perspectiva do seu elaborador (Johansson, 2005) incluíam:

- Explorar os fundamentos construtores da matéria – quarks e leptons;
- Explorar as forças fundamentais;
- Tornar experimentos modernos da ciência disponíveis para escolas
- Estimular o interesse dos estudantes por ciências.

Outras mudanças que aconteceram no evento, acompanharam as manutenções feitas na pesquisa em física de partículas, em 2000 com a construção do LHC no lugar do LEP, dados do LEP foram substituídos por dados do Tevatron e do LHC com isso em 2011 os dados do LHC foram pela primeira vez utilizados no Internacional Masterclass (CECIRE, 2011).

Em 2014, outro evento que aconteceu na física de partículas, e que também provocou modificações nos dados do evento Masterclass, foi a descoberta do bóson de Higgs. A partir desse ano o número de eventos de colisões disponibilizados para análise cresceu de 1900 para 3000, do LHC 7 e 8 Tev, incluindo um pequeno número de

⁴ Modelo padrão que descreve os principais constituintes da matéria, está dividido entre 6 quarks e 6 léptons.

candidatos ao bóson de Higgs formando o 4-lepton Higgs (CECIRE & BARDEEN & MCCAULEY, 2014).

A inclusão de dados correspondentes aos candidatos à bóson de Higgs, produzindo no evento, a oportunidade dos estudantes não só trabalharem com os dados durante a análise, mas também compartilhem da emoção de ter seu experimento bem sucedido e realizar descobertas, provar a existência do bóson de Higgs. (CECIRE & BARDEEN & MCCAULEY, 2014).

O amadurecimento do evento Masterclass, permitiu que ele se estendesse para além da Europa após o ano de 2005, o grupo EPPOG (European Particle Physics Outreach Group) se tornou IPPOG (International Particle Physics Outreach Group), isso incentivou a parceria com grupos de pesquisa americanos, e permitiu que o evento Masterclass também fosse realizado nos Estados Unidos. Com a mesma ideia central de permitir que os estudantes tivessem a experiência de visitar Universidades ou laboratórios e terem a experimentarem como é ser um físico de partículas por um dia. Nas palavras de Cecire (2011, 1)⁵:

Em física de partícula Masterclass, estudantes de física aprendem sobre colisões e eles analisam dados reais do CERN, na forma de eventos apresentados na tela do computadores. Os mentores são físicos de partículas que ajudam os estudantes a entender o dado, o detector e o significado de qualquer conclusão. (CECIRE, 2011, 1).

Evento Masterclass nos EUA

Nos EUA, o contato entre os professores interessados em participar do evento Masterclass com os organizadores do evento é feito através de um programa financiado pelo Departamento de Energia dos EUA e outras instituições de pesquisa americanas, chamado Quarknet (CECIRE & BARDEEN & MCCAULEY, 2014). Nesse ambiente

5 "In particle physics masterclasses, high school physics students learn about collider physics and then analyze real CERN data in the form of event displays. The mentors are particle physicists who help the students understand the data, the detector, and the meaning of any conclusion. "

além de receber auxílio para a realização do evento Masterclass em suas escolas, os professores têm acesso a outras atividades educacionais relacionadas com física de partículas e também a participação em atividades que vão contribuir para a sua formação profissional.

O Quarknet, segundo as informações do site oficial (2016) é um programa de longo prazo, que busca manter o relacionamento entre os pesquisadores e a comunidade escolar, o programa inclui o oferecimento de um suporte aos participantes, que envolve a sua participação em cursos de verão, com palestras ministradas por cientistas, trabalho em uma pesquisa científica com professores de física, visitas às instituições de pesquisa, onde trabalham junto com pesquisadores (mentor).

Além de facilitar a comunicação entre as escolas e os organizadores do Masterclass, o grupo Quarknet (2016) fornece orientações e cursos para os professores. Com os professores participantes é feito um acompanhamento, que inclui, pelo menos nos dois primeiros anos, reuniões frequentes entre o pesquisador (mentor) e o professor, a visita de um membro do Quarknet à sua sala de aula, e outras atividades que favorecem o contato do professor com outros professores, educadores e pesquisadores também participantes do Quarknet, ao longo do ano.

A forma que o evento é coordenado nos EUA, principalmente devido a presença do grupo Quarknet, encontramos no site do Quark documento com as orientações, e a descrição das atividades como realizadas nas escolas americanas.

A princípio não notamos grande diferença com relação ao que foi descrito para o caso de como o evento é organizado nos países Europeus. A atividade no dia do Masterclass tem início com registro e chegada dos estudantes às instituições, algumas demonstrações como da câmera de nuvens ou outros experimentos e aparatos estão disponíveis para eles interagirem, para descontraí-los. Em seguida é dado o início às atividades com a elaboração de perguntas sobre física de partículas ou/e LHC, depois os estudantes fazem um tour pelo laboratório de pesquisa, e antes do almoço são preparados para análise dos dados. O almoço também é considerado como momento de aprendizagem, pois os estudantes almoçam juntos com os cientistas, podendo assim fazer-lhes perguntas. Por último, acontece a análise dos dados, depois eles participam

de uma conferência prévia para discussão dos resultados entre os estudantes e os mentores, se encontram com os físicos e em um vídeo conferência Quarknet (2016).

Para a edição de 2016 o Quarknet forneceu um documento com as informações sobre a descrição do evento, junto com as condições necessárias para a realização do evento, como software ou hardware e navegadores de internet. Além de uma prescrição detalhada sobre como o evento deveria ser conduzido, explicitando as ações dos estudantes, mentores e moderadores, o material também fornece orientações sobre o conteúdo explorado no evento.

As tarefas dos estudantes, durante o evento, incluem a análise de 3000 eventos que foram divididos e organizados para que cada dupla de estudante análise 100 eventos, na análise os estudantes vão identificar a partícula, e depois eles terão que utilizar o CIMA (CMS Instrumento para Análise do Masterclass) para registrar os dados, com o valor da massa de algumas partículas (Z e H) eles vão criar um histograma, comparar a massa variante, e ainda no mesmo exercício eles podem observar no gráfico um sinal que represente o Higgs bóson. No momento em que eles identificam as partículas, no caso de W, a curva formada no rastro da partícula contém a informação sobre momento da partícula, sendo W+ ou W- conforme a carga da partícula. Após a análise e a discussão dos resultados os estudantes terão que estar preparados para comunicar seus resultados na videoconferência.

Event index	Event number	Chosen Values	Mass
3	1-3	mu;W	
2	1-2	Z;mu	61.559
1	1-1	e;W	

Figura 12: Aparência do CIMA, plataforma online que os estudantes registram as partículas encontradas e no caso dos eventos Z ou H colocar sua massa no histograma.

No evento Masterclass, conceitos sobre modelo padrão, pesquisa em física de altas energia são explorados durante todas as atividades. Para melhor aproveitamento

dos alunos, na sessão sobre preparo da sala de aula, encontramos alguns conceitos que o documento considera que vão preparar o estudante para participar do evento, esses conceitos envolvem: descrição das evidências indiretas do experimento de Rutherford e outras experiências chaves, identificação do pico em um histograma e explicar sobre o que isso significa, descrição de como os quarks se combinam e formam mésons e bárions, aplicação dos princípios de conservação nas medidas para conseguir evidencia para as partículas não observadas.

Evento Masterclass em 2016

Atualmente, segundo as informações do site oficial do evento (IPPOG, 2016), o Masterclass ocorre em diferentes países do mundo, mantendo suas ideias originais, porém tomam maiores proporções. Todos os anos cerca de 10.000 escolas em 46 países em todos os continentes (exceto Antártica) participam do Masterclass, mostrando a força da proposição inicial e as potencialidades da sua repercussão internacional.

Dados atualizados (Bilow, 2016) com o número de instituições, estudantes, professores e as realizações do evento Masterclass para este ano de 2016:

- 228 Masterclasses
- 169 Institutos
- 11.177 estudantes
- 1.098 professores
- 33 países (total 46; 13 com videoconferência com Fermilab, TRIUMF ou Austrália; México e Brasil estão presentes na mesma agenda.

Figura 13: Numero de Estudantes que participam do evento por pais, o destacado corresponde a participação Brasileira

Em sua configuração mais recente, 2016, durante as atividades do Masterclass, os estudantes do Ensino Médio, com idade entre 15 a 19 anos e seus respectivos professores são colocados em atividades que introduzem os dados provenientes dos experimentos ALICE, ATLAS, CMS LHCb do LHC (Large Hadron Collider) no CERN. Estes são experimentos atuais e em funcionamento, com os quais são investigados os fenômenos da física de partículas e, os dados produzidos nestes experimentos, são aqueles utilizados pelos participantes que os acessam pela internet. Antes de fazer a análise dos dados, são oferecidas palestras ministradas pelos cientistas para introdução do tema, já que não é comum o ensino de física de partículas no ensino médio nas escolas da maioria dos países (IPPOG, 2016). O material disponível em mais de 12 idiomas fornecido pelos organizadores do evento, o grupo IPPOG, possui quatro componentes principais:

- (i) introdução: com um resumo do esquema incluindo passo por passo da lista para preparação
- (ii) palestras com exemplo;
- (iii) manual para a vídeo conferencia, incluindo as informações para o quiz;
- (iv) material para divulgação (pôsteres, convites e cartas, certificados de participação)

Agenda do evento:

8:30-9:00	registro e bem-vindo
9:00-10:00	introdução física de partículas
10:30-11:30	segunda conversa e tour pelo laboratório
12:00-13:00	Almoço
13:00-15:00	análise dos dados
15:00-16:00	local de compartilhamento e discussão dos dados
16:00-17:00	videoconferência com CERN ou Fermilab

No momento, o evento está sendo mantido pelo financiamento do CERN, Grupo de Físicos de alta energia e física de partículas da Sociedade Europeia de Físicos, Fundação Nacional de Ciências dos EUA, Departamento de Energia dos EUA, TU Dresden.

A estrutura para a realização do evento Masterclass, por seu caráter internacional, demanda de condições de internet e comunicação avançada, encontramos na literatura (CERNCOURIER 2006) que é utilizado um sistema, o mesmo que utilizado pelos pesquisadores para realizar videoconferência, o EVO, (Enabling Virtual Organizations). Utilização feita para a transmissão de dados e videoconferência. Para a realização da videoconferência, onde os estudantes compartilham seus resultados com cientistas e estudantes que estão em outro países.

Na análise de dados é utilizado um programa online onde os estudantes têm acesso aos dados, e também é feita a simulação em 3D das colisões e detecção da partícula, essa simulação 3D (Figura 13) segue uma típica imagem que os estudantes tem acesso no momento de analisar os dados

Figura 14: Representação do rastro deixado pelas partículas em uma das atividades do Masterclass

A historicidade do Masterclass no nível Nacional

A inserção do conhecimento da Física Moderna (FM) no Ensino básico brasileiro é uma proposta já prevista em documentos legais como sugerido no PCN.

“Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria ...A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas.”. (PCN+, 2002, 19).

Diante dessa demanda, existe um movimento de incentivo a divulgação do conhecimento da física moderna para o público geral e a inserção desse conhecimento no ensino básico, que foi responsável pela incorporação da proposta internacional do evento Masterclass no Brasil, mediante a parceria de alguns pesquisadores com a entidade do CERN, hoje as instituições brasileiras que realizam o evento são:

1. Curitiba no UTFPR - Technological Federal University
2. Lavras na Universidade Federal de Lavras
3. Natal na Universidade Federal do Rio Grande do Norte
4. Rio de Janeiro na DFNAE/IFADT/UERJ e Universidade Federal do Rio

5. São Paulo no SPRACE – São Paulo Research and Analysis Center e Nuclear Physics Department -Universidade de São Paulo
6. Uberaba UFTM

Embora o evento seja realizado nestes lugares acima, a pesquisa em questão teve contato com os eventos do Masterclass que aconteceram na cidade São Paulo (Universidade de São Paulo, na Universidade Federal do ABC e também no Instituto de Física Teórica da UNESP – SP pelo grupo SPRACE) e para os interesses dessa pesquisa buscamos acompanhar o evento que foi organizado pelo grupo SPRACE (sigla em inglês para o Centro Regional de Análise de São Paulo) e acontece atualmente no IFT Unesp.

O grupo SPRACE é um grupo associado à pesquisa em física de altas energia no Estado de São Paulo, em colaboração com o CERN os pesquisadores membros desse grupo trabalham com a análise dos dados produzidos pelo CMS, um dos experimentos do LCH.

Para conhecer a história sobre a criação e o desenvolvimento do evento Masterclass realizado pelo grupo SPRACE, utilizamos as informações divulgadas no site oficial do grupo SPRACE (2016). A página para o evento Masterclass disponível no site tinha informações sobre o formato do evento, o conteúdo das palestras oferecidas aos estudantes durante o evento, as escolas participantes, a agenda referente a cada ano de realização do Masterclass, e outros registros como foto das edições anteriores do Masterclass e contato dos organizadores. Foi feito o levantamento, com base nas informações disponíveis do site, desde a elaboração da primeira edição em 2008, até a edição mais recente, de 2016.

Essas informações foram analisadas e utilizadas para se construir a história do evento, acompanhando as mudanças, com relação estrutura do evento, programação e o número de escolas participantes. A seguir faremos uma descrição histórica sobre a expansão e o desenvolvimento do evento, desde a sua primeira edição em 2008 até a edição atual, 2016.

A primeira realização do evento aconteceu na Instituto de Física da Universidade de São Paulo em 2008, com o título de “Masterclass: Trabalhando em Física de Altas

Energias” tradução do inglês Hands on Particle Physics – International Masterclasses for High School Students. Nessa edição o evento teve duração de um dia e meio “*o qual estudantes do ensino médio vão a um instituto de pesquisa participante e trabalham com mentores de física de partículas, com a finalidade de aprender sobre o Modelo Padrão, o LEP, o LHC, e de analisar eventos de decaimento do bóson Z, com dados reais do LEP.*”- SPRACE (2016).

A estrutura inicial de como o evento foi realizado, seguiu a proposta para realização do evento como idealizada pelo grupo IPPOG, ou seja, do evento ter duração de um dia, com palestras, análise dos dados provenientes do CERN e no final do dia, a discussão dos resultados e a videoconferência com outros estudantes e cientistas do CERN. A programação com essa forma ficou identificada como o “dia do estudante”.

Essa foi a primeira vez que o evento teve a participação brasileira, organizado por pesquisadores da Unesp, USP e UFABC, e grupo de Física de Altas Energias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Esses pesquisadores têm relação direta com pesquisa em física de altas energias e parceria de colaboração com o CMS (Compact Muon Solenoid). Escolas participantes:

- Colégio Dante Alighieri
- Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP

Na edição de 2009 o evento ganhou uma atividade adicional, o Dia do Professor, nesse dia os professores fariam a atividade de análise dos dados, do dia dos estudantes, sem a videoconferência. A adição do dia do professor, segundo a opinião dos organizadores (SPRACE, 2009), o professor seria um multiplicador levando o conhecimento aprendido durante o evento Masterclass para sua escola de origem, o que alcançaria mais estudantes além dos que participaram de fato do evento. Esse dia também se tornou um momento para ouvir o professor, suas dúvidas e críticas com relação ao evento Masterclass e as necessidades do ensino básico.

A adição do dia do professor trouxe a primeira modificação na programação do evento, no primeiro dia do evento, além das palestras sobre a estrutura da matéria destinadas aos estudantes, também foi composto da atividade de análise de dados

somente para os professores, assim análise de dados feita pelos estudantes, junto com a videoconferência foi transferida para outro dia, formando o segundo dia do evento.

Essa forma com que o evento foi estruturado, também estava incluso a programação uma visita guiada ao GridUNESP.

Em 2010 aumento o número de escolas participantes, houve um acréscimo de 3 escolas na participação do evento. Sobre as escolas participantes nesse ano, podemos identificar que grande parte dos estudantes que estavam participando do evento, corresponde ao público do ensino privado e no caso das escolas públicas, uma Instituição Federal e a outra Estadual vinculada a Universidade de São Paulo.

- Colégio Dante Alighieri
- Colégio Vera Cruz
- Escola Nossa Senhora das Graças
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
- Escola de Aplicação

Com a nova estrutura do evento, previsto para durar dois dias, devido a incorporação do dia do professor. O grupo organizador teve a oportunidade de adicionar novas atividades a programação do evento, além das sugeridas pelo grupo IPPOG. Para a edição de 2010, paralelo as atividades com os professores, no primeiro dia do evento, para as estudantes, foram adicionadas:

- Preparação para a Videoconferência: discussão com Prof. Hélio Takai, do BNL, EUA
- Apresentação do jogo eletrônico das partículas

Sobre o jogo eletrônico, SPRACE Game, ele passou a incorporar a programação em 2011, no primeiro dia durante a atividade com os professores, do Dia do Professor. O jogo do SPRACE Game (NOGUEIRA, 2010) foi realizado com os estudantes em grupos de 20 estudantes, enquanto um grupo jogava o outro tinham acesso a livros de divulgação científica trazidos ao Masterclasses 2011 pelas Editoras da UNESP e da

Livraria da Física junto com uma discussão com alguns autores de livros didáticos. Assim com adição dessas atividades em 2011, na primeira parte do dia os estudantes estariam acompanhando as palestras, na segunda parte do dia, durante a atividade dos professores, os estudantes estariam nas atividades complementares, como o jogo SPRACE Game e livros de divulgação científica.

Com a adição da atividade SPRACE Games ao evento, as edições seguintes passaram a ter duração de dois dias e em 2012 aumentou o número de participantes, totalizando 11 instituições de ensino participantes entre públicas e privadas.

- Colégio Bandeirantes
- Colégio Lourenço Castanho
- Colégio Equipe
- Colégio Miguel de Cervantes
- Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP
- Escola Estadual Jorge Duprat Figueiredo
- Escola Estadual Pilar Garcia Vidal
- Escola Técnica Estadual Gildo Marçal Bezerra Brandão
- Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo
- UFABC
- UNESP - Bauru, Guaratinguetá, Ilha Solteira, Presidente Prudente, Rio Claro
- Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá

A edição de 2012 além de ser planejado para ter duração de 2 dias e ter um número maior de escolas participantes, nessa edição fez parte da agenda do Masterclasses o oferecimento de uma oficina de Física de Partículas para os Professores.

O oferecimento dessa oficina foi para atender uma demanda que surgiu de um maior oferecimento de subsídios didáticos. A oficina com duração de 4 dias organizada principalmente pelo pesquisador em física experimental Dr. Helio Takai do Brookhaven National Laboratory (BNL), de Long Island, EUA e tinha como objetivo a familiarização dos participantes com os conteúdos da física de partículas, por isso na oficina foram

discutidas ferramentas e técnicas utilizadas na análise dos dados preparando os participantes para maior aproveitamento das informações divulgadas pelos principais experimentos de física de partículas. A oficina foi organizada com palestras e demonstrações de experimentos como da Câmara de nuvens, Movimento Browniano, webcam de infravermelho e também Jogos. Como descrito na agenda disponível na página online com informações sobre a oficina.

	Segunda 19/03	Terça 20/03	Quarta 21/03	Quinta 22/03	Sexta 23/03	Sabado 24/03
9:00-10:30	Introdução a Física de Partículas	Introdução a Detetores de Partículas	Física de Partículas e Astrofísica	A Física do LHC	MasterClass	Video Conferencia
10:30-10:45	Break	Break	Break	Break		
10:45-12:00	Jogos	Discussões	Discussões	Discussões		
12:00-13:00	Demonstrações	Demonstrações	Demonstrações	Demonstrações		
13:00-14:00	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço		
14:00-15:45	Movimento Browniano	Pipoca	Planck	Câmara de Nuvens		
15:45-16:00	Break	Break	Break	Break		
16:00-17:30	Movimento Browniano	Pipoca	Planck	Câmara de Nuvens		

Figura 15: Agenda da oficina, com as atividades feitas com os professores antes do evento Masterclass que iria acontecer com os estudantes.

Após a realização dessa oficina foi incorporado à programação do Masterclass no IFT demonstrações de experimentos da física moderna, como a Câmara de nuvens (Figura 15) mas também de outros domínios da física. Essas atividades passaram a fazer parte do primeiro dia do evento, nas atividades destinadas aos estudantes.

Figura 16: Edição do evento com demonstrações de Física em especial da câmera de nuvens.

A partir desse ano, o primeiro dia durante a atividade do “Dia do professor” os estudantes foram divididos em grupos e participaram de atividades com demonstrações e experimentos de física.

Embora no ano de 2012, o número das escolas públicas participantes do evento tenha aumentado, comparando com as edições anteriores. A mudança mais significativa aconteceu na edição do evento Masterclass que aconteceu em 2014.

Em 2014, devido a uma parceria com a Secretaria Estadual de Educação de São Paulo (SEE-SP), o número de escolas públicas, e estaduais aumentou. Totalizando 21 escolas participantes em que 11 foram de escola pública da rede Estadual. A mudança no número de escolas participantes provocou uma alteração também na organização do evento, ele passou a ser oferecido em duas datas: primeira data para escolas parceiras (grupo I), que já haviam participando nas edições anteriores e segunda data para as escolas que estavam participando, a maioria pela primeira vez (grupo II).

A agenda do evento para o dia com as escolas que já haviam participado, e para o dia com as novas escolas, foi diferente do que aconteceu nos anos anteriores. Para as escolas que já haviam participado o evento não teve o “Dia do professor” e as palestras introdutórias sobre a estrutura elementar da matéria e dos experimentos do CERN e aceleradores de partículas. A tarefa de preparar os estudantes com as explicações necessárias para que eles pudessem analisar os dados do CERN, deveria

ser feita antes do evento em suas escolas. Para as escolas que estavam participando pela primeira vez, maioria composta dos estudantes da rede Estadual, a agenda do evento, se manteve, ou seja, com atividades do “Dia do professor” e do “Dia dos estudantes”, como acontecia nas edições anteriores.

Evento Masterclass 2016 organizado pelo SPRACE

O evento Masterclass em física de partículas acompanhado nessa pesquisa aconteceu no Instituto de Física Teoria da Unesp – SP nos dias 15 e 16 e 22 e 23. A instituição responsável pelo evento Masterclass no IFT-Unesp é o grupo SPRACE.

O evento foi organizado para receber 120 participantes incluindo professores, estudantes e outros pesquisadores, estudantes de licenciatura. Seguindo a estrutura elaborada pelos organizadores internacionais do Masterclass.

As observações feitas até aqui, também servirão como pano de fundo para análise do evento Masterclass, a partir da historicidade podemos localizar algumas contradições na atividade que serão melhor exploradas nos capítulos a seguir.

Multivocalidade

Para orientar a discussão da análise do evento Masterclass a partir dos dados encontrados, utilizamos os cinco princípios básicos da teoria da atividade. Nesse capítulo, a partir de exemplos selecionados do evento Masterclass apresentaremos sua análise a partir do princípio da multivocalidade. No próximo capítulo estenderemos a análise com o apontamento de alguns conflitos, limitações e mudanças relacionadas a atividade que caracterizaram as contradições na atividade.

A constituição da atividade por diferentes sujeitos no evento Masterclass forma sua multivocalidade. O termo multivocalidade (Engeström, 2001) é usado para descrever as várias vozes presentes na atividade, diferentes pontos de vistas, perspectiva e interesses sob um mesmo objeto:

“não se pode reduzir uma atividade a uma única perspectiva, a um único sujeito, pois a atividade são formações coletivas, e isso significa que nenhum indivíduo, nenhum participante, nenhum sujeito compartilha exatamente a mesma visão, a mesma perspectiva, os mesmos interesse com os outros.”(LEMOS & ALMEIDA, p. 720, 2013).

A multivocalidade está manifesta nas “vozes” dos participantes, nas suas opiniões sobre o que esperam do evento, motivos de suas participações e, no nosso caso particular, os sentidos relacionado aos procedimentos experimentais realizados pelos estudantes no Masterclass. Isso nos permite indicar alguns exemplos que retratam a multivocalidade com relação a finalidade do evento, os objetos e instrumentos da atividade Masterclass, como ilustrado a seguir:

Figura 17: Diagrama da atividade Masterclass

O triângulo de Engeström nos ajuda a compreender como o evento está organizado, a localizar os sujeitos e objetos que pertencem a atividade, assim como sua finalidade que seria o “outcome” da atividade.

Por sua vez, o evento está organizado com palestras, atividades de análise dos dados dos experimentos do CERN, vídeo conferência para comunicar os resultados alcançados para cientista do CERN e outros estudantes, esses caracterizam alguns dos procedimentos científico que o estudantes participa. Da mesma forma que os textos a escolha das tarefas desenvolvidas pelos estudantes durante o evento é uma manifestação da “voz dos organizadores do evento”, que em sua maioria são cientistas. Para eles a proposta de análise e discussão dos dados provenientes dos experimentos do CERN, representam a produção do conhecimento científico.

Das atividades desenvolvidas pelos alunos, que fazem parte dos procedimentos científicos escolhemos a experimentação para exemplificar a presença da multivocalidade na atividade.

Exemplo de multivocalidade na experimentação

Considerado a atividade, como ilustrada na figura 17, dela foi selecionado para ilustrar a multivocalidade na atividade, o sentido atribuído à experimentação durante o evento. Reduzimos a ideia de experimentação com o que na literatura é identificado como “hands on”, acompanhado de todas as formas de experimentação que incluam:

forma de manuseio da parte dos alunos, atividade experimental para manipulação de equipamento e dispositivos experimentais, atividades em laboratório acompanhadas por guias e roteiros abertos ou fechados (Araújo & Abib, 2003; Alves, 2000).

A experimentação é um dos objetos da atividade que fazem parte dos procedimentos científicos realizados pelos pesquisadores em suas investigações. No caso do evento, o estudante, vai interagir com os mesmos instrumentos que são utilizados nas pesquisas pelos cientista para conduzir suas investigações e chegar os mesmos resultados.

Para o cientista o produto da experimentação é a produção de conhecimento, isso justifica suas ações e tem por finalidade, no caso das investigações na área de física de partículas, a confirmação das ideias previstas pela teoria, por meio da identificação de novas partículas, mas o mesmo objetivo não pode ser atribuído para a experimentação realizada na escola. A seguir localizamos na voz do aluno e do cientista, sua opinião sobre quando realizam experimentos:

Voz do aluno:

*Gosto bastante porque a gente não só fica na teoria, **a gente consegue visualizar o que o professor explica**, e a gente acaba montando também. Acho que essa aproximação em montar, ver como funciona, eu acho que facilita bastante o aprendizado. (Aluno 3)*

Voz do cientista:

*A experimentação é muito distinta daquela que você vê na sala de aula, mesmo no caso da graduação. Porque o porte disso é tão enorme, por isso a gente tenta dar uma ideia de como é, **do tamanho, de como é feito o processamento e análise de dados, porque é muito além do porte de uma experimentação que você possa fazer na sala de aula ou uma demonstração que você possa fazer.***

Na voz do professor, sobre como são os experimentos realizados com seus alunos, fica ainda mais evidente que a experimentação na escola possui objetivos que são diferentes da experimentação na ciência.

Voz do professor:

*Na maioria das vezes eu tenho uma que é bem sórdida, tem o lúdico mesmo, que ele encanta e a partir do momento que você encanta, dizendo assim parece uma justificativa muito pequena né?! Porque é só para brincar? Só para parecer mágica? Eh! Porque quando parece **magica desperta muito a curiosidade, desperta muito a atenção**, eles gostam das coisas que são...que se transformam, que do nada se transformam em alguma coisa, **eles gostam muito disso e isso chama a atenção deles, e a partir do momento que você chama a atenção você ganha o aluno para conseguir desenvolver outras coisas que tem uma profundidade em outros aspectos...**tem um resultado pedagógico interessante. (Professor 1)*

Para o estudante a experimentação adquire um sentido que está associado ao contexto escolar, a realização de uma tarefa que vai confirmar o conteúdo, confirma o que o professor diz e vai ser objeto para construção da sua aprendizagem. Podemos ver isso quando o aluno descreve a necessidade de um roteiro, de instruções para serem seguidas quando se realiza um experimento.

Voz do aluno:

Eu diria que precisa ter um roteiro, os materiais necessários, e...eu não sei, depende do experimento que você vai fazer. Porque não são todos iguais. Mas acho que o principal é ter um roteiro, falando exatamente o que você vai fazer; o porquê você está fazendo aquilo. (Aluno 4).

Por meio da multivocalidade vimos que o objeto possui seu sentido contextualizado com a cultura de uma comunidade, na presente pesquisa a comunidade que estamos considerando é a comunidade científica e a escola. Isso permite uma visão do objeto como uma entidade cultura, e que está localizado em uma comunidade. Assim a experimentação, na visão do cientista faz parte dos procedimentos científicos para produção do conhecimento e na visão do estudante a experimentação seria um momento de aprendizagem.

O sentido atribuído pelos cientistas às atividades que fazem parte dos procedimentos científicos durante o evento, estão determinados pelos contextos da atividade científica que eles estão inseridos. Como os cientistas que participam do evento são físicos teóricos e experimentais que atuam no CERN, o sentido que o dado, o conhecimento teórico, ou um gráfico possuem, é o de uma representação que não

está desvinculada da sua história, ou seja, dos instrumentos mediadores que foram elaborados e acumulados ao longo do processo de produção científica. Se para o cientista a análise de dados do CERN representa a produção de conhecimento, para o estudante, isso não acontece, pois ele não está compartilhando dos mesmos instrumentos mediadores do conhecimento um físico.

Por um lado, durante o evento, no momento em que os alunos participam da atividade de análise de dados poderíamos dizer que eles estão agindo como cientista, porém há uma contradição, pois embora o evento seja estruturado para que o estudante tenha uma experiência de fazer ciência, o que ele faz não é reconhecido como produção de conhecimento. O estudante, por exemplo, não tem a chance de contribuir para a identificação de novas partículas ou outro tipo de contribuição como é comum nos projetos de pesquisa.

Experimentação na pesquisa é um instrumento para chegar no resultado. É com a experimentação que acontece a observação e análise dos dados para transformá-los em conhecimento. E, assim, por serem comuns a atividade científica, os conceitos atribuídos a experimentação, manipulação e observação de dados pelos cientistas estão cristalizados, como se seu sentido fosse característico do objeto e não dependesse do contexto ou da atividade que estão associados.

No caso dos estudantes, o sentido do evento é fortemente influenciado pelo sentido atribuído pela escola. Como localizado na literatura consultada, é bem frequente o incentivo de uso de experimentação para o ensino de ciências. Segundo alguns autores (ARAÚJO e ABIB, 2003; ALVES, 2000), a atividade experimental é apresentada em diversas formas, como a demonstração, o manuseio direto de parte dos alunos, atividade experimental para manipulação de equipamento e dispositivos experimentais, atividades em laboratório acompanhadas por guias e roteiros abertos ou fechados, etc. Em cada uma dessas propostas, é dado um enfoque, que alguns autores (e.g. CAMILLO, 2011; BORGES, 2002; ALVES, 2002) classificaram por meio dos principais objetivos atribuídos a experimentação: para fugir de situações comuns, testar uma hipótese, reprodução de certos procedimentos científicos, generalizar observações. É possível identificar na voz dos estudantes os sentidos atribuídos à experimentação ao

longo no evento enquanto ele participa da atividade de análise de dados que se parece com uma situação experimental:

Pesquisador: *O que você acha que seria necessário para conseguir interpretar aqueles dados?*

Voz do aluno:

Eu acredito que não precisa, pelo menos um simples assim não precisa nem muita teoria assim. Porque pelo o que ao menos explicaram para a gente, cada partícula que escapava fazia um trajeto que era dela. Cada uma tinha um aspecto que de você olhar você já saberia a qual pertencia. Quando que a gente conseguiu analisar os dados sem muita explicação por conta dela adquirir formas assim, bem individuais. (Aluno 3)

Pesquisador: *E você acha que na ciência é assim também? O cientista consegue observar e fazer a interpretação sem conhecer muito.*

Voz do aluno:

Então eu acho que não, um pensamento convergiu. É então, acredito que não pelo fato de não ser os cientistas pesquisa coisas mais complexas do que o que a gente tinha visto naquele momento. Tanto que eles não passariam algo tão complexo que a gente iria acabar saindo de lá sem entender nada, sem ter participado da experiência que foi proposta. Então eu acho que para o cientista ela é necessária, tanto que pode relacionar isso até com os experimentos da classe que antes do professor passar a gente não tem conhecimento sobre aquilo mais ele passa algo mais simples que através daquilo a gente consiga entender. Porque a gente não tinha adquirido o conhecimento antes de ele passar. Foi através daquilo, foi uma ajuda para adquirir conhecimento então depende do experimento. Acho que aí dependendo do experimento requer conhecimento ou não muito conhecimento, mais algum conhecimento necessita. (Aluno 3)

Mesmo quando colocado em uma situação experimental de acordo com como acontece nos laboratórios de pesquisa, o estudante na sua opinião acerca da atividade científica, ele não se identifica como fazendo ciência por participar de uma atividade de observação e análise de dados.

Por esta lidando com objetos com finalidade diferente no momento da análise de dados realizado pelo estudante, o cientista interpreta o que o aluno esta fazendo diferente do que identificamos na voz do aluno.

Voz do cientista:

*Hands on porque você põe as mãos nos dados, você analisa os dados de verdade, você faz efetivamente uma **atividade que é próxima àquilo que a gente faz, os estudantes sentam no computador e analisam os dados eles mesmos, eles mexem, eles mudam as ferramentas disponíveis, eles exploram, eles investigam para identificar as partículas com que eles estão lidando, é de fato interativo, é hands on mesmo! (Cientista 1)***

Segundo Russell et al. (1993), um dos motivos que afeta o sentido da experimentação na atividade é que ela não pode acontecer de forma isolada. A experimentação é parte de uma investigação, e serve para um proposto particular na investigação. Seria uma das ações que compõem os processos investigativos e que deve estar coordenada com outras ações e direcionada ao objeto, ou seja, a realização de experimento, a análise de dados feitas de forma isolada podem não ter sentido, levando a experimentação a ser interpretada como tarefa para ser completada e não uma tarefa que vai dar suporte a sua aprendizagem.

Cada parte do procedimento experimental realizado pelo estudante possui um sentido específico, que está fortemente relacionado com o propósito da investigação, como parte de um processo complexo de produção de conhecimento, e não como o fim em si. Uma ação desconectada de um processo de investigação aparece sem sentido ou com o sentido desvinculado da produção de conhecimento. Por exemplo, no ato de observar um dado, sem o conhecimento de todo o processo de investigação não pode ser considerados, pois eles são necessários para guiar a seleção e a interpretação feita por eles em relação ao dado.

Multivocalidade localizada nos instrumentos da atividade

Outro caso de multivocalidade é com relação aos Instrumentos da atividade. Esses são instrumentos que conforme a história do sujeito envolvido ele vai transformar o objeto da atividade em um resultado diferente, fazendo a mediação entre o sujeito e o objeto da atividade.

No evento Masterclass os instrumentos utilizados para fazer a mediação do aluno com o conhecimento científico são os equipamentos, software para análise dos dados, técnicas de análise e conceitos científicos que vão guiar a experimentação feita pelos estudantes, e no momento da análise de dados ajudá-lo a identificar as partículas e classificá-las. Esta situação no evento é onde o estudante tem a chance de “visualizar” a trajetória das partículas e classificá-las conforme sua energia.

Figura 18: Interface do computador com a trajetória das partículas que são visualizadas pelos estudantes durante a análise de dados.

A multivocalidade aparece na divergência entre o sentido do que é observado pelo aluno e o sentido que os cientistas querem que ele observe. E quando os instrumentos não são compartilhados e o aluno não tem condição de dar a mesma interpretação para os dados ou para a atividade como o cientista faz, localizamos isso no relato de um professor sobre a atividade feita por seu aluno.

Voz do professor:

*[...] sabemos que não é daquele jeito que é feita a ciência, existem software que faz aqui. Aquilo é um trabalho braçal e desnecessário. Talvez, tenha que ser alguma coisa mais dinâmica e real. **A maioria dos alunos fica procurando aquelas partículas sem ter uma noção do que realmente está acontecendo ali**, eu acho que o contato com os cientistas, a*

*troca de ideia com eles, aquilo que eles falam durante algumas palestras durante apresentações, aquela experiência que eles contam da vida deles, o método a metodologia usada pela ciência hoje em dia, como se faz a ciência começa a se tornar mais evidente do que sentar atrás do computador e ficar vendo aqueles traços todos. Eu trabalho com aluno de curso técnico, então nessa última vez que eles foram um aluno virou para mim e falou - **professor se eles quiserem eu monto um software que determina essas partículas para eles. Foi isso que o aluno me falou, ele sabe que não é daquele jeito que se faz ciência...***(Professor 4)

Na sala de aula a observação de um fenômeno natural é vista como atividade direcionada pelo professor, como parte de uma tarefa escolar e não de um processo de investigação. A observação é um momento para assistir alguma coisa acontecer e não para perceber as variáveis, as alterações, investigar e identificar o que causa isso. Muitos dos estudantes prestam atenção para o que foram direcionados a prestar atenção, com podemos identificar no excerto a seguir:

Voz do estudante:

O que vocês fazem na análise dos dados?

*[Como foi?] “estava eu e mais uma amiga e ai...não lembro.” [confia na análise que fizeram] “não da para confiar totalmente....**alguém falou para a gente que a gente iria encontrar o que estava lá [as partículas] e ai...a gente realmente encontrou, ou pelo menos achamos que encontramos.**”*

[Como foi?] “É eu fiquei meio na dúvida se tinha vindo direto do CERN aquilo, mas eu não questionei muito, eu acreditei. É porque seria meio estranho dar um material direto do CERN, para uma sala com um monte de gente praticamente aleatória mexer.”(Aluno 3)

Multivocalidade na finalidade do evento

Um ponto de divergência que também é produto da multivocalidade se refere a finalidade do evento. A finalidade do evento está relacionada com a transformação do objeto da atividade no produto da atividade que contém o motivo da atividade.

Para conhecer a finalidade do evento para além do discurso presente nos documentos oficiais de divulgação do Masterclass, buscamos conhecer os interesses dos participantes, por exemplo o interesse do cientista em participar de forma voluntária

do evento Masterclass, o interesse do professor e o interesse do próprio estudante em participar do evento. Por exemplo:

Voz do cientista:

O propósito do evento é mostrar como é o dia-a-dia do Físico de Partículas, tudo o que a gente faz do cotidiano, e eu acho que ele é bem exemplificado, para dar uma ideia e entender o conteúdo a gente é aconselhado e a gente faz isso desde o início, é preparar através de palestras. Palestras que são introdutórias a Física de Partículas, depois a ideia, os conceitos que são dos principais fatos ligados a aceleradores de partículas especialmente de colisão, e também dando uma ideia do que seria esse exercício. [...] O objetivo é esse de ver se passa para eles **um pouco da visão da onde a gente se encontra**, um pouco da ideia que essas coisas **devem seguir o método científico** e que eles saem dali com **a ideia de que aquilo é uma atividade extremamente interessante e extremamente motivante**, mas que exige muito esforço, muito trabalho e exige uma clareza de propósito e que ele aprenda um pouco sobre a natureza, essa é a ideia. (Cientista 1).

Com essa finalidade o evento está organizado para que o estudante possa passar por situações que mostrem como acontece nas pesquisas na área de Física de Altas energias, Física Moderna. Isso justifica a forma que o evento está organizado com atividade de análise de dados, videoconferência com outros cientistas, para permitir que os estudantes secundaristas tenham uma experiência autêntica de ser um cientista por um dia, o que permitiria que aprendessem sobre ciência e como ela é desenvolvida no CERN.

Para a escola a participação do evento adquire novos sentidos que não poderiam ser observados se consideramos somente a voz do cientista, segundo a voz do aluno e do professor:

Voz do aluno:

Como era lá (na Universidade), basicamente nos estávamos tendo aula em uma faculdade durante dois dias. Três alunos do ensino médio e uma professora tendo aula em uma faculdade durante esses dois dias, chegando lá 7hs da manhã e saindo 6hs da tarde, e foi muito bom isso. (Aluno 5)

Voz do professor:

Quero que meus alunos possam ampliar esse sentimento de pertencimento, amor acadêmico, para que eles tenham contato com ciência e ponto. Para que eles tenham contato com as oficinas que são desenvolvidas por outros professores das universidades. (Professor 1)

A voz do professor e do aluno nos da direções sobre o sentido do evento para a escola, e o motivo pelo qual a escola quer participar do evento, Para eles o evento iria aumentar a autoestima dos estudantes por estarem tendo contato com os pesquisadores e universitários.

Também buscamos nas vozes dos participantes compreender quais as mudanças ou novas ações que acontecem na escola a partir de sua participação, se o evento produz mudanças na escola, segundo o aluno no retorno para a escola nada de mais aconteceu.

Voz do aluno:

Aqui na escola, nada de mais... o que mais aconteceu foi eu me juntar com Adri e com o Gustavo, nos ficamos conversando sobre isso e com a professora que nos acompanhou – O que vocês falaram sobre o evento? - sobre o que aconteceu sobre como foi...[...] (Aluno 5)

Embora seja feita a ação de levar seus alunos, no retorno para a escola, no caso dessa escola mas também de outras que foram acompanhadas, pouco é feito na escola após o evento. As atividades encerram com o evento no fim do evento, as expectativas dos professores é com relação ao aproveitamento individual dos alunos que foram, mas não são realizadas ações na escola que possam expandir o que foi feito durante o evento.

A atividade tem mais sentido para a escola, se antes do evento o professor inseriu o conteúdo abordado no Masterclass em seu planejamento, nesse caso a proposta do Masterclass é uma extensão do que o professor iniciou na escola, esse foi o caso de uma escola participante cujo professor já tem um histórico de participação por vários anos do evento:

Voz do professor:

*Quando eu transponho o **Masterclass para sala de aula, normalmente o Masterclass ele vai fazer parte da sistematização, da discussão, de estrutura de matéria, de modelagem atômica...que gente já promove com os alunos**, então o que a gente faz chama sequência didática que trabalha com física de partículas e com modelo. E aí vai nos levar a entender ao evento Masterclass quando os alunos já tem um certo conhecimento, já estão engajado nesse conhecimento [...]* (Professor 3)

A multivocalidade tem grande efeito sobre o sentido da atividade para a escola. Uma das origens que ocasiona na multivocalidade é a comunicação entre a escola e os organizadores do evento. Isso está relacionado com a divisão do trabalho, que revela as diferentes funções dos envolvidos na atividade. Pois é no diálogo entre os organizadores do evento e a escola, que as intenções e o objetivo do evento poderiam ser negociadas, tornando eles mais coordenados com os interesses da escola.

Assim a superação da multivocalidade no evento poderia ser feita com uma aproximação entre a escola e os organizadores do evento. A partir da estrutura da atividade compreendemos que a interação entre os sujeitos participantes e a comunidade científica e escolar é mediada pela divisão do trabalho, portanto é na divisão do trabalho que podemos localizar formas que possibilitem a superação da multivocalidade no evento Masterclass.

Segundo a divisão do trabalho cada sujeito desempenha diferentes funções na atividade. Isso significa que é através da divisão do trabalho que as ações individuais passam a estar coordenada com a totalidade da atividade.

No caso do evento o papel desempenhado pelo professor, é a posição que mais sofreu alteração dentro do evento comparado com as edições anteriores. Antes, o professor apenas levava seus alunos e assistia a tudo que iria acontecer, mas nas últimas edições com a introdução do “dia do professor”, o papel do professor no evento mudou. Após a criação do “dia do professor” o professor passou a dar mais suporte aos alunos durante o evento.

A criação do “dia do professor” foi produto da necessidade de aproximar o evento da escola, pois aumentou a participação do professor no evento o que contribuiu com a condição de participação dos estudantes.

Também observamos, entre as escolas acompanhadas, uma melhor participação da escola, conforme maior o envolvimento da escola com os organizadores do evento. Tivemos condições de exemplificar isso quando compramos a condição de participação entre duas escolas, e conforme o nível de comunicação delas com os organizadores do evento. Entre as escolas participantes do evento, que acompanhamos nessa pesquisa, apresentaram diferentes condições de participação. Uma das escolas - Escola 1 - particular, participa do evento desde de sua primeira edição, em 2008. Nessa escola, o professor já conhece a estrutura do evento, inclusive realiza atividades de preparação com seus alunos antes da ida para o evento Masterclass. A demanda provocada pelo aumento no número de estudantes interessados em participar do evento, fez com que o professor precisasse realizar uma seleção prévia para decidir quais estudantes participarão.

A outra escola – Escola 2- era pública e foi chamada a participar do evento pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Ao ter como intermediária a Secretaria de Educação a Escola 2 acaba por ficar mais distanciada do evento, o que acarreta problemas de comunicação entre a escola e os organizadores do evento. A principal consequência desse distanciamento é o menor envolvimento do professor na preparação dos alunos antes do evento.

Os estudantes da primeira escola estavam motivados para participar do evento mediante o convite feito pelos seus professores, representantes da voz da escola. Enquanto para o caso da segunda escola, os estudantes não tinham praticamente nenhuma informação sobre o evento, impedindo que tanto o estudante quanto professor tivessem consciência do sentido do evento.

Por fim, a localização dos problemas a partir da múltiplas vozes, torna a multivocalidade na atividade também uma fonte para inovação, mudanças na atividade, por isso a multivocalidade na atividade não deve ser considerada um problema, e sua superação não é fazer todos os participantes pensarem do mesmo jeito, mas que realizem a negociação dos diferentes sentidos e significados atribuídos ao objeto capaz de produzir mudanças na atividade.

Antes de chegar ao próximo capítulo, acreditamos que seja importante resgatar algumas contradições resultantes da análise dos dados feita neste capítulo e que serão

mais exploradas nos capítulos seguintes, onde será tratado as contradições resultantes da multivocalidade na atividade, são elas: contradição com relação a finalidade do evento, se nas condições que ele é organizado pode ser considerado uma atividade de ensino ou de divulgação, depois sobre o papel da experimentação em fazer do estudante um cientista. Essas contradições vão caminhar na direção de oferecer condições de se examinar o evento e meios para tornar as atividade de ensino não formal melhor integradas com o ensino formal de ciências.

Contradições e tensões

Neste capítulo trataremos das contradições identificadas na atividade Masterclass. Partimos do pressuposto de que tais contradições são tensões historicamente acumuladas não somente entre sistemas de atividade, mas também internamente a eles mesmos (ENGESTRÖM, 2001). Nossa análise baseia-se na ideia de que a atividade Masterclass ocorre em uma dada distribuição de espaço e tempo, assim como com o uso de certos instrumentos e com finalidades específicas. Assim, frente aos dados podemos localizar nas expectativas dos sujeitos envolvidos diferentes sentidos atribuídos para a finalidade de evento, relação entre a ideia de ensinar e divulgar a ciência, e a função social da atividade Masterclass. Esses diferentes sentidos são o germe das contradições que identificamos. Dessa forma tomamos como dimensões de análise as contradições existente na proposta do evento sobre ensinar ciências, divulgar ciências, e fazer ciências. Todas essas dimensões perpassam os sentidos atribuídos ao fazer científico. Vale destacar que apesar de termos feito a opção de apresentar de forma individualizada cada uma das dimensões de análise, elas estão intrinsecamente relacionadas e o conteúdo exposto em uma seção também possui elementos explicativos de outra.

O evento Masterclass é uma atividade de divulgação científica organizada por cientistas com o objetivo de colocar o estudante do ensino médio em contato com os conhecimentos desenvolvido na área de Física de Partículas. A ideia principal é convidar estudantes para uma instituição de pesquisa, onde eles estariam expostos a palestra e atividades propostas pelos físicos relacionadas as pesquisas na área de Física de Partículas.

Dessa maneira algumas particularidades fazem parte do evento que diferem ele de outras situações educativas que estamos habituados como, por exemplo, o ensino formal, e aproxima ele do que se assemelha ao ensino não formal, como aconteceu em museus ou centros de ciência. A seguir algumas características do evento com relação a sua forma

- Voluntário: os estudantes participantes foram convidados, não é uma participação compulsória, em alguns casos devido ao grande numero de interessados e da quantidade limitada de vaga por escola,, os professores precisam realizar alguma forma de seleção para escolher os alunos que vão participar. Por isso usam critério de escolha, interesse do aluno ou desempenho no curso.
- Acontece fora do contexto escolar: embora a atividade seja organizada para o publico escolar, o evento acontece fora dos domínios da escola.
- Os resultados das atividades não são mensurados: não é feita uma avaliação direta da atividade que encontre as mudanças produzidas nos alunos ou na escola a partir da sua participação.
- Centrada no estudante: o estudante são mais ativos e reflexivos durante sua participação, o que expressa uma expectativa de que ele que constrói o conhecimento e é responsável por sua aprendizagem.
- Interação entre estudante e cientista: diferente do que estamos habituados nas situações de aprendizagem formal, em que o professor assume o papel central na formação do estudante, no caso do evento o cientista ocupa o papel central na relação entre o conhecimento e o estudante, ele que é responsável por ministrar o conteúdo e orientar o estudante nas atividades que serão realizadas.

Devido as particularidades do evento, podemos pressupor a existência de ideias que se opõem na atividade Masterclass e que vão representar as contradições na atividade. A seguir a descrição do evento como consta na pagina de divulgação dos organizadores junto com imagens das que acontecem durante o evento.

O MasterClass organizado pelo SPRACE é um evento com duração de dois dias, no qual estudantes do ensino médio vão a um instituto de pesquisa participante e trabalham com mentores de física de partículas, com a finalidade de aprender sobre o

Modelo Padrão e conhecer um pouco sobre o CERN, o laboratório europeu de altas energias. (SPRACE, 2016)

Figura 19: Ilustração das Atividades que aconteceram no evento Masterclass 2016. Fonte: SPRACE (2016)

Contradição – espaço de ensino de ciências ou de divulgação da ciência?

Uma contradição localizada na atividade Masterclass, em relação ao significado da prática educativa que acontece durante o evento, é se ela pode ser entendida como um momento de ensino de ciências ou de divulgação da ciência.

Pelo público para o qual o evento foi organizado, público escolar, e pela fala dos cientistas e professores, podemos supor que o evento tenha sido organizado para dar oportunidade aos estudantes de aprender sobre o conhecimento da Física de partículas.

Por outro lado, também é possível atribuir ao evento, não a tarefa de ensinar ciências, mas de divulgar o conhecimento científico com os estudantes participantes. Nesse caso o evento seria uma atividade de divulgação, organizado para que o cientista pudesse falar sobre suas pesquisas, sobre o que eles fazem.

Os dois sentidos aparecem no evento, isso pode ser entendido como uma contradição sobre seu objetivo. Como podemos identificar nos excertos a seguir:

Voz do cientista:

*Porque a gente se **interessa muito por divulgação**, já tinha tido no grupo outras iniciativas, por exemplo a iniciativa de um cartaz de divulgação talvez você tenha visto, no IFUSP mesmo tem, a ideia é que ele fosse criado e colocado ao lado da tabela de química para dizer quer os blocos fundamentais da estrutura da matéria hoje em não são o que a gente aprende na química, como os átomos, com núcleo. Os átomos com núcleos e elétrons mas tem blocos mais fundamentais que eles...são quarks, muons, elétrons e etc...[..] então o grupo já **estava envolvido com atividade de divulgação** e isso pareceu ser uma excelente oportunidade de propiciar esse contato, porque ainda não tinha sido aprovada a proposta de ensino de Física de Partículas no ensino médio então achamos seria bom preparar professores e estudantes para quando ela fosse implementada. (Cientista 1)*

Isso significa que ao mesmo tempo que se identifica um objetivo de ensino, também é uma atividade que objetiva a divulgação da ciência. Existem outros espaços que também se dedicam a divulgação do conhecimento científico, sobre eles CHINELLI e AGUIAR (2009) os descreve como atividades que estabelecem uma função social, para tornar o conhecimento acessível, com o objetivo de divulgar o conhecimento ao público.

Mas o sentido dessas atividades que buscam aproximar o conhecimento científico do público, não estão bem definidas. Além da contradição entre “ensinar” e “divulgar”, encontramos outras expressões que também são utilizadas para se referenciar a atividades que se assemelham com a do evento Masterclass. Tais expressões refletem os diferentes sentidos que são atribuídos a tais atividades, como, por exemplo: “comunicação da ciência”, “difusão da ciência”, “engajamento científico”, “divulgação da ciência”, “popularização da ciência”, ao nosso ver cada uma dessas expressões representam os diferentes sentidos que podem ser atribuídos a prática de aproximar a ciência da sociedade.

Na situação de ensino, entre os entrevistados eles acreditam que durante o evento os alunos têm a chance de aprender sobre Física de Partículas.

Para os entrevistados eles identificam no evento condições que se assemelham a de uma prática educativa de ensino de ciências. Nela se espera um envolvimento

intelectual, como o despertar da curiosidade, e a criação de um ambiente com de aprendizagem:

*A maneira como o Masterclass trabalha, você trás primeiro bastante informação, você tem o contato com os cientistas que trabalham com aqueles dados e eles estão disponíveis para responder qualquer questionamento dos alunos, então a proximidade que você tem para interação entre o pesquisador que **produz o conhecimento e o aluno que vai receber de uma outra forma esse conhecimento** que já esta posto, cria já um ambiente de credibilidade e de confiança. (Professor 3)*

Mas mesmo que o evento seja organizado para o público escolar, pelo fato dele acontecer em um contexto diferente faz a atividade Masterclass abarcar diversos sentidos e significados além dos presentes nas expectativas dos organizadores sobre o objeto como divulgado nos documentos oficiais.

Uma atividade de ensino, fora do ensino formal caracterizada como ensino não-formal e se refere, segundo Trilla (2008) (*apud* COOMBS, 1975, p; 27), a “toda atividade organizada sistemática, educativa, realizada fora do marco oficial para facilitar determinados tipos de aprendizagem a subgrupos específicos da população.”

Com essa definição foi possível identificar condições para se promover uma atividade de ensino, tais como a existência de objetivos de aprendizagem, ou seja, o que se espera que o sujeito participante aprenda e, por consequência, uma condição essencial é o da verificação se o objetivo foi alcançado, assim como a promoção de ações para que esse objetivo seja alcançado.

A partir dessas condições, localizamos algumas contradições envolvidas no evento com relação a proposta de ensino do conteúdo da física de partículas e das pesquisas desenvolvidas, e nos permitiram fazer algumas colocações sobre a finalidade do evento além os motivos apresentados pelos organizadores oficiais do evento.

Observando a programação do evento (Anexo 3) notamos que existem objetivos de aprendizagem em relação ao ensino de física de partículas e também ao fazer científico, pois são organizadas palestras para os alunos sobre os principais temas da área de Física de partículas: aceleradores de partículas, teoria do modelo padrão. O mesmo conteúdo, inclusive, que é recomendado nos documentos oficiais, como os

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (2002), que oferecem direções sobre os temas que devem ser tratados em sala de aula, situações de ensino de Física Moderna para o público do ensino médio.

Mas, como já mencionado, algumas particularidades do evento, causam rupturas com relação a proposta de caracterizar o Masterclass como atividade de que tenha como um dos objetivos ensinar. Mesmo que se tenha objetivos educacionais que são inclusive compatíveis com as diretrizes do ensino médio, público participante. Algumas particularidades distinguem o evento do que habitualmente se encontra em uma atividade de ensino.

A condição de ensino pressupõe e existência, também, de mecanismos para avaliar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados. Se a participação do evento provocou mudanças nos envolvidos, ou nas escolas participantes. Por exemplo, se durante as aulas de Física os alunos demonstraram estar mais interessados, participando mais das aulas de física. Buscamos a opinião de um dos cientistas que participa na organização do evento sobre o impacto do evento nos estudantes:

É difícil para mim, não sei! Eu acho que os professores desses estudantes, a gente não tem muito contato durante o ano, o que a gente sabe é a respeito do que a gente houve dos professores, tem gente que trabalha com a gente a muitos anos, como o caso do professor 1, que nos diz que isso é um evento esperadíssimo, porque um foi falando para o outro, que é extremamente interessante, ele e outro colégio Dante, na época, foram os que a gente convidou em primeiro lugar, então essas pessoas trabalham conosco até hoje. Então eles nos transmite o entusiasmo desse pessoal, então eu acho que fica um pouco o interesse pela ciência, fica um pouco do que eles aprenderam e eles transmitem. [...] Como eu disse é difícil para eu te dar uma opinião porque eu não interajo com esses alunos em sala de aula, é mais durante o evento. então é mais pelo depoimento deles vindo de professores. (Cientista 1)

Embora se tenha a intenção de contribuir com a aprendizagem dos alunos nos temas relacionados à pesquisa na área de Física de Partículas, não é feita nenhuma avaliação que busque mostrar o resultado do evento e se eles são compatíveis com os objetivos de aprendizagem descritos pelos organizadores.

HOFSTEIN e ROSENFELD (1996) buscaram avaliar o resultado de aprendizagem para diversos contextos de ensino informal e listaram algumas dificuldades metodológicas que oferecem problema no estudo de atividades de ensino não formal/informal. Uma delas é pouca precisão na definição do que se considera como atividade de ensino não formal/informal, depois quanto a duração, estrutura e organização da atividade, se ela é guiada ou de livre escolha. Essas são variações que tornam difícil categorizar a atividade e controlar o que é relevante para se observar o impacto da atividade nos participantes.

Sem uma avaliação das mudanças ou que identifique o impacto do evento nos estudantes ou escolas participantes, torna difícil julgar se o evento tem criado oportunidades de aprendizagem e, ao mesmo tempo, conhecer o impacto do evento após a sua realização. Uma tentativa segundo o cientista entrevistado:

Voz do cientista:

Eu tenho insistido, assim como os meus parceiros coordenadores, que ao sair de lá eles (os estudantes) pelo menos contem o que viram, a gente dá um DVD para que eles levem para casa, e se possível demonstrem o que fizeram para pelo menos mais uma pessoa, melhor ainda se tiver um evento na escola, muitas escolas fazem isso, então eu acho que eles saem entusiasmados (Cientista 1)

Outra ruptura da atividade Masterclass, como uma atividade de ensino, é com relação ao papel do cientista. O cientista no evento tem um papel central, pois é por meio dele que o estudante interage com o conhecimento desenvolvido na área de Física de partículas e de suas investigações.

A questão é se o cientista, no momento em que está interagindo com o aluno, se identifica participando da formação do estudante, se ele ocupa o lugar de educador ou se ele se mantém no seu papel de somente cientista, considerando sua interação com os alunos como um momento em que ele comunica do seu trabalho, ele fala sobre o que faz. Para o estudante em mais de um momento identificamos na sua voz que ele reconhece o cientista como “professor” por estar explicando para eles o conteúdo.

Voz do aluno:

*As teorias que eles estavam apresentando, por mais que eu leia e tudo mais... eu sempre fico na dúvida, mas quando **um professor** fala eu sei que tem um pingço de certeza ali, e quando eles estavam explicando sobre as teorias e tudo mais, eles não explicaram só a teoria mas explicavam como foi criada, por quem foi criada e porque foi criada....eu percebi que tudo bem uma base. (Aluno 5)*

Essa discussão é importante pois ajuda a identificar o sentido do evento para o cientista, e os motivos envolvidos para que ele queria participar do evento.

Para entender a função educativa do evento do ponto de vista do cientista, primeiro é necessário refletir mais sobre a relação entre o cientista e a divulgação. Segundo alguns autores (p.e. MARANDINO et al. 2007; WATANABE, KAWAMURA, 2017), os interesses dos cientistas, em participar de atividade de divulgação, podem estar relacionados com a influência que a divulgação tem no seu ambiente de trabalho, no seu espaço de atuação profissional, podendo este ser associado com a manutenção de seu status socioeconômico, do prestígio e do financiamento de todos os envolvidos na atividade científica.

Na ciência está estabelecido em um cenário de disputa de poder (WATANABE, KAWAMURA, 2017) e todas as decisões tomadas na área científica, da qual a realização do evento Masterclass é uma delas, não estão livres de razões ligadas a interesses particulares ou que façam parte de uma influência política.

Sendo assim podemos considerar que o evento também é um instrumento político, que pode ser utilizado para promover o conhecimento científico desenvolvido nas pesquisas da área de Física de partículas, não apenas o conhecimento, mas também um conjunto de valores e forma de fazer ciência que vão legitimar o conhecimento produzido pela comunidade científica.

Isso pode ser identificado se consideramos a seleção de saberes e a forma de fazer ciência que o evento está reproduzindo, refletem na verdade um conjunto de valores e interesses que podem não estar explícitos.

Por isso, também, podemos observar no evento que junto à intenção educativa, o cientista também vai divulgar a sua pesquisa, como ela é feita, quais são os resultados e a utilidade desse conhecimento, por isso foi comum durante o evento encontrar

referencia que os cientistas faziam para uma aplicação do conhecimento desenvolvimento em algum seguimento da sociedade.

Voz do cientista

Para mim a parte importante, é realmente mostrar a área, mostrar de uma forma básica uma coisa que é bem complexa para eles terem uma ideia da importância da física, dessas coisas pesquisa fundamental da física. É uma informação que é difícil dos professores passarem, eles não são da área e eu acho que a parte mais importante é isso mesmo você pegar essa coisa, essa colaboração gigante que tem experimento super complexo, simplificar isso e mostrar para eles, que eles podem tá fazendo isso no futuro não é algo impossível, é algo muito interessante eles vão estar contribuindo com pesquisa fundamental. Não só para nós área são coisas que são usadas no dia a dia como coisas que surgiram o LED e surgiram de pesquisa nessa área muitas coisas de computação nuvem essas coisas foram desenvolvidas com a área de pesquisa.(Cientista 2)

Um desafio na área de Física, visto que são poucos os alunos que se interessam pela física, é que poucos estudantes do ensino médio tem a vontade de se tornarem físicos. Esse dado, mostra como o evento também tem uma função política de contribuir para que mais jovens optem pela carreira de Física. Durante o evento, ao interagir com o cientista, o estudante tem a chance de conhecer mais da sua rotina dos desafios e dos prazeres em trabalhar como cientista, o que tem a intenção de produzir nos participantes um interesse pela carreira científica na área.

Para eles, o que estão fazendo é o trabalho de divulgar o conhecimento científico e de motivar os alunos a optarem pela carreira científica, isso ressalta a função política do evento já mencionada.

Mas, um resultado importante é o que não encontramos nenhum dado que confirme que o evento tem motivado os estudantes para optarem pela carreira de Físico ou a estarem mais motivados para estudar física. Na verdade, entre os entrevistados percebemos que a maioria dos estudantes que participam do evento já possui interesse pela Física.

Voz do aluno:

Foi muito rápido, foi de ultima hora que eu participei, eu não sabia que iria ter, não sabia nada, eu fui à diretoria falar de outro assunto com a dona Tania e ela falou - Olha eu preciso de alguns alunos para o evento do Masterclass que vai ser semana que vem de Física, quer ir? - Eu falei quero, ai eu fui, porque eu adoro Física, Matemática, Química, tudo que mede com número eu to lá. (Aluno 5)

Nas condições em que ele aconteceu, em função do número de escolas que participam, existe um número limite de estudantes por escola, em média cada escola pode levar 8 alunos. Esse número representa uma porcentagem pequena em relação a quantidade de turmas e alunos por turmas nas escolas participantes. A maioria das escolas tinham turmas do 1º ao 3º ano do ensino médio, com 30 alunos por sala, em dois períodos, diurno e noturno. Caso da escola 1, escola do tipo pública.

Em função dessa limitação do número de alunos participantes por escola, os professores precisam escolher algum critério para selecionar os alunos que irão participar. Entre os critérios de seleção escolhidos pudemos identificar deste a realização de provas, convite aos alunos com bom desempenho em física ou os mais interessados. Isso sinaliza que grande parte dos alunos participantes já possui algum interesse pela física.

Voz do professor

Os critérios que usei foram: chamar 5 alunos do período da manhã que não são meus, são do outro professor por conta da disponibilidade, meus alunos da noite as vezes trabalha e não tem disponibilidade. O critério usado pela direção, foi de aproveitamento das disciplinas, são alunos do 3º ano, então usou o aproveitamento deles do 1º e do 2º ano, comigo foi um pouco diferente, porque como eu fiz umas atividades com ele de percepções, eu percebi alguns alunos com uma curiosidade maior. Eu conheci um garoto interessantíssimo da 2ª série, ele estava trabalhando com equações da Física, ai quando eu olhei falei assim, você esta trabalhando com análise dimensional? Ele falou, o que? O menino estava descontruindo a equação a partir das unidades sozinho... ai eu falei, nossa isso análise dimensional, você está brincando de análise dimensional. Então esse garoto é óbvio que eu o chamei para o Masterclass.(Professor 1)

Considerando que mesmo que o aluno já chegue no evento motivado, o evento ainda assim poderia produzir mais interesse pela Física. Identificamos que esse interesse é diferente do esperado, pois o aluno vê a Física do evento, como sendo diferente da Física da escola. Duas físicas: a física feita pelo cientista e a física ensinada na escola.

Outro dado importante, também produto da relação entre o cientista e divulgação, é o impacto da divulgação na carreira do cientista. A carreira do cientista é influenciada pela sua formação, conhecimento e reconhecimento (WATANABE, KAWAMURA, 2017).

A divulgação vai promover o conhecimento e reconhecimento do cientista, não é o reconhecimento na comunidade científica, mas o reconhecimento e apoio na própria instituição de pesquisa que trabalha (WATANABE, KAWAMURA, 2017). Isso, mesmo que na visão de alguns cientistas a divulgação não seja valorizada, por produzir um impacto negativo na sua carreira devido a dedicação de atividades que não a de pesquisa. A divulgação tem cada vez mais se transformado em um instrumento de poder político, sinais disso é a criação de um espaço para descrever as atividades de divulgação no currículo do pesquisador na plataforma online conhecida como *currículo Lattes*.

Sendo assim, os motivos que levam os cientistas a participar da divulgação, também possui motivos políticos. Por meio do evento, o cientista vai legitimar a ciência, manter um lugar de prestígio para a ciência e a posição de intelectual do cientista.

Por fim, sobre a relação do evento em ensinar a ciência e divulgar a ciência, concluímos que o Masterclass apresenta objetivos diferentes além daqueles que são enunciados, considerando sua função social e política. Encontramos o objetivo de ensinar ciências, mas também o de legitimar o conhecimento científico, promover e incentivar a opção pela carreira científica, mostrando como o evento faz parte de um objetivo social e político.

Também identificamos que as expectativas educacionais, para um ambiente que habitualmente é reconhecido como uma instituição de pesquisa, de produção de conhecimento, torna o evento algo novo e diferente, gerando conflitos e tensões na atividade Masterclass.

Experimentação como objeto para fazer ciências e aprender ciências

I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand.

Confucius, 450 BC

Tell me and I forget, Teach me and I remember, Involve me and I will learn.

Benjamin Franklin, 1750th

There is an intimate and necessary relation between the process of actual experience and education

John Dewey, 1938th

É comum na ciência acreditar que fazer ciências deve incluir experimentos, pensadores como Aristóteles, Decartes, Galileu, os principais personagens da revolução científica, se referem ao procedimento experimental como parte essencial na produção de conhecimento. Isso junto com surgimento do método científico torna a experimentação como instrumento de mediação do sujeito com os fenômenos naturais.

Em vista da relevância da experimentação para a Ciência, no ensino de Ciências a experimentação também tem sido fortemente incentivada, acredita-se que os alunos iriam aprender mais se ele estivesse envolvidos em aulas com a realização de experimento (BORGES, 2002).

A valorização da experimentação para a ciência e o ensino de ciências, faz com que a mesma também tenha um papel importante para o evento Masterclass. Na intenção de colocar os estudantes em uma experiência científica, a estrutura do evento se apoia em atividades que remetem à noção de experimentação. Esses espaços oferecem “possibilidade de interagir com objetos assim como um cientista experimental o faz no laboratório, remete à noção de experimentação” (CHENELLI & AGUIAR, 2009)

A expectativa dos cientistas é que com a experimentação o estudante tenha a chance de agir como um cientista e, através da manipulação de experimentos e observação de dados, chegar até os modelos teóricos que buscam descrever a natureza.

Identificamos que a forma como a experimentação é apresentada no evento representa também uma visão ideológica, do que os cientistas acreditam que é fazer

ciências, conhecer e interagir com os fenômenos na natureza. Visto que alguns aspectos da ciência não se referem ao seu conteúdo, mas a sua natureza, como descrito por Lederman (apud LEDERMAN, 1992:1062) ao referir a questões mais epistemológicas da ciência, ele trata a ciência como um caminho para obtenção de conhecimento, com valores e crenças inerentes para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Nesse contexto, acreditamos que no evento Masterclass a forma que ele está organizado, fazer ciência através da experimentação está lidando principalmente com a relação entre a experimentação e o conhecimento. Reproduz uma interpretação do que é fazer ciências, que a prática dela leva à teoria, a experimentação leva ao conhecimento, isso porque apresenta as ideias como separadas da prática, uma forma dualista que também pode ser representada como “*hands on*” e “*minds on*”.

Essa classificação entre “*hands on*” e “*minds on*” está disponível na literatura e no modelo proposto por MILLAR & ABRAHAMS (2009), vamos organizar as diferentes formas de conceber a experimentação como dividida entre “*minds on*” e “*hands on*”. O primeiro seria a atividade experimental que se preocupa com o domínio das ideias e das coisas não observáveis, e o segundo, “*hands on*”, com relação ao domínio dos objetos e das coisas observáveis.

Esse modelo faz sentido por considerarmos que fazer Ciências também possui uma dimensão epistemológica, ou seja, de uma visão de mundo. Esse modelo nos ajuda a identificar que o enfoque dado à atividade experimental estruturado no evento se foca no “*hands on*”, como nos projetos de ensino da década de 60 e 70, ou no “*minds on*” proposta de investigação por meio da experimentação, desenvolvimento de concepções abstratas (Young, 2002).

No caso da experimentação que favorece o *hands on*, a experimentação busca valorizar a manipulação, uma atitude mais operacional que segue um roteiro fechado, o aluno faz o que o professor fala. É comum nesse tipo de atividade tratar a experimentação como forma para representar uma teoria, materialização de um modelo, ou a verificação de uma teoria já existente. HODSON (1994) faz uma crítica a essa proposta, ele expressa que nesse tipo existe pouca reflexão acerca do fenômeno observado, que a experimentação se torna algo mais operacional, como o cumprimento de uma tarefa.

Quando apresentada dessa forma a experimentação não significa a compreensão do conceito científico que isto está envolvido. Cria a necessidade de que as práticas envolvidas por situações concretas, *hands-on*, sejam acompanhadas de reflexões que levem a construção de conceitos abstratos. Esse é o tipo de abordagem que valoriza “*minds-on*” tenha tanto uma preocupação com o que vai fazer como com o que vai pensar.

Além de apresentarem práticas e objetivos diferentes, a visão de experimentação como *hands on* e *minds on* na dimensão epistemológica representa uma visão dualista sobre a realidade, visto que a experimentação é um instrumento que relaciona o homem com o mundo natural. Em uma visão dualística, a mente, o que você pensa, está separada do mundo, o que você vê; isso também pode ser interpretado como concreto real e concreto pensado.

A superação da visão dualista que apresenta o “*hands on*” e “*minds on*” separado no ensino por experimentação é feita com a ajuda de um referencial teórico materialista dialético, não existe mundo concreto e ideia separados, os dois são construídos de forma simultânea, de forma que um produz o outro dentro de uma atividade, como CAMILLO (2011) exemplificou em:

“A “realidade física” não nos é dada pela simples contemplação do concreto sensório, do primitivo que nos é apresentado sem mediação do pensamento teórico objetivado pela história da humana, [...] mas sim por meio da atividade produtiva humana expressando uma relação entre o pensamento empírico e teórico.
“CAMILLO (2011, p. 88)

Essa classificação contribuiu para lidar com as contradições localizadas no evento com relação a experimentação produzida por causa da multivocalidade em que o estudante não observa o mesmo que o cientista, ou atribui sentido diferente para a experimentação.

Conclusão

A discussão feita até aqui sobre o evento, considerando as diferentes vozes nele presentes, constatamos que o evento como está organizado apresenta limites nos benefícios educacionais, pois no lugar de produzir uma experiência ao estudante que lhe dê condições de ser como um cientista, essa forma tem um efeito muito maior no sentido de divulgação, divulgando um tipo de ciência, que é a feita pelos cientistas representando os princípios e valores da lógica formal.

A pouca atuação da escola com relação à elaboração e realização do evento revelam que, embora a escola tenha um papel central na formação do estudante, isso não é reconhecido no evento. As poucas mudanças feitas na estrutura do evento e que reconhecem o professor como agente de formação do estudante, são ações feitas na direção de oferecer uma capacitação para o professor e não de condições que aumentem sua influência em modificações na estrutura do evento, possibilitando a ele um papel de colaborador ou professor parceiro. Assim, a ação individual do professor ou do aluno pode não ter relação direta com o motivo da atividade, consequência da divisão social do trabalho.

No final o evento, cujo objetivo geral era a de permitir aos estudantes a experiência de ser um cientista por um dia, considerando a multivocalidade da atividade, identificamos que o Masterclass carece de maior coordenação das suas atividades, pois os sentidos atribuídos ao evento pelos participantes não são aqueles que os organizadores desejaram. Os sentidos da atividade não são compartilhados entre os sujeitos da atividade. Os diferentes sentidos atribuídos a diferentes aspectos da atividade são fontes de contradição no que diz respeito, por exemplo, à “realidade” dos dados analisados ou à validade da “pesquisa científica” supostamente realizada pelos estudantes. Os diferentes sentidos necessitam ser explicitados para que as contradições sejam superadas permitindo um planejamento do evento que seja mais próximo das condições dos diferentes participantes do evento Masterclass. Apesar das contradições, novas ações vêm sendo implementadas para superar os diferentes sentidos estabelecidos no momento do evento. Por exemplo, os professores desses

dois tipos de escola foram classificados como experiente e iniciante, dependendo da posição que ele ocupou no evento, pois ela está associada com o seu envolvimento com os organizadores, com suas experiências anteriores, ou seja, se já havia participado de outras edições, oficinas ou workshop oferecidos pelos organizadores do evento. No caso dos professores experientes, aqueles que já tinham participado das edições anteriores do Masterclass e também de oficinas oferecidas pelos organizadores, era dada a tarefa de preparar seus alunos, introduzindo os conceitos de Física de Partículas e aspectos da atividade de pesquisa em Física de Partículas, antes da ida deles para o evento. Outra ação foi a criação do “dia do professor”, onde os professores analisariam e discutiriam os dados provenientes do CERN, para que ao longo do Masterclass pudessem ajudar os estudantes durante a análise de dados. A necessidade de envolver o professor reforça a ideia de que atividade escolar possui grande influência no sentido atribuído pelos estudantes ao evento Masterclass. Assim, mesmo que a princípio o evento tenha sido elaborado centrado no aluno será necessário, cada vez mais incluir a participação da escola na construção das atividades do evento se, de fato, os organizadores tem intenção de realizar uma atividade educacional.

Baseado nas observações a partir da multivocalidade na atividade, os cientistas possuem uma visão sobre o fazer científico segundo a lógica formal, isso está representado na estrutura o evento que segue a lógica formal o que implica na transmissão dos valores de uma ciência positivista: ciência como busca pela verdade, a ciência da descoberta, que só existe uma forma de fazer ciência que é pelo método científico. Essas mensagens são transmitidas pelo evento, mostrando a visão do cientista e ao mesmo tempo a origem de contradições na atividade.

Outra forma que podemos considerar a atividade Masteclass, de modo que ajude a manter seus objetivos iniciais de ensino, seria ter a atividade como complementar à atividade escolar. HOFSTEIN e ROSENFELD (1996) interpretam atividade que acontecem em museus de ciências, zoológico, viagem de campo, projetos de ciências e programas para jovens cientistas como atividade de ensino informal e considera esse tipo de atividade como complementares ao ensino escolar, que deveria ter o papel de maximizar o resultado do ensino formal.

O trabalho contribui em diferentes escalas sobre o fazer científico e a proposta geral do evento. O final da análise do evento Masterclass nos levou a uma reflexão crítica sobre os modos, ainda comuns, de se conduzir uma pesquisa nos dias de hoje. Compreender o modo de produção de conhecimento que estamos sujeitos hoje e como isso pode ser associado a correntes ideológicas que ao mesmo oferecem uma visão de mundo.

A pesquisa permitiu compreender que a adoção de um posicionamento filosófico no lugar de outro sofre a influência de valores políticos, econômicos e sociais, tornando impossível pensar o modo de produção de conhecimento como neutro e a-histórico, pois esteve orientado por valores e interesses que fizeram parte de um processo histórico, social e político. Portanto, a ação de divulgar a ciência não está desvinculada de outros interesses pessoais ou de um grupo.

O trabalho nos ajudou refletir sobre a função da produção de conhecimento nos dias atuais, que não seja para manutenção ou reprodução de um Estado, mas tenha um papel social de transformar a sociedade. Não se trata apenas de um trabalho intelectual mas que também tenha intenção de fornecer um conhecimento que não só provoque mudanças no nível intelectual, mas político também, produzindo um efeito transformador que acarretaria em sua libertação (Diderot, 1989). Conhecimento possui uma função social que pudesse fornecer os instrumentos necessários para o homem se libertar.

Isso é possível se lembramos de que a circulação de conhecimento teve repercussão na tríade da Revolução Francesa de “Igualdade, liberdade e fraternidade”. Embora o lema adotado buscasse favorecer os direitos humanos, com a tomada de poder pela ordem burguesa entrou em vigor uma nova ordem de organização social e econômica, uma ordem que teve efeito na ciência e no modo de produzir conhecimento.

A ciência hoje continua passando por transformações forma em que é utilizada. Com o nascimento da sociedade burguesa, quando o interesse do indivíduo passou a sobrepor o interesse do coletivo, e para justificar a nova ordem econômica e mantê-la, foram necessárias novas ideologias que explicassem a diferença entre os indivíduos.

Foi no período do século XIX que nasceu na França uma ideologia afirmando que o único conhecimento autêntico estava no conhecimento científico. Estudos apoiados em fatores biológicos começam a ganhar força e autoridade, e a ciência se aliou ao modo de produção e organização social que a economia capitalista oferecia.

Não possui efeito libertador o modo de produzir conhecimento com a filosofia positivista, mas acaba por aprisionar mais o homem, levando ele a ter os mesmos modos de pensar e agir, estabelecidos pelos domínios da esfera científica.

Que nos leva a uma concepção crítica de como a Ciência é feita hoje, a forma de produzir conhecimento passou a se apoiar nos experimentos e na capacidade de se quantificar a natureza, sem levar em consideração o processo histórico, como papel do tempo e das condições circunstanciais no processo, deixando de ter condições de alcançar a explicação integral na busca pelo conhecimento, reproduzindo na sociedade uma ciência de conhecimento utilitário e em curto prazo, de acordo com os interesses da classe dominante, sem dar atenção às demandas sociais, como a garantia de educação de qualidade.

Como consequência sobre a ciência e o modo de produzir conhecimento, só é válido o que tem uma utilidade imediata e pode ser produzido em curto prazo. A verdade científica, tem que ser objetiva e possível de ser verificada. Esse tipo de visão tem como efeito uma ciência refém do cotidiano, das aparências e situações imediatistas, deixando de compreender os fenômenos em sua profundidade.

Mesmo sendo uma atividade de cunho social, principalmente porque não existe nenhuma recompensa monetária para os envolvidos. Por fazer parte de uma organização social, de ordem capitalizada em que os sentidos das atividades são interferidos pelo sentido promovendo ruptura entre o sentido pessoal e o significado social da atividade.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KAHLICK; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. 1998
- ABRAHAMS, I.; MILLAR, R. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**, v.30, n.14, p. 1945-1969, 2008.
- ADAMS, W. K.; WIEMAN, C. E. Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. **International Journal of Science Education**, 2011.
- ALVES FILHO, J.P; **Atividades experimentais**: do método a prática construtiva; Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSC; 2000.
- ARAÚJO, M. S. T. DE; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p. 176-194, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, LDA, 2009.
- Barlow (2014) Kobel (2005),
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.
- CAMILLO, J. Experiencias em contexto: a experimentação numa perspectiva sócio-cultural-historica. 2011. 175f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Ensino de ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CAMILLO, J; MATTOS, C. R. O ensino de ciências: múltiplas perspectivas, diferentes olhares. **Ed CRV**. Curitiba Brasil. 2014
- CARVALHO, L. M. A natureza da Ciência e o ensino das Ciências Naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**. v. 12, n. 1(34), 2001.

CECIRE, K. BARDEEN, M. MCCAULEY, T. The CMS Masterclass and Particle Physics Outreach. EPJ Web of Conferences 71, 00027, 2014. Em: DOI:10.1051/epjconf/20147100027

CECIRE, K. Particle Physics Masterclasses. Proceedings of the DPF-2011 Conference, Aug 8-13, 2011.

CECIRE, K. THOMAS, M. The QuarkNet CMS masterclass: bringing the LHC to students. [Nuclear and Particle Physics Proceedings](#). v. 273-275. Abril-Junho.p. 1261-1264. 2016.

COELHO, R. Indivíduo e sociedade na teoria de Auguste Comte. São Paulo: **Perspectiva**. p. 118, 2005.

DUARTE, N. *A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação*. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 279-301, jul./dez. 2002.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cad. CEDES**, v. 24, n.62, p.44-63, 2004.

DUCKWORTH, E., EASLEY, J. A. Jr., HAWKINS, D., & HENRIQUES, A. **Science education**: A minds-on approach for the elementary years. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1990.

EIERMAN, R. J. A Candle in the Wind. **Journal of Chemical Education**. v. 85, n.4, Abril, 2008.

ELIOT, C. W. The Chamilical History of a Candle. **The Harvard Classics**. New York: P.F. Collier & Son, 1909–14; Bartleby.com, 2001.

ENGESTRÖM, Y. (1987). **Learning by expanding**: An activity-theoretical approach to developmental research. Helsinki: Orienta-Konsultit.

ENGESTROM, Y. Expansive Learning at Work: toward na activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**. v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.

FARADAY, M. The chemical history of a candle, 1885. Reimpressão. New York: Dover, 2002.

FLICK, L, B. The meaning of Hands-on Science. **Journal of Science Teacher Education**, v.4, n.1, p. 1-8, 1993.

GALLAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H.; HENNING, E. L.;

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação: Revista de Estudos da Educação**, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p.227-254, 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p.43-49, 1999.

Hands on CERN website: <http://hands-on-cern.physto.se>, "Hands-on particles appeal to students", CERN Courier, March 2002.

HERNANDES, J. C. Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. *Química nova na escola*, n. 21, maio, 2005.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v.88, p.28-53, 2003.

IPPOG - The International Particle Physics Outreach Group. **International Masterclasses**. 2017. Em: <<http://physicsmasterclasses.org>>. Acesso em 22/02/2018.

JACON, Liliane da Silva Coelho; MELLO, Irene Cristina de. Os princípios da Teoria de Sistema de Atividades na análise do processo de construção de atividades pedagógicas com emprego de dispositivos móveis no ensino de conhecimentos Químicos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [S.l.], v. 10, n. 20, p. 5-15, jun. 2014. ISSN 2317-5125. Disponível em:<<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/229>> Acesso em: 03 nov. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v10i20.2294>.

JOHANSSON, K. E. "Hands on CERN - a well-used Physics Education Project". **Physics Education**. v. 41 p. 250-254. 2006.

JOHANSSON, K. E.; KOBEL, M.; HILLENBRANDT, D.; ENGELN, K.; EULER, M. European Particle Physics Masterclasses make Students Scientists for a Day. **Physics education**. v. 42, n. 6. 2007

LEDERMAN, N. G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 29, n. 4, pp. 331-359, 1992.

- LEMONS, M.; PEREIRA-QUEROL, M. A.; ALMEIDA, MUNIZ, L.. A Teoria da Atividade Histórico-Cultural e suas contribuições à Educação, Saúde e Comunicação: entrevista com Yrjö Engeström. **Interface**. Botucatu , v. 17, n. 46, p. 715-727, Sept. 2013.
- LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, 1978.
- MILLAR, R.; ABRAHAMS, I. Practical work: Making it more effective. **School Science Review**, v.91, n.334, p. 59-64. 2009
- MOREIRA, M.A. O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1306/1-11, 2009.
- NOVAES, S. F.; SAUKAS, E. SPRACE Game: Nova versão do Videogame que aborda os conceitos Básicos da Física das Partículas Subatômicas. **SPRACE São Paulo Research and Analysis Center**, São Paulo, 2013.
- PEREIRA D. R. O, AGUIAR O. Ensino de Física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, 2006
- Quarknet. Em: <<https://quarknet.i2u2.org/>> Acesso em 26/08/2016.
- TAVARES, L. B. A teoria da Atividade como instrumento de análise da escola: O caso da EMAE. Dissertação de Mestrado Ensino de ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- TEIXEIRA, J.N.; ALVES, L.A.; MURAMATSU, M. *Projeto Arte e Ciência no Parque: uma abordagem de divulgação científica interativa em espaços abertos*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 1, Santa Catarina, 2010.
- TRILLA, J. A educação não formal. In: ARANTES, V. A. Educação formal e não formal. São Paulo: Summus, p. 15-55.2008
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 2001.
- VIGOTSKI, L. S. O significado Histórico da Crise da Psicologia. Uma investigação metodológica. In: **Teoria e método em psicologia**. São Paulo, Martins Fontes, 1996.
- VOGT, C. De ciência, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, C. M.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO; S. T. (Org). **Dialogo entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. EDUFBA. Bahia: Salvador, 2011, p. 7-18.

WALKER, M.; GROGER, M.; SCHLUTER, K. A Bright Spark: Open Teaching of Science Using Faraday's Lecture on Candles. **Journal of Chemical Education**. v. 85, n. 1, 2008.

WATANABE, G. KAWAMURA, M. R. A divulgação científica e os físicos de partículas: a construção social de sentidos e objetivos. Doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020002>. Cien. Educ., Bauru, v. 23, n. 2, p. 303-320, 2017.

ZWICKL, B. M.; HIROKAMA, T; FINKELSTEIN, N.; LEWANDOWSHI, H. J. Epistemology and expectations survey about experimental physics: Development and initial results. Physics review special topics. **Physics education research**, 2014.

Anexos

Anexo 1

Termo consentimento para uso dos dados da entrevista nesse pesquisa

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu

_____, RG _____ aceito participar, como voluntário, do projeto de pesquisa **A Masterclass hands on em física de partículas como Atividade de formação de “cientistas por um dia”**, que tem como pesquisador responsável a Srta. **Fernanda Alexandrina Queiroz Gomes** mestranda do Programa Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo e é orientada pelo Prof. Dr **Cristiano Rodrigues de Mattos** do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Os mesmos podem ser contatos pelo e-mail fernanda.aqgomes@gmail.com ou pelos telefones (11)3091-7077/(11)95224-9313. O presente trabalho tem por objetivos:

Compreender o papel da experimentação na aprendizagem em ciências;

Compreender como as diferentes concepções de experimentação presentes no evento MasterClasses dão sentido à atividade educacional.

A participação consistirá em responder uma entrevista semi-estruturada sobre os aspectos da atividade de laboratório. Compreendo que este estudo possui finalidade de pesquisa, pode ter acesso às informações das entrevistas e sobre o andamento da pesquisa, os dados obtidos serão divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, com a preservação do anonimato dos participantes, assegurando, assim a privacidade. Sabendo que pode abandonar a participação na mesma quando quiser e não receberá nenhum pagamento por esta participação.

Nome e assinatura do responsável

São Paulo, ____ de _____ 2015

Anexo 2:

Roteiro entrevista com os professores

Entrevista Roteiro – PROFESSOR

Início:

Dados

nome :

formação:

ano de participação:

A pesquisa

Essa entrevista faz parte da pesquisa intitulada . **A Masterclass hands on em física de partículas como Atividade de formação de “cientistas por um dia”**, que tem como pesquisador responsável a Srta. **Fernanda Alexandrina Queiroz Gomes** mestranda do Programa Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo e é orientada pelo Prof. Dr **Cristiano Rodrigues de Mattos** do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. O presente trabalho tem por objetivos:

Compreender o papel da experimentação na aprendizagem em ciências

Compreender como as diferentes concepções o fazer científico presentes no evento que dão sentido para a atividade

Propor situações para torna possível a negociação dos sentidos entre os envolvidos da atividade Masterclass o para que possam compartilhar de um mesmo objetivo.

PARTE I

Concepção de experimentação

A concepção de experimentação que cada um dos sujeitos possui é resultado dos diversos contextos e situações de experimentação as quais foram expostos, ou seja, as condições histórico-culturais nas quais cada sujeito participou de atividades relacionadas à experimentação. Do levantamento feito por Camillo (2011), vimos que a

concepção de experimentação também pode estar associada à como concebemos a construção do conhecimento científico, como o homem tem acesso o conhecimento, podendo ser dentro de uma visão empírica ou racionalista, nos alertando que a concepção de experimentação que são veiculadas por professores, estudantes e até mesmo cientistas estão relacionadas com certas visões sobre a ciência e a produção do conhecimento científico, ainda do trabalho de Camilo (2011), cada um dos sentidos atribuídos a experimentação pode ter origem em diferentes campos de conhecimento, como o senso comum, o ensino de física, a física, a filosofia, etc,

Visto a quantidade de sentidos que podem ser atribuídos a experimentação, que se tornam ainda mais notáveis quando consideramos o suporte teórico da teoria da atividade, vimos a necessidade a necessidade de para essa pesquisa estudar o papel da experimentação no evento Masterclasses, compreender qual a concepção sobre experimentação presente na sala de aula, o que os alunos, professores e as pessoas envolvidas na atividade entendem por experimentação, por isso, foi elaborado um roteiro com perguntas relacionadas a experimentação, experimento e experiência, como segue a seguir:

Você já realizou experimentos? O que você fez?

O que você entende por experiência, experimentação e experimento? Pode me dar um exemplo para cada?

O que você acha que deve ser feito em uma atividade experimental? Do que é composto uma atividade experimental?

Qualquer pessoa pode realizar um experimento científico? Por que?

Qual você acha que é o papel da experimentação na ciência? Por que os cientistas realizam experimento? Ou Para que você acha que serve a experimentação na ciência?

Por que os cientistas realizam experimentos?

Quando você acha necessário a realização de um experimento na ciência?

Como você acha que a experimentação ajuda/ajudou na construção do conhecimento científico? Existe conhecimento científico sem a experimentação?

Em que situação você acha que um experimento precisa ser repetido?

Quando que um experimento precisa ser repetido? Não sei

Que tipos de erros você acha que um cientista pode cometer ao analisar o resultado de um experimento? E como esses erros podem ser evitados? Ou

Como as expectativas do cientistas influenciam no resultado de um experimento?

Quando um cientista deve duvidar dos resultados de um experimento?

Você acha que o resultado de um experimento depende do contexto social e da cultura que o sujeito esta? Por que?

Qual a relação entre teoria e experimentação?

PARTE II

Sobre a natureza empírica do conhecimento científico

A natureza empírica do conhecimento científico, muitas vezes não é totalmente compreendida, atribuindo uma imagem popular da ciência e do conhecimento científico como verdade absoluta, “que a ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido através de observação e experimento e com a ideia de que há algum tipo de procedimento de inferência que nos possibilita derivar teorias científicas de modo confiável de uma tal base” (Chalmers,p. 13, 1993). Parte dessa visão deriva da não compreensão da natureza empírica do processo científico, por isso, para exploração desse tema foi elaborado perguntas que irão orientar a entrevista com professores, estudantes e também os organizadores do evento a fim de conhecer qual a concepção que eles guardam sobre a natureza empírica do conhecimento científico.

1-Para que você acha que é o papel da observação na ciência? O que significa “ver um fenômeno” na ciência?

2.a-Como se confirma a validade de uma teoria?

2.b-Em que a observação do fenômeno contribui para a validação de uma teoria?

2.c- Somente a observação de um fenômeno é suficiente para se verificar uma teoria?

3-Como você acha que as expectativas do cientista podem influenciar suas observações?

4-Após confirmada uma teoria e construído um modelo para descrever um fenômeno, por exemplo o modelo do sistema solar. Qual você acha que é a diferença entre o modelo e o fenômeno de verdade?

4.b- Qual deles é a verdade?

5. Tendo em vista o modelo atômico, você acha que é possível “ver” um átomo? Como se confirma se o modelo do átomo corresponde a realidade?

6. Além da observação o que mais é necessário para se chegar às conclusões sobre a estrutura atômica da matéria?

8. Como que cientistas podem chegar às conclusões diferentes mesmo olhando para o mesmo dados? Pode dar algum exemplo?

7. É possível um cientista expressar os valores culturais e sociais de sua época nos resultados de um experimento? Por que? O RESULTADO DE UMA TEORIA DEPENDE DE QUEM ESTA PESQUISANDO?

9. O que você entende pela expressão “cientificamente comprovado”? Qual o grau de confiabilidade um produto possui quando é anunciado que ele foi cientificamente comprovado?

10. Qual a segurança que a experimentação atribui às pesquisas científicas? Qual o grau de segurança a gente pode ter na experimentação?

PARTE III

Comunicação do resultado de um experimento

1- Quando o resultado de um experimento deve ser comunicado?

2-Para que serve a comunicação dos resultados de um experimento?

3-Para quem deve ser feita a comunicação dos resultados de um experimento?

4- Que informações sobre a realização de um experimento são importantes de serem comunicadas?

PARTE IV

Sobre experimentação no contexto escolar. Qual o objetivo da experimentação na escola?

Professor

Sua escola tem laboratório?

Você usa o laboratório? Com que finalidade?

Quais atividades são desenvolvidas nas aulas de laboratório?

A escola já organizou/participou de eventos com demonstração e experimentos?

Você faz experimentos nas aulas de física? Com que finalidade?

Como essas atividades auxiliam no aprendizado de ciências?

Que critério você usa para integrar atividades experimentais ou não á suas aulas?

Há diferença na experimentação realizada em sala de aula, com a feita pelos cientistas nos laboratório de pesquisa? Quais?

O que o estudante aprende participando de uma atividade experimental?

PARTE V

Seleção e preparo para participar do evento Masterclasses

Professor

O que você acha que os estudantes vão aprender participando do Masterclass?

Quais os critérios você usa para selecionar os estudantes? Os critérios sempre foram os mesmos ou já foram alterados alguma vez?

Algun estudante selecionado já recusou o convite para participar do Masterclass? Por quê?

Como é feito o convite para os estudantes irem ao Masterclass?

Você faz algum preparo com os estudantes antes deles irem ao Masterclass?

Por que você quer que seus alunos participem do Masterclass?

Anexo 3 - Programação do evento Masterclass 2016.

Agenda

Agenda do MasterClass 2016

Hora Evento

Atividades Pré MasterClass 2016

Semana de 07 a 11 de março

Atividades preparatórias para o MasterClass 2016 nas escolas (realizados pelos professores do Ensino Médio, em suas próprias escolas, com a participação de todos os alunos interessados)

14 de Março

Dia dos Estudantes - I

07h30 Chegada ao Campus de São Paulo da UNESP, na Barra Funda

07h40 Abertura do Evento MasterClass 2014 no Auditório do Instituto de Física Teórica

07h45 Instruções para a Análise de Dados

08h15 Exercício no PC: Análise de Dados obtidos no CERN/CMS (em grupos de 2)

10h00 Finalização da Análise e Discussão

11h00 Almoço e discussão entre alunos, professores, palestrantes e organizadores

12h00 Videoconferência com o CERN e demais participantes europeus:

- Apresentação
- Discussão com cientistas do CMS - perguntas dos estudantes
- Combinação Central dos Resultados
- Discussão dos Resultados
- Quiz

13h15 Visita Guiada ao Detector do CMS

14h30 Intervalo

15h30 Atividades complementares

Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participante e farão um rodízio em cada uma das atividades abaixo:

Grupo 1 – Jogo das partículas (SPRACE Game): instruções e jogo individual nos computadores

Grupo 2 – Visita guiada ao GridUNESP (coordenada pela equipe do Núcleo de Computação Científica – NCC – da Unesp)

Demonstrações de Física

Grupo 3* – Câmara de nuvens

14h30 Intervalo

15h30 Atividades complementares

Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participantes e farão um rodízio em cada uma das atividades abaixo:

Grupo 1 – Jogo das partículas (SPRACE Game): instruções e jogo individual nos computadores

Grupo 2 – Visita guiada ao GridUNESP (coordenada pela equipe do Núcleo de Computação Científica – NCC – da Unesp)

Demonstrações de Física

Grupo 3* – Câmara de nuvens

Grupo 4* a 8* – Mesas de demonstração

* Demonstrações de participantes do projeto "Arte e Ciência no Parque" do IFUSP (grupo coordenado pelos professores Mikiya Muramatsu e Cecil C. Robilotta)]

19h00 Encerramento do Dia dos Estudantes - I do Evento MasterClass 2016

21 de março

Dia dos Professores e Estudantes

07h45 Chegada ao Campus de São Paulo da UNESP, na Barra Funda

08h00 Abertura do Evento MasterClass 2014 no Auditório do Instituto de Física Teórica

Introdução à Física de Partículas

08h15 Seminário 1 : A Ciência Desvendando a Natureza

09h00 Seminário 2 : A Estrutura Elementar da Matéria

10h00 Intervalo

10h30 Seminário 3: Os Aceleradores de Partículas e as Experiências do CERN

12h00 Introdução preliminar à Análise de Dados

12h30 Almoço

Atividades- Dia dos Professores

13h30 Instruções para Análise de Dados

14h00 Exercício no PC: Análise de Dados obtidos no CERN/CMS (em grupos de 2)

15h15 Finalização da Análise e discussão preliminar

15h45 Intervalo

16h15 Discussão dos resultados e de assuntos correlatos

17h30 Encerramentos das Atividades dos Professores

Atividades Complementares - Estudantes

13h30 Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participantes

Atividades Complementares - Estudantes

13h30 Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participantes

e farão um rodízio em cada uma das atividades de demonstração de Física:

– Mesa de demonstração 1 – Câmara de nuvens

– Mesa de demonstração 2 – Coletânea das demonstrações desenvolvidas pelos professores

e estudantes do Ensino Médio

– Mesa de demonstração 3* – Lentes, espelhos, fibra óptica, polarizadores, câmara escura, luneta.

– Mesa de demonstração 4* – Sombras coloridas, decomposição de cores, disco de Newton, filtros

– Mesa de demonstração 5* – Formação de imagens, imagens 3D, ilusão óptica, persistência

visual, anamorfose

* Grupo de participantes do projeto "Arte e Ciência no Parque" do IFUSP (Profa. Cecil C. Robilotta, Maria Clara Santarelli, Marcel de Paula, Perisvaldo Ramos Ribeiro Junior, Sinvaldo Leão e Stephanie Alves da Silva)

15h45 Intervalo

16h15 Continuidade das Atividades dos Estudantes

17h30 Encerramento das atividades do dia

22 de março

Dia dos Estudantes - II

07h45 Instruções para a Análise de Dados

08h15 Exercício no PC: Análise de Dados obtidos no CERN/CMS (em grupos de 2)

10h00 Finalização da Análise e Discussão

11h00 Almoço e discussão entre alunos, professores, palestrantes e organizadores

12h00 Videoconferência com o CERN e demais participantes europeus:

– Apresentação

– Discussão com cientistas do CMS - perguntas dos estudantes

– Combinação Central dos Resultados

– Discussão dos Resultados

– Quiz

13h15 Visita Guiada ao Detector do CMS

14h30 Intervalo

15h00 Atividades complementares:

Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participantes

e farão um rodízio em cada uma das atividades abaixo:

– Visita guiada ao GridUNESP (coordenada pela equipe do Núcleo de Computação Científica – NCC – da Unesp)

– Jogo das partículas (SPRACE Game): instruções e jogo individual nos computadores

– Mesa de demonstração dos jogos de Física desenvolvidos pelos professores e estudantes do

Ensino Médio

– Mesa de jogos de Matemática*

08h15	Exercício no PC: Análise de Dados obtidos no CERN/CMS (em grupos de 2)
10h00	Finalização da Análise e Discussão
11h00	Almoço e discussão entre alunos, professores, palestrantes e organizadores
12h00	Videoconferência com o CERN e demais participantes europeus: <ul style="list-style-type: none"> – Apresentação – Discussão com cientistas do CMS - perguntas dos estudantes – Combinação Central dos Resultados – Discussão dos Resultados – Quiz
13h15	Visita Guiada ao Detector do CMS
14h30	Intervalo
15h00	Atividades complementares: <p>Os estudantes serão divididos em grupos com aproximadamente o mesmo número de participantes</p> <p>e farão um rodízio em cada uma das atividades abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Visita guiada ao GridUNESP (coordenada pela equipe do Núcleo de Computação Científica – NCC – da Unesp) – Jogo das partículas (SPRACE Game): instruções e jogo individual nos computadores – Mesa de demonstração dos jogos de Física desenvolvidos pelos professores e estudantes do Ensino Médio – Mesa de jogos de Matemática* <p>* Grupo de participantes do projeto "Arte e Ciência no Parque" do IFUSP (Profa. Cecil C. Robilotta, Maria Clara Santarelli, Marcel de Paula, Perisvaldo Ramos Ribeiro Junior, Sinvaldo Leão e Stephanie Alves da Silva)</p>
17h30	Encerramento do Dia dos Estudantes - II do Evento MasterClass 2015