

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ALESSANDRO LUIZ DE LARA

**DO QUE É FEITO:**

**VISÕES DE CIÊNCIA E DE CIENTISTA DE ALUNOS DO ENSINO  
MÉDIO NO DESENVOLVIMENTO DE UMA OFICINA A PARTIR DE  
UM LABORATÓRIO DE PESQUISA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

ALESSANDRO LUIZ DE LARA

**DO QUE É FEITO:**

**VISÕES DE CIÊNCIA E DE CIENTISTA DE ALUNOS DO ENSINO  
MÉDIO NO DESENVOLVIMENTO DE UMA OFICINA A PARTIR DE  
UM LABORATÓRIO DE PESQUISA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Licenciatura em Física, do Departamento Acadêmico de Física da Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado.

Orientador: Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves.

CURITIBA

2014

## TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: Do que é feito: Visões de ciência e de cientista de alunos do ensino médio no desenvolvimento de uma oficina a partir de um laboratório de pesquisa

Autor: Alessandro Luiz de Lara

Orientador: João Amadeus Pereira Alves

Este trabalho foi apresentado às 9 h, do dia 19 / Ago / 2014, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do curso de Licenciatura em Física, do Departamento Acadêmico de Física (DAFIS), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Curitiba. A comissão examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Comissão examinadora:

---

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves  
Orientador (Presidente)

---

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior  
Avaliador 1

---

Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho  
Avaliador 2

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Noemi Sutil  
Professor Responsável pelas Atividades de  
Trabalho de Conclusão de Curso/  
Curso de Licenciatura em Física  
(DAFIS/UTFPR)

Dedico esse trabalho a minha família, aos amigos carnis e espirituais, que me ajudaram durante essa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, em especial meu pai Roberto Luiz de Lara e minha mãe Jucélia Aparecida Martins da Rosa, pelo apoio, carinho e respeito durante essa jornada,

À minha avó Eloina Martins da Rosa, que infelizmente não está mais entre nós, mas sinto seu cuidado e seu amor sempre por perto. Apesar da sua simplicidade é a pessoa que mais admiro e a quem devo minha formação pessoal e meu caráter.

À minha Companheira Joana Paula Tomaczski pelo seu amor, pela sua paciência nos momentos mais difíceis e por partilhar alegrias e tristezas comigo.

Ao Prof. Sergei Anatolyevich Paschuk e a Prof.<sup>a</sup> Janine Nicolosi Corrêa, por terem me aberto às portas do Laboratório de Física Nuclear Aplicada permitindo que tivesse contato com o ambiente de pesquisa, dando origem a muitas concepções apresentadas neste trabalho. Sem essa oportunidade, provavelmente meu perfil de profissional seria totalmente diferente.

Aos meus amigos de Laboratório pelo convívio, experiências e jornadas compartilhadas. Considero cada uma desses com parte da minha família, sentirei falta desse ambiente em minha próxima caminhada.

Aos meus colegas de curso, em especial a Maria Lucia de Camargo Linhares e Camila Aguiar Teixeira pelo companheirismo e carinho durante essa caminhada.

Ao Prof. João Amadeus Pereira Alves, por me orientar durante as etapas deste trabalho, pelas longas conversas e debates sobre o tema e pela paciência comigo. Não consigo imaginar esse trabalho concluído sem o seu apoio e ajuda.

Ao Prof. André Ribas, por permitir a aplicação da oficina na Sala de Altas Habilidades e por prover todas as condições para que este trabalho fosse desenvolvido.

Aos membros da banca examinadora Prof. Nestor Cortez Saavedra Filho e Prof. Arandi Ginane Bezerra Junior pelas correções e contribuições a este trabalho.

A todos, muito obrigado.

Como John Ziman, demonstra, a Ciência é como qualquer bom jogo: “Dá à pessoa a oportunidade de a pessoa se exhibir e ganhar muitos aplausos, antes do apito tocar.”(DIXON, Bernard, 1976)

## RESUMO

LARA, Alessandro Luiz de. Do que é feito: Visões de ciência e de cientista de alunos do ensino médio no desenvolvimento de uma oficina a partir de um laboratório de pesquisa. 2014. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)-Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Este trabalho dedica-se a investigar as visões de Ciência e de Cientista de um grupo de estudantes do Ensino Médio e as percepções que eles passam a apresentar quando participam de atividade educacional em ambiente de laboratório de pesquisa. Com essa finalidade foi desenvolvida uma oficina com quatro encontros com quatro alunos que frequentam a Sala de Recursos Altas Habilidades/Superdotação, sediada no Instituto de Educação do Paraná Erasmo Pilotto, em Curitiba-PR. A estrutura da oficina envolveu a discussão do tema espectroscopia, aplicações da técnica e a estrutura da Ciência. Na parte final da oficina ocorreu a realização de experimentos sobre espectroscopia em um laboratório de pesquisa da UTFPR. Com as atividades desenvolvidas foi possível explorar novos temas e discussões sobre Ciência e Cientista: forma de financiamento das pesquisas; divulgação dos trabalhos em eventos; interação com a comunidade científica; e desenvolvimento de metodologias quase singulares para cada pesquisa. A visita ao laboratório permitiu contato com um ambiente de pesquisa e com profissionais de diferentes níveis que trabalham em atividade científica. Assim foi possível apresentar a Ciência no seu local de origem e construção, oportunizando a visão de um processo dinâmico e pouco linear, diferente dos apresentados nos manuais didáticos. Essa atividade mostrou-se como uma forma de aproximar a escola do ambiente acadêmico e de aproximar estudantes da Educação Básica a atividades inerentes ao campo científico – algo que pode ser entendido como uma contribuição para a formação da cultura científica.

**Palavras-chaves:** Concepções de Ciência e de Cientista. Laboratório de Pesquisa. Espectroscopia.

## ABSTRACT

LARA, Alessandro Luiz de. What is made: Visions of science and a scientist by high school students in developing a workshop from an research laboratory. 2014. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)-Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

This work on display is dedicated to investigate the views of Science and Scientist of a group of high school students and the perceptions they start to present when they participate in educational activity in research laboratory science and training environment for Science. With this purpose a workshop with four meetings with four students attending the Sala de Recursos Altas Habilidades/Superdotação, in Instituto de Educação do Paraná Erasmo Pilotto, em Curitiba-PR. The structure of the workshop provides a discussion of the topic spectroscopy, technical applications and the structure of science. In the final part of the workshop performing experiments on spectroscopy in a research lab UTFPR occurred. With activities was developed to explore new themes and discussions about Science and Scientist: form of research funding; dissemination of work in events; interaction with the scientific community; and development of almost unique methodologies for each search. A visit to the laboratory allowed contact with a research environment and with different levels of professionals working in scientific activity. Thus it was possible to present science in its place of origin and construction, providing opportunities for the vision of a dynamic and little linear process, different from those presented in the textbooks. This activity proved to be a way to approach the school's academic environment and bring students of Basic Education with activities related to the scientific field - something that can be understood as a contribution to the formation of scientific culture.

**Keywords:** Conceptions of Science and Scientist. Research Laboratory. Spectroscopy



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: a) Representação teórica do processo físico envolvido na espectroscopia de massa. Na parte b) é apresentado uma fotografia do equipamento de espectroscopia de massa em laboratório de pesquisa (GASPAR, 2001). Como é possível correlacionar as as duas visões ao discutirmos o tema na sala de aula? .....	24
Figura 2: Cartaz de apresentação e divulgação da oficina. ....	33
Figura 3: Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, na segunda feira às 10 h da manhã. ....	45
Figura 4: Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, na quarta-feira às 3 h da tarde.....	46
Figura 5:Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, em uma sexta-feira as 10 h da noite. ....	47
Figura 6:Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, em um domingo, às 4 h da tarde. ....	48
Figura 7:Esquema utilizado para explicar o fenômeno da fluorescência e o papel de cada equipamento na técnica de espectroscopia. ....	50
Figura 8: Difração da luz branca através de uma grade de difração. Observe que o efeito é mesmo do prisma, gerando as 7 cores do arco-íris, mas os fenômenos físicos tem diferença. ....	51
Figura 9: Comparação da posição dos pontos de máximo de um laser vermelho e verde .....	52
Figura 10: Alunos realizando as medidas necessárias para obter o comprimento de onda de um laser vermelho.....	53
Figura 11: Discussão das formas de promoção das atividades científicas. ....	54
Figura 12: Leitura das tabelas de espectroscopia. ....	55
Figura 13: Alunos realizando a análise dos espectros. ....	55
Figura 14: Explicação sobre o arranjo experimental utilizado nas experiências.....	57
Figura 15: Manuseio do programa por um dos estudantes.....	58
Figura 16: Um dos jogos disponíveis na Sala de recurso, que faz referência a atividade do cientista..	60
Figura 17: Alunos interagindo com jogos. ....	60

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Associação das unidades de registro das respostas com as unidades de ordenação.....	39
Quadro 2: Um exemplo do cálculo de efeito global.....	39
Quadro 3: Escala de perfil representativo da questão exemplo.....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Categorização das perguntas do questionário prévio, assim como o efeito global e o perfil.	43
Tabela 2: Duração da gravação dos encontros da oficina. ....	49

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Delimitações do tema .....	15
1.2 A espectroscopia como tema para o ensino de física .....	17
1.3 Objetivos gerais e específicos .....	20
2. POSSIBILIDADES DE VISÃO DE CIÊNCIA E DE CIENTISTA POR MEIO DA ESPECTROSCOPIA .....	21
2.1 Aspectos de literatura .....	21
2.2 A ciência que ensinamos .....	23
2.3 As visões de ciência e sua produção.....	25
2.3.1 Visão dos estudantes sobre ciência.....	26
2.3.2 Visão de epistemólogos sobre a ciência .....	26
2.3.3 Visão dos sociólogos sobre ciência e cientista;.....	28
2.4 “De volta a caverna’’: a espectroscopia para o ensino de Física.....	29
3. METODOLOGIA .....	31
3.1 Do que é feito? .....	31
3.2 Instrumentos de Coleta e Análise dos Dados .....	34
3.3 Análise dos Dados.....	39
3.4 Local da Pesquisa .....	41
4. A ANÁLISE DOS DADOS E OS RESULTADOS .....	42
4.1 Perguntas fechadas do questionário prévio .....	42
4.2 Representações pictóricas do Cientista.....	45
4.3 Interações durante a Oficina: Do que é feito? .....	49
4.3.1 Primeiro Encontro: .....	49
4.3.2 Segundo Encontro .....	53
4.3.3 Terceiro Encontro .....	56
4.4 Avaliações da Oficina.....	59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXO A- Questionário Inicial .....	72
APÊNDICE A- Termo do uso de imagens.....	77

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é fruto de experiências e reflexões que o autor teve durante pouco menos de quatro anos no curso de Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Durante esse período foi possível ter contato com duas áreas da Física: que concentram as linhas de pesquisa experimentais e teóricas quanto aos fundamentos do conhecimento científico e o campo de pesquisa em ensino de Física. Os dois contatos foram oportunizados pelo Programa de Iniciação Científica (PIBIC) e pelo Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), como estratégias de políticas de formação científica e educacional. Além do suporte financeiro oferecido, programas dessa natureza favorecem o contato dos estudantes com laboratórios, centros de pesquisa, escolas e instituições de ensino, além da aproximação a programas de pós-graduação. Felizmente o contato simultâneo com as duas áreas da Física deu a ignição para o desenvolvimento da proposta a ser apresentada neste trabalho: Por que não pensar no desenvolvimento de práticas educacionais associadas a práticas científicas?

Nesse momento é essencial separar visões que muitas vezes se entrelaçam em discussões em cima de perguntas como a proposta anterior. Em casos extremos são considerados como um retrocesso da visão de ensinar ciência. Essa opinião é ligada à história dos objetivos de ensinar ciência, que pode ser dividido em três: formar um “mini-cientista”, formar um cidadão e formar um profissional.

Nesse sentido, Krasilchik (1988) destaca a evolução que o papel do ensino de Ciências teve de acordo com as necessidades da sociedade ao longo dos tempos. O período pós-guerra foi caracterizado pelos avanços proporcionados pela corrida armamentista e espacial e a grande necessidade que os países desenvolvidos tinham de formar profissionais de alto nível para trabalhar em laboratórios e centros de desenvolvimento de tecnologia. Nesse momento, o ensino de Ciências volta-se a reprodução e caracterização simplificada de como é o processo de criação da Ciência. Isso desenvolve nos alunos um senso de um cidadão positivista, que procura, por meios fidedignos, soluções quase reproduzidas do método científico.

O segundo objetivo está ligado aos processos revolucionários, em termos políticos e sociais, vividos na década de 1960 quando surge a figura do cidadão que irá participar da sociedade e deverá ser capaz de opinar sobre os rumos dela, inclusive no âmbito da Ciência. O ensino de Ciências passa então a objetivar a formação de cidadãos críticos e conscientes de

seus papéis. No Brasil, essa fase é marcada pelo processo de democratização que acaba sendo interrompido pelo golpe militar de 1964 e implantação de um regime autoritário que durou oficialmente duas décadas. Como uma postura de “nova” nação, o objetivo era formar trabalhadores colocando os conhecimentos científicos em segundo plano. Isso fica evidente pela diminuição da carga horária das disciplinas ditas científicas e o esfacelamento das disciplinas curriculares, dando as características de ensino que é preservada até hoje (KRASILCHIK, 1988).

Longe de desejar a recuperação de formar “mini-cientistas” durante as aulas, são evidentes os efeitos da última fase histórica do ensino: cada vez mais os jovens se desmotivam por aprender e estudar disciplinas ligadas à Ciência, apesar de o interesse despertado por programas de “show de ciência” na programação da televisão brasileira – o que obrigatoriamente significa assumir de fato posição de expectador, passivo. Os reflexos aparecem quando discussões de natureza sociocientífica produzem argumentos rasos na sociedade e muitas vezes elas ficam cercadas por clichês e informações desconcentradas, nada contundentes. Atualmente se exalta o credenciamento e credibilidade de produtos e tratamentos que veem acompanhado do rótulo de “cl clinicamente testado” ou ainda “cientificamente comprovado” em tacanhas jogadas de marketing. Recentemente a invasão ao Instituto Royal, em São Roque (São Paulo), para libertar cães da raça *beagle* supostamente alvos de maus-tratos durante as pesquisas científicas, tocou em uma ferida exposta: a Ciência é apenas para cientistas e a sociedade deve se contentar apenas com os produtos tecnológicos frutos dela? E ainda, será que é necessário que a sociedade saiba como a Ciência é construída?

A primeira esfera de resposta às perguntas anteriores é um mecanismo interno da comunidade acadêmica conhecido como conselho de ética. Esse mecanismo regulamenta as pesquisas em termos éticos, mas também sobre aspectos sociais, de humanização da prática científica e até mesmo políticos. Os casos mais visíveis estão relacionados ao uso de animais, riscos biológicos e também pesquisas envolvendo seres humanos diretamente. Mas por exemplo, na Física, como um conselho de ética se comporta perante a uma situação nuclear? Provavelmente a postura de discussão e justificativa seja diferente, mas uma revolta popular sobre o uso de animais em pesquisa ou a implantação de uma usina nuclear são praticamente as mesmas. Com isso o panorama construído é “de uma” Ciência longe da sociedade e uma sociedade não disposta a participar de uma discussão pública sobre ela.

A segunda esfera diz respeito aos caminhos que a Educação em Ciência tem tomado. Concentrando-se no ensino da Física nas escolas, anos após anos foca-se em um modelo sequencial: mecânica, ondulatória, fluídos, termodinâmica, eletricidade e magnetismo durante o Ensino Médio (salvo uma ou outra inversão), baseado nos mesmos livros, ou melhor, nos mesmos autores-base, nos mesmos exercícios (clássicos) e mesmas explicações. Recentemente, diante de avanços nas pesquisas em Ensino de Física algumas situações mudaram, mas o panorama de ensinar Física há décadas permanece inalterado em grande parte do território, salvas algumas “ilhas”. Facilmente, esse retrato pode ser estendido à Biologia e à Química, de modo que enquanto olhamos a sociedade nos encontramos diante do analfabetismo científico e tecnológico, que atinge alunos da educação básica brasileira. Apesar de mais de uma década em contato com disciplinas científicas, não conseguem fazer correlação ou discutir um assunto científico em termos básicos, a exemplo do que pode ser encontrado nas páginas de um jornal diário de grande circulação – e, neste caso, a opção é por ler a coluna de esportes.

Assim, prever que a sociedade, composta por pessoas na condição de analfabetismo científicos, consiga discutir e participar da Ciência se torna impossível. Sob essa condição de, facilmente a Ciência passa a ser entendida como uma instituição destinada apenas a Cientistas e sobre os seus fazeres profissionais. Tal consideração ainda implica que são estruturados modelos ou rotulações desses representantes da Ciência como pessoas de comportamentos não convencionais, distantes das práticas comuns da realidade da sociedade, alheios aos problemas comuns da sociedade (LEMKE, 1992). E alterar essa visão precária é uma das funções sociais das aulas de Ciências nas escolas da Educação Básica.

## **1.1 Delimitações do tema**

Frente ao panorama traçado na seção anterior, este trabalho pretende abordar a relação de alunos de Ensino Médio com a Ciência, por intermédio de uma oficina de espectroscopia. Mas por que a escolha pela espectroscopia? Ela diz respeito a um conjunto de técnicas laboratoriais destinadas a investigar a estrutura da matéria e realizar a sua caracterização utilizando-se de princípios físicos da interação de ondas eletromagnéticas com a matéria.

Durante um o século XVI e XVII era uma prática comum pessoas possuírem pequenos blocos piramidais de vidro como forma de decoração em suas casas ou simplesmente como

um peso para papéis. Issac Newton realizou uma série de experimentos com prisma, em um dos seus relatos encontra-se :

[...] tendo escurecido o meu quarto, fiz um pequeno orifício na janela, de modo a deixar penetrar uma pequena quantidade conveniente de luz solar. Coloquei o prisma em frente ao orifício, de maneira que a luz, ao se refratar, indicasse na parede oposta. Foi um agradável divertimento observar as intensas e vivas cores ali projetadas (NEWTON, 1672 *apud* LOPES, 2007, p. 7).

Assim, Isaac Newton, físico inglês, mostrou que a luz branca do Sol pode ser dispersa em uma série contínua de cores. A imagem projetada foi denominada espectro, que significa imagem em inglês (LOPES, 2007). Outra contribuição de Newton ao campo da espectroscopia foi a livro *Óptica*, que permitiu a construção e os arranjos experimentais para tais experimentos.

Esse resultado contribuiu para o desenvolvimento de pesquisas em busca por componentes da luz fora do espectro visível. Nesse sentido, os trabalhos de William Herschel, astrônomo e compositor alemão, e Johann Wihelm Ritter, químico, físico e filósofo alemão, no século XIX, relatam as descobertas de emissões espectrais na faixa do ultravioleta e do infravermelho. Apesar dos avanços no mapeamento do espectro eletromagnético, existia uma questão pertinente para a comunidade científica da época, em relação à origem dessas emissões pelos corpos. Muito além do processo de reflexão proposto por Newton, deveria existir na estrutura da matéria um mecanismo ou arranjo que ocasionasse a criação de luz.

Essa discussão toma maior força com o chamado “Princípio de Kirchhoff”, assumindo-se que existe a possibilidade de caracterizar materiais através do seu espectro. Gustav Kirchhoff, físico alemão, postula no século XIX que cada espécie química apresenta um espectro único e que este pode ser utilizado para identificar sua presença em compostos e amostras. A comprovação experimental é realizada pela conhecida *espectroscopia por chama*, desenvolvida por Robert Bunsen, químico alemão, com o aparato laboratorial que leva seu nome, o bico de Bunsen. Dessa forma ficou estabelecido um novo ramo de pesquisa que se preocuparia em “sondar” a estrutura atômica e molecular e ainda determinar a composição dos materiais (FILGUEIRAS, 1996).

A partir de então, as técnicas de espectroscopia passaram por toda a série de evolução, incluindo o uso de eletrônica mais avançada e de semicondutores. Podem ser empregadas em diversos ramos de pesquisas, desde ciência de materiais, passando pela matéria condensada até ciências biológicas. Dessa forma, é comum Universidades possuírem laboratórios e



equipamentos dedicados à caracterização de materiais. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Curitiba, o Laboratório de Física Nuclear Aplicada possui dois kits de espectroscopia por fluorescência de raios X (sigla XRF, em inglês) empregada em pesquisas de monitoramento ambiental e técnicas de metrologia espectroscópica.

A proposta deste trabalho consistiu assim em gerar uma aproximação de um grupo de estudantes de Ensino Médio com essa técnica de espectroscopia – a XRF – através de uma oficina e ainda oferecer um breve contato com o ambiente de pesquisa do Laboratório de Física Nuclear Aplicada. Esses dois momentos deveriam, por sua vez, mostrar as relações e visões que os estudantes possuem sobre a Ciência e sobre Cientista.

## **1.2 A espectroscopia como tema para o ensino de física**

O tema espectroscopia vem sendo aproveitado de diversas formas na literatura de ensino de Física e de Química. Como se discutirá posteriormente, em consulta mais detida à literatura, a principal abordagem empregada nas escolas ainda é a possibilidade da construção de espectroscópios de baixo custo, como o proposto em Santos, Souza Junior e Siqueira (2012). Ainda é possível encontrar trabalhos envolvendo a História da Ciência, como o artigo de Filgueiras (1996), o qual é dedicado a contar uma parte da história da espectroscopia moderna para contextualizar as aulas de Química no Ensino Médio. Arouca, Colombo Júnior e Silva (2012) exploram a aplicação da espectroscopia na astrofísica para determinação dos componentes químicos de estrelas através da luz emitida. Outra proposta menos usual, mas que se aproxima do presente trabalho é discutida por Leite e Prado (2012), que apresentam transposições didáticas pontuais da espectroscopia por infravermelho.

As possibilidades de transposição didática para temas relacionados à espectroscopia são variadas. Por exemplo, a técnica de espectroscopia de chamas explora os conceitos da ótica básica de interferência e aplicações das grades de difrações. As grades de difração são temas de diversos trabalhos, como o Colussi e Cansiam (1995) que discutem a construção de grades holográficas e aproveitam a superfície espelhada de *Compact Disc* (CD), apesar da transposição de conceitos físicos como coerência e difração não serem discutidos em profundidade. Assim, a prática experimental se torna uma mera verificação de equação ou ainda uma busca pelo comprimento de onda da fonte de luz.

Expandido os horizontes da espectroscopia como um objeto de inserção de tópicos de Física Moderna, encontra-se suporte para discussões relacionadas ao átomo de Bohr e a interação da radiação com a matéria (PORTO, 2011). O modelo do átomo de Bohr foi a primeira produção científica capaz de justificar as emissões de linhas espectrais para o elemento hidrogênio. Apesar da sua simplicidade conceitual e restrição a átomos monoelétrônicos, o modelo é facilmente aplicado a explicações de fluorescência de forma qualitativa.

A funcionalidade da espectroscopia para a Física moderna está presente na revisão bibliográfica realizada por Ostermann e Moreira (2010), em que são relatados ao menos quatro trabalhos de transposição de espectroscopia envolvendo laser e espectros de emissão. A inserção da espectroscopia nos temas discutidos em sala de aula encontra as mesmas justificativas que aquelas referentes à Física Moderna, pois ambas exercitam e propõem temas atuais, que são necessários para o entendimento do mundo moderno (TERRAZAN, 1994).

Ao final é possível apresentar algumas contribuições que os estudos da espectroscopia poderiam contribuir para o ensino de Física, alguns presentes na literatura:

(i) *Na inserção de tópicos de História da Ciência*

O desenvolvimento das técnicas espectroscópicas transpassa boa parte da história da ótica do século XVII. Figuras com a de Bunsen, Kirchhoff, Augustin-Jean Fresnel, Joseph von Fraunhofer, entre outros, foram essenciais na discussão de conceitos ligados à ótica. Outra abordagem é a discussão dos modelos atômicos, desde o modelo da bola de bilhar até o átomo de Bohr;

(ii) *Na inserção de tópicos de Física Moderna*

Temas como o átomo de Bohr, transições eletrônicas e a quantização de energia são bem ilustradas pela espectroscopia, como descrito por Cavalcante e Benedito (1999). Como será comentado posteriormente é possível oferecer discussões sobre efeitos de espalhamento, ou seja, interações da radiação com a matéria, como espalhamento Compton e Rayleigh. Pela modernidade de muitas técnicas é essencial a discussões de temas de física moderna.

(iii) *Na geração de discussões interdisciplinares*

O aspecto interdisciplinar é inerente à trabalhos que envolvem técnicas espectroscópicas, pois laboratórios de espectroscopia existem em empresas de materiais metalúrgicos, hospitais, processo de controle de qualidade,

monitoramento de condições ambientais e detecção de metais pesados, além de universidades com funções variadas. O tema espectroscopia é um nicho de discussão e curiosidade interessante para o delineamento de uma sequência didática;

(iv) *Na Educação Científica e Tecnológica*

Aproximando-se das discussões interdisciplinares, a espectroscopia (ciência em geral) carrega de questões de naturezas sociais e políticas. Retomando uma das perguntas iniciais desse texto, é necessária uma reflexão sobre o papel da Ciência junto à Sociedade: a Ciência faz parte da Sociedade ou esta – Sociedade – encara a Ciência apenas como uma precursora da produção de bens tecnológicos? A educação científica e tecnológica prevê que os alunos, ao concluírem o ciclo básico de educação, possam discutir e elaborar argumentos sobre assuntos de Ciência e Tecnologia de forma produtiva e que não sejam apenas usuários passivos dos produtos técnico-científicos. Saber do que as “coisas são feitas” transpassa apenas a curiosidade, mas é um motivador para discussões sobre contaminação ambiental por uma empresa de baterias automotivas, por exemplo;

(v) *Na aproximação entre a ciência produzida pelo cientista e o que se estuda na escola (LEMKE, 1992)*

Santos (2009) exorta que existe um compromisso lavrado nas agendas de quem faz e/ou divulga Ciência: “difundir [...] reflexões críticas sobre as implicações sociais e ambientais de C&T em direção à construção de uma sociedade sustentável, justa e igualitária”. Tal consideração encontra justificativa na promoção da cultura científica e tecnológica. Além disso, ela promove aproximação da sociedade em geral com a Ciência, pois devem existir mecanismos para interação entre ambos. A vontade de participar de algo, seja de um jogo, seja da ciência, implica em sentir-se parte do grupo, em possuir voz em momentos de discussão. Enquanto a Ciência for tratada como uma casta destinada apenas a cientistas e “intelectuais”, a Sociedade verá o cientista como o ser excêntrico e de pouco convívio social, e não desejará ela participar de tal meio. Eventualmente conflitos ocorrerão, e por falta de canais de comunicação diversas “Revoltas da Vacina” irão explodir. Essa aproximação entre a Ciência Produzida e a Ciência Ensinada nas escolas pode ser obtida pela espectroscopia, por esta se tratar de uma técnica moderna da prática científica, no sentido de que existe alguém no laboratório utilizando esse processo para seus estudos.

As discussões até aqui proposta introduzem o objetivo geral do presente trabalho, se concentrando nos itens (iii), (iv) e (v).

### 1.3 Objetivos gerais e específicos

Explorando as possibilidades expostas nos itens (iii), (iv) e (v) esse trabalho foca na possibilidade de investigação das visões de ciência e cientistas de alunos do ensino médio e os processos de alteração dessas visões. Dessa forma o objetivo geral desse trabalho consiste em:

- Compreender as visões de ciência e de cientista que alunos do ensino médio apresentam durante a vivência em uma oficina sobre espectroscopia, motivados por uma atividade científica.

A oficina proposta inclui as discussões de espectroscopia, como uma técnica laboratorial de análise, e discussões de processo de criação da ciência, por haver diversos momentos destinados ao desenvolvimento de uma atividade científica real pelos participantes. Com esse plano de fundo a pergunta norteadora do trabalho é *como se (re)elaboram as visões de Ciência e de Cientista por alunos do Ensino Médio, quando envolvidos em uma atividade científica desencadeada por meio de uma oficina sobre espectroscopia?*

Para responder a essa perguntas são propostos três objetivos específicos:

1. Identificar as pré-concepções que alunos do ensino médio relatam sobre Ciência e Cientista;
2. Detectar como se processam as visões dos alunos sobre Ciência e Cientista ao longo da oficina;
3. Avaliar as relações entre as concepções iniciais e as concepções elaboradas pelos alunos com o desenvolvimento da oficina.

## **2. POSSIBILIDADES DE VISÃO DE CIÊNCIA E DE CIENTISTA POR MEIO DA ESPECTROSCOPIA**

Nessa seção é discutida a presença de trabalhos sobre espectroscopia na literatura, como forma de situar a pergunta de pesquisa apresentada no campo de pesquisa do ensino de Física. Com essas informações, os referenciais teóricos apresentados oferecem a conceptualização necessária para discutir as visões de ciência e de cientista.

### **2.1 Aspectos de literatura**

A literatura apresenta diversos exemplos de aplicação de conhecimentos da área de espectroscopia que podem ser transposto para a sala de aula, a exemplo de Monteiro e Nardi (2007), Tavolaro (2013) e Porto (2011). Leite e Prado (2012) propõem a discussão de conceitos e termos ligados à Física e à Química através da caracterização de materiais por meio da espectroscopia de infravermelho. Apesar de não discutir profundamente a possibilidade de transposição didática, o texto de Leite e Prado (2012) se dedicam à definição de elementos-chave e os fenômenos físicos essenciais para a espectroscopia.

Uma busca mais global da literatura mostra, entretanto, outra visão quanto ao tratamento da espectroscopia para o ensino de Física. Realizada uma busca com palavras-chave, títulos ou ainda nos resumos com o termo 'espectroscopia', é possível encontrar quatro artigos publicados nos últimos dez anos (2004-2014) nos dois maiores eventos de ensino de Física no Brasil: o Simpósio Nacional de Ensino de Física e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.

Sobre esses artigos, identificou-se que em Amos, Takahashi e Kagiwura (2012), a espectroscopia é utilizada como uma possibilidade de aproximação entre os núcleos de pesquisa acadêmica e o ambiente de sala de aula. O motivador para essa aproximação é correlacionar os estudos de cadeia carbônica e o estudo das propriedades de materiais baseados em carbono para a indústria. Em outro trabalho, Santos, Souza Junior e Siqueira (2012) apresentam o tema como uma oportunidade de inserção de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio. Já Monteiro e Nardi (2007) discutem a utilização da História da Ciência e a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como abordagem para construção de um espetroscópio de chamas. Por sua vez, Tavolaro, Cavalcante e Teixeira (2013) elaboram uma

proposta de construção de espectroscópio a baixo custo, para a instrumentação das aulas de Física Moderna.

Do período em estudo ainda é destacada a dissertação de Porto (2011), que consistiu na elaboração de uma atividade para uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, baseando-se em elementos de História da Espectroscopia como motivadora para estudos de tópicos de Física Moderna. A sequência de atividades elaborada por Porto (2011) contém uma discussão teórica sobre o tema de espectroscopia, a apresentação do átomo de Bohr e a construção de um espectroscópio a baixo custo.

O fio condutor que liga os cinco trabalhos citados anteriormente é a exploração da construção do espectroscópio a baixo custo. Baseia-se na montagem do aparato, a qual contém uma rede de difração (no *Compact Disc*), uma fonte de luz externa (LEDs ou ainda um Laser) e a imagem difratada projetada no anteparo, com máximos e mínimos. Através da equação  $d * \sin\theta = n * \lambda$ , que relaciona o ângulo de difração e a distância entre as fendas da grade com o comprimento de onda, é possível determinar o valor do comprimento de onda e associar a uma transição eletrônica específica, realizada na fonte emissora da luz. A existência dessa transição eletrônica específica é contemplada no princípio Kirchhoff, enunciando-se assim que cada elemento químico possui um espectro único, e que se pode determinar que espécies químicas estão presentes em determinada amostra por meio do seu espectro.

O trabalho de Tavolaro, Cavalcante e Teixeira (2013) é um bom indicativo de como os autores idealizam aplicações para a inserção da espectroscopia em sala de aula. Como exemplo, é transcrito dois recortes do texto situados na introdução, apresentando a proposta do trabalho, e na conclusão, com as linhas gerais de discussão e aplicação do trabalho:

Portanto o que este trabalho pretende propor não é original em essência, e sim propõe aperfeiçoar a espectroscopia de baixo custo para mais uma vez incentivar sua utilização nas disciplinas de física e química do ensino médio, visando atender as necessidades de abordagem tanto do modelo dual da luz quanto do modelo atômico de Bohr, e assim, fornecer subsídios para que os estudantes possam compreender de forma mais abrangente os conhecimentos físicos necessários para o entendimento das tecnologias mais recentes. [...] Assim, acreditamos que o kit de espectroscopia de baixo custo pode contribuir para incentivar os professores a abordarem os conceitos de física moderna relacionados à espectroscopia, bem como contextualizá-los dando exemplos de aplicações de medidas espectroscópicas na ciência e na indústria. (TAVOLARO, CAVALCANTE E TEIXEIRA 2013, p. 02, p. 07).

A proposição de não originalidade da proposta de construção do espectroscópio é comprovada pelos próprios autores, quando anteriormente apresentam na sua fundamentação teórica outros setes trabalhos que discutiam formas de construção e aprimoramento do kit a baixo custo. Trazendo mais esses sete artigos em união aos cinco que foram recolhidos na pesquisa bibliográfica, temos diversas formas de montar o experimento, porém em apenas um dos sete artigos se discute a aplicação real do espectroscópio. A premissa proposta de utilizar o equipamento de espectroscopia como uma forma de aproximar os alunos das tecnologias laboratoriais mais recentes, ou até mesmo de aproximar à “vida de laboratório” real (na acepção à Bruno Latour) fica totalmente em segundo plano. Assim, a literatura revela-nos uma maior preocupação com a construção desses kits de espectroscopia em detrimento das discussões de transposição didática do tema.

A falta de preocupação com a transposição didática ainda acarreta num caráter de curiosidade à espectroscopia é transformada em um belo experimento, mas com uma sequência de caixas fechadas. Algumas dessas caixas são acerca de conceitos físicos, e até revelam erros conceituais no desenvolvimento da atividade. Outras caixas são a respeito da Ciência, já que nem o professor e nem o aluno conseguem relacionar a prática do espectroscópio com a prática real de um laboratório de pesquisa.

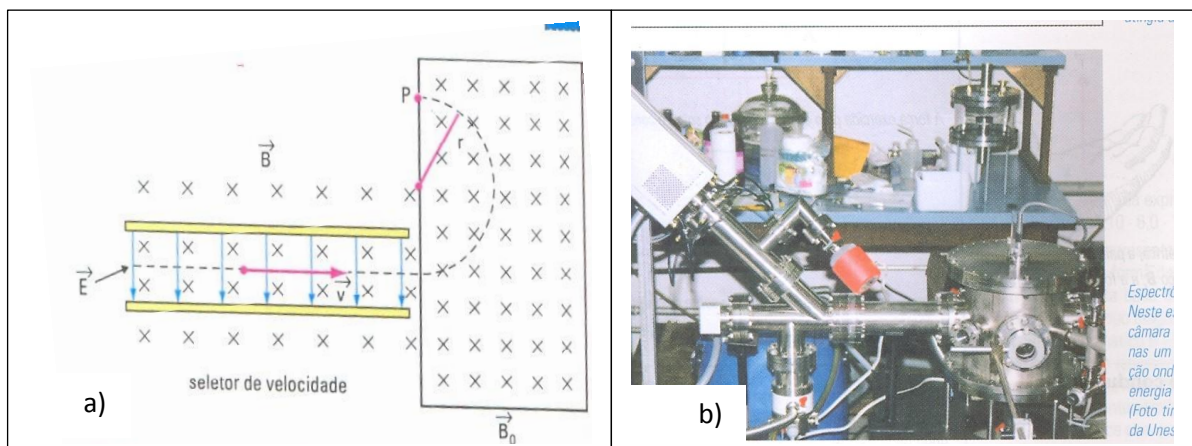
## **2.2 A ciência que ensinamos**

Nesse tópico pretende-se explorar a asserção de que os envolvidos no processo educacional (aluno e professor) não conseguem relacionar a prática do espectroscópio com a prática em situações reais. Essa discussão é importante para o desenvolvimento das atividades e justifica as ações desse trabalho.

O exemplo para ilustrar a situação acima é o espectrômetro de massa, tópico visto tanto no Ensino Superior como Ensino Médio. No estudo do magnetismo chega-se a conclusão de que um íon incidindo perpendicularmente a um campo magnético externo irá descrever uma trajetória circular, mais precisamente um movimento circular uniforme. Com essa informação é possível determinar o raio de curvatura e o período de rotação da partícula, o que está diretamente ligado a razão carga/massa que possibilita a identificação do íon em questão. A figura 1, a seguir, explora a representação dos fundamentos físicos presentes no

espectrômetro de massa, em um livro de Ensino Médio e uma fotografia do experimento em um laboratório de pesquisa.

O desafio para os estudantes e os professores se encontra em identificar quais são as conexões, tubos e caixas presentes na fotografia que correspondem ao modelo simplificado do espectrômetro. A resposta mais habitual das pessoas a situações como essa é de renegar os ambientes de laboratórios apenas para os cientistas, nos “desobrigando” de conhecer algo a mais. A questão que aparece com essa “desobrigação” de aprender/ensinar algo a mais produz um distanciamento entre aquilo que ensinamos como ciência na sala de aula e o que se faz de ciência do laboratório. Nesse sentido, Vianna (1996) promove uma discussão de situações educacionais como essa, em especial relacionando a cultura científica a ser transmitida pelo professor e a formação que este profissional recebeu. Dessa discussão cabe a seguinte reflexão, para os docentes de ciências: *Quantos fenômenos e experimentos nós explicamos aos nossos alunos sem termos o menor contato com estes?* Em muitos casos é adotado a postura de simplificação dos processos científico, fazendo com a distância entre o ensinado e o real seja grande



**Figura 1:** a) Representação teórica do processo físico envolvido na espectroscopia de massa. Na parte b) é apresentada uma fotografia do equipamento de espectroscopia de massa em laboratório de pesquisa (GASPAR, 2001). Como é possível correlacionar as duas visões ao discutirmos o tema na sala de aula?

**Fonte:** Gaspar, 2001.

A reflexão anterior recupera uma antiga discussão: *afinal, qual é o objetivo de se ensinar ciências?* A literatura promove diversas respostas, porém a proposta de justificativa de Kominski e Giordan (2002) encontra escopo na discussão aqui realizada. São denotadas três funções objetivos/justificativas ao ensino de Ciências: (i) *caráter epistemológico*; (ii) *caráter ideológico*; (iii) *promoção da cultura científica*. A primeira reflete o caráter epistemológico da Ciência, no qual procuramos a todo custo compreender o mundo ao nosso



redor. Pensar e agir cientificamente reflete nossa condição humana e contribuí para entendermos nosso entorno. A segunda versa uma posição ideológica, na qual um participante das discussões da Sociedade precisa ser plenamente consciente das relações sociais, entre elas as relações intrínsecas e extrínsecas e o funcionamento da própria Ciência. Isso sustenta tomadas de posição sensatas e coerentes na construção do cidadão. A última nos coloca diante de um dos papéis do ensino de Ciências: o de promotor de uma cultura científica nas comunidades escolares, como um desdobramento das considerações anteriores.

O papel de promoção da cultura científica fica debilitado quando não existe a discussão de como a Ciência é produzida. O fato de alunos e professores não conhecerem o processo científico na forma mais simples, a respeito de como pensam e agem os cientistas, gera um distanciamento da realidade da produção da Ciência com aquilo que é ensinado em sala de aula. Isso acarreta um processo educacional sem significado aos alunos, já que o universo do cientista é inatingível para pessoas fora do meio acadêmico. (KOMINSKY; GIORDAN, 2002). Nesse sentido, é possível observar o efeito pouco tangível que os trabalhos citados anteriormente produzem sobre espectroscopia: uma representação de uma prática profissional, distante da realidade e que não apresenta valor real para a sociedade e as relações de cidadania.

### **2.3 As visões de ciência e sua produção**

No desenvolvimento das relações sociais, aparecem diversos polos de autoridade e poder. Um desses polos pode ser atribuído aos ditos “cientistas”. Um exemplo dessa questão de autoridade científica é o alcance que produtos e tratamentos adquirem por apenas promoverem propaganda de “comprovado cientificamente”. Nesse sentido, é interessante discutir as diferentes visões de Ciência que grupos distintos apresentam. Neste trabalho serão destacadas três contribuições: a visão dos estudantes do Ensino Médio, a visão dos epistemólogos da ciência e a visão dos sociólogos sobre a Ciência e seu desenvolvimento. No tópico seguinte é proposto um recorte dessas visões, que norteará o desenvolvimento da oficina sobre espectroscopia.

### **2.3.1 “Visão” de estudantes sobre ciência**

Esse tema apresentou grande relevância nas pesquisas sobre educação durante os anos 1990 e 2000, sendo que hoje discussões envolvendo tais visões encontram-se mais focadas na argumentação sobre Ciência e Tecnologia e suas implicações. Dessa época – anos 1990 a 2000 – encontramos variantes geográficas do trabalho desenvolvido na Coreia do Sul pesquisando a percepção do estudante sobre a ciência e o papel do cientista. Em outro aspecto, Driver et. al (1996) propõem a estudar a relação que as crianças fazem sobre a ciência e os seus atores, de modo a promover a alfabetização científica na formação de espírito de cidadania.

As concepções aqui apresentadas são originadas do trabalho de Kominski e Giordan (2002), os quais investigaram questões ligadas à importância da Ciência e qual a imagem de Cientista se mantém no imaginário dos estudantes nas aulas de Química. Para isso, uma turma de Ensino Médio foi submetida a um debate sobre Ciência, sendo que dados escritos e desenhos foram colhidos após a atividade. Os alunos responderam questões discutindo sobre o que é Ciência, se a natureza segue as leis da ciência e para que servem as equações aprendidas. Os resultados apresentam uma visão reducionista de ciência, a ideia de que se trata apenas de matérias para almejar aprovação escolar ou ter sucesso em exames de vestibular e de que a ciência é uma criação humana para explicar fenômenos e acontecimentos estranhos.

Em outro momento foi proposto aos alunos que desenhassem o que os cientistas fazem em diferentes horários do dia. A imagem retratada é a de uma pessoa caricata e estranha, que vive num mundo solitário e altamente dependente do seu trabalho e de suas conquistas profissionais. As duas formas de resposta são totalmente avessas à realidade de um laboratório que envolve fracassos, interações com os pares e até mesmo momentos de descontração.

### **2.3.2 Visão de epistemólogos sobre a ciência**

As características apresentadas pelos estudantes na seção anterior refletem a forte influência que as abordagens positivistas marcaram o processo de construção da Ciência. A herança positivista estabelece ao conhecimento uma forte relação com aquilo que pode ser

comprovado em laboratório e após a adoção das etapas do método científico. Auguste Comte, filósofo francês, é associado à lei dos três estados, que são etapas da evolução do conhecimento: o teológico, o metafísico e o positivista ou científico. A evolução do segundo para o terceiro estágio passa por abandonarmos a postura especulativa e aplicarmos o *modus operandi* do positivismo, que deveria ser aplicado a todas as especialidades.

Temos posteriormente duas propostas refutantes ao modelo positivista, a primeira apresentada pelo Gaston Bachelard, filósofo e poeta francês, com a imagem do obstáculo epistemológico. Nessa visão é colocada em voga a discussão da dualidade realista e racionalista que o empreendimento científico possui atacar metafísica. Outra contribuição do que é chamado de racionalismo dialético é o lugar da dúvida no desenvolvimento científico, desmontando a promessa positivista que a aplicação do método leva ao conhecimento (KOMINSKY; GIORDAN, 2002).

A segunda proposta refutadora deve-se a Karl Popper, filósofo da ciência austríaco naturalizado britânico, que estabelece a ideia do falseamento de uma hipótese. Nessa visão a ciência passa a elaborar experimentos e situações para desmentir hipóteses vigentes, fazendo com que a qualidade e validade de uma hipótese estejam baseadas no número de testes pelas quais foi submetida. Assim como Gaston Bachelard, Karl Popper arranja espaço na ciência para outro elemento: o erro, assumindo isto um papel de contribuição para a aprendizagem. Além desses dois autores, temos a visão de Imre Lakatos, filósofo da ciência e da matemática húngaro, para qual a ciência é multi-fragmentada dentro de uma teoria, sendo que a meta é preservar o chamado núcleo central que é aceito pela comunidade científica como um dogma. Os testes e experimentos realizados são formas de elaborar com maior precisão esse modelo central e esconder possíveis resultados negativos à teoria – a essa proteção Lakatos denomina de “cinto de proteção”. Thomas Kuhn, físico e filósofo da ciência norte-americano, propõe a existência de rupturas profundas no desenvolvimento científico. Para ele existem dois comportamentos da comunidade científica, um no qual se procura preservar e perpetuar a teoria vigente, o que se classifica como “paradigma”, e um segundo no qual o paradigma é derrubado através de uma crise. O processo de crise ocorre quando a teoria vigente é colocada em xeque por um experimento ou ainda encontra-se inconsistência interna, gerando anomalias. As anomalias podem conviver durante muito tempo com a teoria vigente, mas existe um ponto de saturação em que é necessário abandonar o paradigma, nesse ponto ocorre o avanço da ciência (KOMINSKY; GIORDAN, 2002). A principal contribuição de Kuhn à discussão sobre a ciência é a visão sociológica do empreendimento científico, a seção consensualista, indicando que o comportamento da ciência é diretamente influenciado pelos

membros que a compõem. Querer estudar como a ciência está estruturada e funcionamento, implicar em estudar os sujeitos que fazem a ciência. Nessa quina é interessante reporta-se aos sociólogos da ciência, já que eles oferecem uma visão mais ampla daquela que estabelece quem faz (de modo amplo) Ciência são apenas cientistas ou existem outros mais sujeitos importantes nesse processo.

### **2.3.3 Visão dos sociólogos sobre ciência e cientista;**

A proposta consensualista de Kuhn abre margem a uma nova visão de ciência através de uma área de conhecimento que procurava estabelecer-se como uma: a sociologia. Dessa fase temos a contribuição relevante de Pierre Bourdieu, com as considerações da sociologia reflexiva. O principal expoente da sociologia reflexiva é a figura de Bruno Latour, antropólogo e sociólogo francês que dedicou seus estudos sobre as relações entre sociedade e tecnologia e a figura da ciência e do cientista frente à sociedade (OLIVEIRA, 2006), com destaque a duas obras de Latour: *'A vida de laboratório'* (1997), escrito em conjunto com Steve Woolgar, e *'Ciência em ação'* (2000).

*A vida de laboratório* relata o ambiente real de pesquisa do Instituto Salk, em La Jolla, nos Estados Unidos, através de uma pesquisa etnográfica que durou dois anos. No obra, Latour e Woogar mostram que o laboratório é um ambiente inquieto, cercado de diálogos entre os profissionais, repleto de processos burocráticos, afetado pelas constantes dificuldades da prática científica, dependente de recursos financeiros, tecnológicos e humanos (além dos próprios cientistas e os aprendizes) para o desenvolvimento de projetos, dependente de fomentar aliados de sua e de outras instituições.

A leitura do texto coloca a prática científica como uma situação social: uma descoberta científica que não pode ser atribuída apenas a uma pessoa, mas a um conjunto delas. Além disso, existem fatores externos às tomadas de decisão pelos profissionais: acertos ocasionados por erros passados, fatores de ordem histórica e até mesmo política. A busca por recursos financeiros acirra as disputas profissionais, sociais e até mesmo pessoais. Muitos cientistas almejam elevação do *status quo*, de reconhecimento em revistas de alto impacto internacional, tais como Nature, Science e mais algumas. Querem ser convidados para proferir palestras e seminários para defender suas ideias e transformar discordantes em concordantes, nos grandes tribunais da razão. Essa competição de âmbito intra e extra-laboratorial torna a

prática científica uma constante prova da qualidade e valor do profissional em questão (LATOUR; WOOGAR, 1997).

O contato entre os pares cientistas não é feito apenas por meio de exposição, pois muitas ele é carregado de discussões acaloradas e constantes mudanças de opiniões, e até de humores, em função do poder de argumentação mais contundente ou ainda por uma questão de poder. O “chefe de laboratório” ainda é um líder e possui valor considerável na comunidade acadêmica. Encapsulado em tudo isso, há também questões de ordem pessoal: fazer ciência pode tornar-se uma massagem de egos, inquietações pessoais ou ainda uma tentativa de corresponder às questões de natureza epistemológica do ser. Por fim, chega-se a ideia de que fazer ciência não é uma atividade isolada da sociedade ou realizada unicamente por um gênio e autodidata, mas também não é uma atividade trivial. A prática científica é uma atividade social, e a ciência “é construída por humanos, com a sua criatividade” (VIANNA, 1996), mas também depende de não-humanos (LATOUR, 2002).

## **2.4 “A saída da caverna’’: a espectroscopia para o ensino de Física**

A saída da caverna é uma alusão a ‘Alegoria da Caverna’, de Platão, descrito no livro VII de ‘*A Republica*’. O texto apresenta a busca da verdade como uma superação dos limites da visão: enxergar além daquilo que as sombras nos revelam. Para isso Platão coloca a educação e o desenvolvimento do pensamento filosófico como base para essa nova visão.

Retornando aos trabalhos de espectroscopia após esse passeio por diferentes visões de ciência, pode-se enxergar nesse tema muito além “das sombras” de um mero experimento, mas uma oportunidade de discutir o arcabouço científico e o desenvolvimento de ciência. A proposta deste trabalho remete-nos a apresentar a ciência e as relações científicas por meio do contato de alunos da Educação Básica com um ambiente de pesquisa e um experimento real. A mera prática experimental pela prática torna o experimento um momento de descontração ou ainda de curiosidade. Quando se situa mera prática, não há contribuição na formação do aluno, não há um momento de interação com a ciência, as práticas se tornam apenas um recorte da ciência. Ciência esta acabada, hermeticamente fechada e sem aplicações para a sociedade. Novamente é possível detectar o afastamento entre a ciência que é ensinada nos bancos escolares e aquela desenvolvida nos laboratórios de pesquisa (LEMKE, 1992).

O principal desafio desse trabalho se deu em propor uma oficina que pudesse apresentar aos alunos facetas da Ciência e os sujeitos envolvidos nesse processo. Nesse sentido,

fez-se necessário obter visões e reflexões fora do ambiente de laboratório, sendo necessário procurar outros olhares para aquilo que se pretende mostrar. Por isso, a “alegoria da caverna” quando se propõe obter essas visões estamos nos libertando das conclusões obtidas pelas “sombras” para procurar fontes mais nítidas e reais do ambiente em que vivemos.

À vivência às “sombras” é um reflexo (no sentido de pensamento) de como se estrutura a prática docente atualmente. A observação dos livros didáticos e dos currículos pedagógicos em Ciências, em especial em Física, releva uma visão reducionista sobre a ciência. Exemplos disso podem ser observados em trabalhos dedicados a levantar as concepções de ciência pelos estudantes. Essa visão reducionista coloca a ciência como algo acabado e pronto, baseado em equações e fórmulas mirabolantes (KOSMINSKY, GIORDAN, 2002).

No que concerne à prática docente, Vianna (1996) apresenta uma justificativa para a apresentação reducionista sobre a ciência: o déficit de contato dos alunos de licenciatura com os ambientes de laboratório e as discussões sobre os mecanismos “para fazer ciência”. A autora reitera essa ideia pela seguinte dicotomia existente na formação do professor em Física: formar pesquisador e formar professor. Essa dupla possibilidade acaba gerando um docente que possui metodologias e práticas suficientes para ensinar Física, mas não necessárias para discutir a construção e concepção de ciência. Como já relatado, muitas dificuldades encontradas pelos estudantes em aprender Física e dos professores em ensinar Física está ligada (em parte) ao desconhecimento do desenvolvimento da ciência por esses dois sujeitos (KOSMINSKY, GIORDAN, 2002).

A aproximação com o desenvolvimento da ciência com aquilo que é ensinado em sala de aula remete-nos aos trabalhos de Lemke (1993) e a conclusões oferecidas por Vianna (1996), em que não pode existir uma defasagem tanto espacial quanto temporal entre aquilo que será estudado na escola e aquilo que é produzido nos laboratórios. Apresentar a *ciência como ela é e está sendo* representa para os alunos a oportunidade de obter a cultura científica e tecnológica necessária para a formação de um cidadão participante da sociedade. É possível concluir que a ciência é uma atividade humana indispensável para a nossa evolução e acessível a todos, não apenas a cientistas.

### **3. METODOLOGIA**

A proposta do presente trabalho incluiu uma investigação de caráter qualitativo sobre as percepções e alterações de percepções de um determinado grupo de quatro estudantes do Ensino Médio – alunos de Altas Habilidades – sobre ciência e sobre cientistas à medida que exploram novas possibilidades e ambientes em uma oficina sobre espectroscopia. É preciso dizer que as pesquisas qualitativas se concentram em estudar situações pontuais, sem um comprometimento com possíveis generalizações (ROSA, 2013).

Essa seção – Metodologia – será dividida em quatro partes: a primeira está dedicada ao produto final desse trabalho, que é a oficina “Do que é feito?”; a segunda elege os instrumentos de coleta de dados; a terceira diz respeito à metodologia de análise dos dados obtidos; e a última é uma apresentação sobre o público atendido pela oficina. A opção por esse formato é delimitar as escolhas relacionadas à oficina, as formas de avaliação e local da pesquisa.

#### **3.1 Do que é feito?**

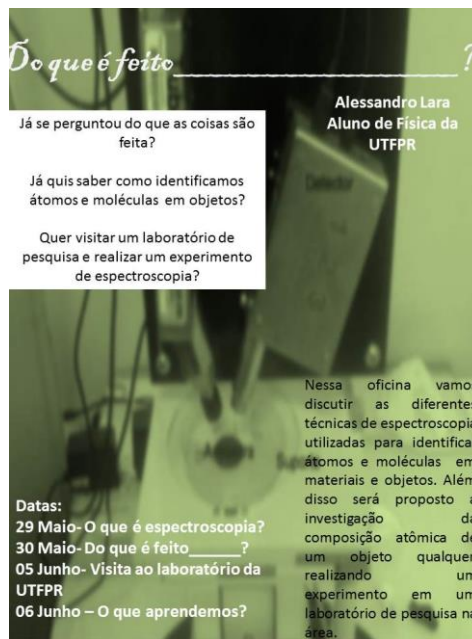
Como disse, o principal produto desse trabalho é uma oficina sobre espectroscopia, denominada “Do que é feito?”. O título é de propósito e sugestivo por carregar uma aplicação da espectroscopia, que em termos gerais implicou em descobrir do que certas coisas são feitas, e a formulação da frase traz a ideia de ação por parte dos participantes – alunos do Ensino Médio. Assim, a oficina tem um caráter prático em boa parte da sua execução. Além disso, o pergunta “Do que é feito” é algo infantil, já que pela nossa evolução tal curiosidade sempre surge.

A oficina foi estruturada em quatro encontros, sendo 1º, 2º e 4º ocorridos na escola com duração de duas horas cada e o 3º encontro, ocorrido no laboratório de EDXRF, na UTFPR com quatro horas de duração, totalizando dez horas de trabalho em contato direto com os alunos. O local de desenvolvimento foi a Sala de Recursos – denominada de “Altas Habilidades/Superdotação” localizada no Instituto de Educação do Paraná Erasmo Pilotto, na região central de Curitiba-PR, sobre o que posteriormente será acrescido na subseção 3.4).

Na descrição abaixo estão dispostas às atividades desenvolvidas nos quatro encontros durante a oficina:

- 1º Encontro: Esse encontro teve como ação apresentar uma introdução à espectroscopia, desde o aspecto histórico até a os princípios físicos envolvidos. Inicialmente foi proposto aos alunos presentes, no caso o professor da sala, os alunos 01 e 02, um questionário prévio sobre suas concepções sobre a ciência, sobre os cientistas e o ensino de ciência que eles já vivenciaram (sendo que tal instrumento de avaliação será explorado na seção 3.2). Após, foi discutido sobre o cartaz de apresentação e divulgação da oficina, exibido na Figura 2, com as perguntas motivadoras: - *Já se perguntou do que as coisas são feitas? Já quis saber como identificamos átomos e moléculas em objetos? Quer visitar um laboratório de pesquisa e realizar um experimento de espectroscopia?* Com essas ideias, foi iniciado o estudo da estrutura da matéria, a natureza da radiação eletromagnética e a interação da radiação com a matéria, com objetivo de obter formas de caracterizar átomos e moléculas. O conhecimento dos parâmetros físicos da luz emitida ou absorvida, o que inclui comprimento de onda, frequência e ainda energia, permite determinar os componentes atômicos de um material. O processo físico chave estudado foi a fluorescência, que é utilizada em laboratório para as análises. Foi ainda ressaltada a diferença entre o processo de fluorescência e fosforescência, usando exemplos do cotidiano como o controle remoto e adesivo de uso noturno. Porém, existem várias outras interações e processos físicos que permitem a caracterização de materiais, sua utilização com tal fim é o campo de estudo da espectroscopia. Apesar da forma tão volumosa que possa assumir, a espectroscopia tem seu início histórico com as experiências de separação de cores de Issac Newton utilizando um prisma. A diferença de caminho ótico, em função da dispersão da luz, permite a distinção espacial dos comprimentos de onda. Esse mecanismo foi essencial para o desenvolvimento da espectroscopia de chama, a qual foi proposta por Robert Wilhelm Bunsen (1859). Atualmente pode ser utilizada uma grade de difração para tal fim (LOPES, 2007). Deste modo, a atividade final proposta ao estudante consistiu na determinação do comprimento de onda de um laser vermelho e outro verde, utilizando-se uma grade de difração. A ideia era de ressaltar a importância de conhecer as características da luz emitida para identificar o material em estudo. Ao final da atividade foi deixada uma proposição aos alunos, sobre que material eles teriam vontade de conhecer quanto à composição atômica, bem como se tratou sobre diretrizes básicas para visita no laboratório anteriormente citado. O encontro teve a duração prevista – duas horas.





**Figura 2: Cartaz de apresentação e divulgação da oficina.**

**Fonte: Autor**

- 2º Encontro: Um dos elementos essenciais nas pesquisas modernas é o uso do computador e de *softwares* de aquisição e análise de dados. Assim, esse encontro enfatizou o uso dos programas básicos para operar equipamentos, adquirir os espectros e posteriormente subsidiar a análise. O processo básico para as análises é de calibração do sistema eletrônico, usando amostras de composição conhecida. Após a calibração é possível associar cada um dos picos do espectro com um valor de energia. Usando uma tabela apropriada é associada essa energia com uma transição eletrônica característica de um elemento químico, permitindo sua identificação em uma amostra qualquer. Os alunos que neste encontro estavam presentes o professor da sala, os alunos 01 e 02, interagiram com os espectros obtidos em pesquisas realizadas no laboratório analisando dentes, sangue, pasta de dente, esmalte e outros materiais, sendo que tais resultados de pesquisas foram levados a escola pelo autor deste Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso. Existem algumas características constantes nos espectros que são justificados por fenômenos físicos, como é o caso dos picos característicos associados ao cátodo do tubo de raios X, o que permite subsidiar uma discussão sobre produção de raios X. Há ainda um pico referente ao espalhamento incoerente de raios X, definido pelo efeito Compton. Ao final dessa atividade foi discutido ainda o experimento e as amostras que seriam realizados na

semana seguinte no laboratório. Do mesmo modo que o encontro anterior, esse também durou duas horas.

- 3º Encontro: Esse encontro consistiu em uma atividade desenvolvida no Laboratório de Física Nuclear da UTFPR, sob a responsabilidade do autor deste projeto. Nela estiveram presentes o professor da sala, o aluno 01, aluno 02, aluno 03 e aluno 04. Inicialmente foi efetuada uma apresentação geral do laboratório, as linhas de pesquisas ali desenvolvidas e os equipamentos disponíveis. Depois ocorreu uma rápida revisão aos conceitos apresentados nos dois últimos encontros, bem como se tratou de explicar sobre o funcionamento de cada aparelho. A atividade começou com o processo de calibração efetuado pelos alunos, embasando-se na discussão realizada no encontro anterior. O processo de obtenção e a análise dos espectros de algumas amostras do laboratório serviram para relembrar os espectros estudados em sala e recuperar as discussões e impactos da presença de certos elementos químicos em algumas amostras. Depois os alunos puderam realizar a análise das amostras escolhidas por eles. Nesse tempo foi possível interagir com o ambiente de laboratório, os outros equipamentos disponíveis e também com outros usuários: professores da graduação, alunos de pós-graduação e de iniciação científica. Essa “visita técnica e interativa” durou quatro horas.
- 4º Encontro: O último encontro teve como função avaliar o desenvolvimento da oficina até então, quanto às atividades realizadas. Por este encontro ter sido no dia seguinte à atividade no laboratório da UTFPR (3º encontro), muitas visões, dúvidas e percepções a respeito do local estavam bastante vivas na mente deles, o que permite dizer se tratar de uma estratégia acertada essa. Assim, o encontro se concentrou em uma entrevista em grupo com perguntas dirigidas, as quais foram previamente formuladas a partir das respostas obtidas no questionários prévio (vide 1º encontro) e nas falas dos sujeitos no decorrer da oficina até então. Também foi possível discutir os pontos positivos e negativos da oficina. Esse encontro teve duração prevista de 2 horas.

### **3.2 Instrumentos de Coleta e Análise dos Dados**

A proposta de coleta de dados acompanha os objetivos específicos propostos na introdução do trabalho. Em suma, ela é o mecanismo para: detecção das visões e concepções

dos estudantes antes da oficina; acompanhar a (re)organização dessas visões e concepções durante a oficina; e os conhecimentos adquiridos durante a oficina.

Para investigar as concepções iniciais dos estudantes foi empregado um questionário, composto de questões fechadas e uma parte pictórica, para que os estudantes representassem as suas concepções de ciência e de cientistas por meio de desenhos. A formulação desse questionário buscou unir as categorias de investigação, as quais estariam ligadas aos objetivos específicos. A primeira parte do questionário consistiu em perguntas fechadas, concentrando-se sob quatro categorias:

- (i) Processo de Construção da Ciência;
- (ii) Relação entre Ciência e Tecnologia com a Sociedade;
- (iii) Relação dos Estudantes com a Disciplina de Física;
- (iv) Sobre o Ser/Profissional Cientista.

Ao todo foram elaboradas 25 perguntas dispostas no Quadro I (a seguir), baseadas em três outros questionários encontrados na literatura, provenientes de: (i) do VOSTS (*Views On Science-Techology-Society*), elaborado e colocado em prática por Aikenhead e Ryan (1992), para investigar as relações e concepções dos estudantes canadenses sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade, o qual gerou impactos relevantes no currículo do ensino de Ciências no Canadá, nos anos 1990; (ii) do ROSE (*The Relevance of Science Education*), sendo que por meio de tal questionário, em contexto brasileiro, Tolentino Neto (2008) realizou uma investigação com estudantes do Ensino Médio do interior do Estado de São Paulo usando para avaliar a importância na disciplina de Ciências na formação dos estudantes participantes do estudo; (iii) da pesquisa de Kosminsky e Giordan (2002), em que propõem metodologias de estudos, dessa natureza, a partir da utilização de perguntas aos estudantes e concomitante o uso de desenhos representativos das ações e personalidade da figura pessoa e profissional de cientistas.

O objetivo do questionário, do presente estudo de Trabalho de Conclusão de Curso, consistiu em: identificar as concepções prévias dos estudantes sobre a estrutura e a construção da Ciência; obter posicionamentos sobre a relação Ciência e Tecnologia com a sociedade; avaliar a relação dos estudantes com a disciplina de Física e reconhecer suas percepções sobre cientista.

As respostas dos sujeitos foram obtidas por meio de escala “likert”, com as opções: (a) Concordo Totalmente; (b) Concordo; (c) Indiferente; (d) Discordo; e (e) Discordo Totalmente, sendo possível apenas uma resposta para cada afirmação ou pergunta, sendo que tal questionário encontra-se na íntegra no Apêndice A. No quadro 1 é apresentado as perguntas do questionário.

A segunda parte do questionário consistiu na representação pictórica dos estudantes sobre o que eles concebiam a respeito de quais eram as atividades dos cientistas em diferentes dias da semana e períodos desses dias, seguindo a proposta de Kosminsky e Giordan (2002). Foi solicitado aos estudantes que desenhassem, segundo suas concepções, e após descrevessem a representação do que o cientista faz nas seguintes situações:

- (a) Segunda-feira às 10 h da manhã;
- (b) Quarta-feira às 3 h da tarde;
- (c) Sexta-feira às 10 h da noite;
- (d) Domingo às 4 h da tarde.

Essa parte teve com o objetivo identificar pela ótica dos estudantes algumas características particulares dos cientistas (de natureza pessoal, social e profissional). Os dias e horários escolhidos levam em conta ações do cotidiano de grande parte das pessoas: trabalho, descanso e lazer.

Durante o desenvolvimento da oficina foi adotado como instrumento de coleta de dados principal as vídeo-gravações dos quatro encontros. A vídeo-gravação tem por objetivo oportunizar a visualização posterior das discussões, gestos e expressões dos estudantes durante a oficina. Respeitando o direito dos participantes da pesquisa, foi requerido um termo de consentimentos do uso dados e imagens, elaborado pela própria instituição de ensino parceira. O termo na íntegra encontra-se no Anexo A para consulta.

Apesar de a gravação ser um procedimento fácil, algumas ações extras foram necessárias para evitar perdas de trechos e momentos importantes da oficina. Assim, a câmera foi mantida em posição fixa durante boa parte dos encontros enquadrando os participantes, mas durante as atividades práticas foi possível um deslocamento dela para acompanhar o entorno da sala. Além da filmagem, a acústica do local exigiu a gravação por meio de um gravador de voz para evitar perdas de trechos, bem como foram realizadas algumas anotações em diário de campo para colaborar na coleta de dados.

A avaliação da oficina foi realizada por meio de uma entrevista orientada em grupo, considerando-se as respostas obtidas no questionário prévio, em falas durante a oficina e conversar posteriores as atividades. Além disso, foi possível obter os pontos positivos e negativos da aplicação da oficina. As perguntas que foram propostas serão apresentadas na análise dos dados.

**Quadro 01: Perguntas elaboradas para o questionário prévio, de acordo com as categorias definidas.****(i) Para você, durante o processo de construção da ciência:**

- (1) A Biologia, a Química e a Física estudam respectivamente, os seres vivos, os compostos químicos e o comportamento da natureza.
- (2) Os cientistas constroem teorias e hipóteses para explicar os fenômenos da natureza;
- (3) Os cientistas seguem métodos científicos que sempre os levam a respostas corretas.
- (4) Os modelos científicos são baseados apenas em experimentos;
- (5) Uma hipótese errada invalida toda a teoria;
- (6) A ciência é exata e fechada;
- (7) Para uma teoria ser aceita é necessário a aprovação da comunidade científica

**(ii) Na relação da ciência com a sociedade, você compreende que:**

- (8) A ciência é utilizada apenas para o bem estar da sociedade;
- (9) A tecnologia representa uma aplicação dos conhecimentos científicos;
- (10) A ciência e a tecnologia tornam nossas vidas mais fáceis, mais saudáveis e confortáveis.
- (11) A ciência é influenciada pelos governos e empresas;
- (12) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais, como a pobreza;
- (13) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais;

**(iii) Sobre a disciplina de Física e sua relação com a Escola;**

- (14) A disciplina de Física discute assuntos difíceis;
- (15) Eu gosto da disciplina de Física;
- (16) Os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física serão importantes na minha vida;
- (17) A disciplina de Física torna-me mais crítico frente às notícias sobre ciência;
- (18) A disciplina Física estimula meu interesse por coisas que não conseguimos explicar;
- (19) A disciplina de Física mostra a importância da Ciência e o seu papel na Sociedade;

**(iv) Sobre o ser/profissional “Cientista” e suas ações, é possível dizer que:****Parte 01:**

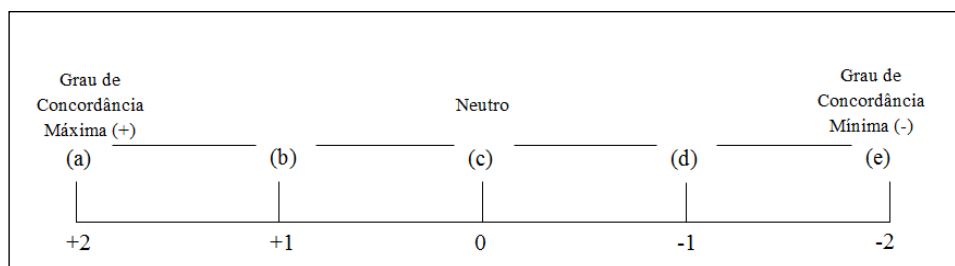
- (20) Os Especialistas são as melhores pessoas para controlar a Sociedade e a tomar decisões importantes;
- (21) Podemos sempre confiar nas informações oriundas dos Cientistas;
- (22) Os Cientistas não cometem erros por sempre seguirem a razão;
- (23) Os Cientistas preocupam-se com os efeitos maléficos das suas descobertas;
- (24) Cientistas são sempre neutros e objetivos;
- (25) Existem competição e conflitos de ego na prática científica.

### 3.3 Metodologia para Análise dos Dados

Análise dos dados é dividida em duas partes: uma sobre as informações descritas pelos estudantes nos questionários, e outra em função dos dados extraídos das questões pictóricas e das vídeos-gravações. O diário de campo aparece como um suporte para as considerações dispostas nas conclusões da pesquisa.

As respostas do questionário prévio foram tabeladas e avaliadas primeiramente pela frequência das mesmas, de modo a se efetuar uma categorização, e depois segundo um grau de direção de favoritismo ou desfavoritismo do sujeito a cada afirmação, de modo a avaliar o efeito global das respostas (BARDIN, 2011).

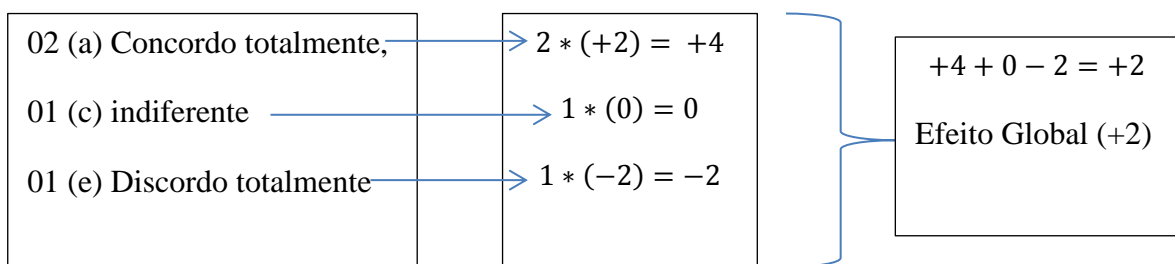
É preciso dizer que o efeito global é obtido pela regra de enumeração, a atribuição de um valor às respostas, a partir da unidade de registro dessas, ou seja respostas (a), (b), (c) etc. O quadro 01, a seguir, apresenta a relação entre as unidade de registro das repostas e a enumeração correspondente.



**Quadro 1: Associação das unidades de registro das respostas com as unidades de ordenação.**

**Fonte: Autor**

A título de exemplo, é possível ter uma questão que obteve a seguintes respostas: duas respostas (a) – concordo totalmente; uma resposta (c) – indiferente; e uma resposta (e) – discordo totalmente. O efeito global é calculado pela forma exposta no quadro 02, a seguir.



**Quadro 1: Um exemplo do cálculo de efeito global.**

**Fonte: Autor**

Tal questão estaria disposta na escala de perfil neutro, como representa o quadro 03.

Polo Positivo				Tendência Positiva		Neutro					Tendência Negativa		Polo Negativo			
+08	+07	+06	+05	+04	+03	+02	+01	00	-01	-02	-03	-04	-05	-06	-07	-08
*																

**Quadro 2: Escala de perfil representativo da questão exemplo.**

**Fonte Autor**

Tal procedimento permite avaliar qualitativamente as respostas dos participantes da pesquisa e categorizar as concepções do grande grupo<sup>1</sup>

Na parte pictórica foi explorada a categorização dos desenhos e elementos semióticos presentes (ROSA, 2013). Na análise dos vídeos foi realizada a transcrição dos momentos importantes da oficina, mediado pelo diário de campo. Além disso, serão exploradas questões de naturezas comportamental e semiótica dos estudantes, bem como a movimentação espacial durante a oficina (GARCEZ et al., 2011).

O diário de campo teve como função orientar a atenção nos momentos importantes, em especial nas atividades dos estudantes. Os dados foram apresentados por encontros, para ser possível comparar com as expectativas teóricas prevista na seção 3.1.

A transcrição aconteceu de forma direta de grandes trechos, porém será apenas apresentados as frases importantes para discussão. Na análises das figuras foi optado por dois desenhos, uma mais elaborado e outro menos , mas que possuam descrições organizadas e contundentes.

<sup>1</sup> O procedimento mais usual para análise de questionário em escala likert é a utilização do alfa de Cronbach e a produção da matriz de interação entre as questões. Como o número de participante é menor que a ordem de grandeza do número de perguntas, tal procedimento fica privado de significado, por isso a adoção do efeito global para levantar as concepções do grande grupo.



### 3.4 Local da Pesquisa

Salienta-se que o local de desenvolvimento de grande parte desse trabalho foi a Sala de Recursos – Altas Habilidades/Superdotação, no Instituto de Educação do Paraná Erasmo Pilotto, a qual funciona desde o ano de 2010, sendo que outro encontro ocorreu no Laboratório de Espectroscopia de Fluorescência de raios X por dispersão de Energia (EDXRF), na UTFPR. A referida sala dedica-se a tender os alunos com laudo médico que atesta superdotação, mas também àqueles alunos mais curiosos sobre assuntos diversos e que muitas vezes são vistos, por professores e até colegas, como de comportamento problemático em sala de aula, por terem características de questionador. O trabalho envolve, além do acompanhamento educacional, outro de caráter psicológico para o aluno e para a família. Atualmente tal sala conta com dois professores fixos para o atendimento dos estudantes.

A principal linha de ação da sala é a proposta de oficinas para esse estudante, que buscam integrar os três anéis que motivam a Superdotação: a habilidade acima da média, a motivação e a criatividade. Em função das características da sala, a oficina proposta neste trabalho encontra escopo nesse local.

Algumas oficinas são montadas pelos próprios professores da escola, e outras são decorrentes de programas externos, como o Programa Institucional de Iniciação a Docência (PIBID) da Licenciatura em Física e o Programa Ensino Tutorial (PET) do Bacharelado em Eletrônica – ambos da UTFPR. Essas oficinas são propostas aos alunos de altas habilidades atendidos pela sala e para toda a comunidade escolar do Instituto de Educação do Paraná (BLOG IEPPEP; RENZULLI, 2004).

## **4. A ANÁLISE DOS DADOS E OS RESULTADOS**

A análise dos dados é apresentada em quatro seções, de acordo com o instrumento de avaliação e o momento temporal da oficina, a saber: a primeira seção dedica-se à análise das perguntas fechadas do questionário prévio; a segunda discute as representações de cientista encontradas nos desenhos e descrições dos estudantes; a terceira traz as situações e falas dos sujeitos durante a oficina; e a quarta apresenta a avaliação da oficina. Nos dois primeiros encontros, havia dois alunos denominados aluno 01 e aluno 02, no terceiro e quarto encontro entraram mais dois estudantes denominados aluno 03 e 04.

### **4.1 Perguntas fechadas do questionário prévio**

Os dados obtidos na tabulação dos questionários estão dispostos na tabela 01, a seguir, e levam em conta a condição das respostas: todas semelhantes, três iguais, duas iguais e todas diferentes. Após são descritas as respostas obtidas, sempre em referência à unidade de registro estabelecida na seção 3.2: (a) concordo totalmente; (b) concordo; (c) indiferente; (d) discordo; (e) discordo totalmente; e por fim o efeito global e o perfil de cada questão.

Dentro das repostas obteve-se todas as repostas iguais em três questões e duas questões tiveram todas as respostas diferentes. A questão 01 e 15 obtiveram ampla concordância positiva pelos estudantes, por compreenderem a sistematização da Ciência na Biologia, Química e Física de acordo com seu campo de pesquisa. A pergunta 15 reflete uma característica do grupo de Altas Habilidades – ou seja, a aptidão para assuntos ligados à Física. Além disso, a questão 15 pode ser relacionada com a questão 16, em que os alunos reconhecem a importância dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Física. Tal afirmação está de acordo com os objetivos de ensinar ciências de Kominski e Giordan (2002), apesar de outras perguntas mostrarem que o aspecto de formação de cultura científica esteja debilitado.

O caso das perguntas 03 e 11 ilustram algumas dúvidas que os estudantes possuem sobre Ciência. Apesar de muitas vezes eles serem introduzidos a pensamentos afinados com concepções positivistas sobre Ciência, os alunos mostraram-se receosos com a ideia de que os métodos científicos sempre levam a respostas corretas (questão 03). Outra fonte de discordância entre as respostas é o caráter de neutralidade da ciência (questão 11). Ambos os

temas são discutido por Lemke (1997), ao considerar a formulação de Ciência levada pelo professor aos alunos ou ainda pela mídia em contraposição àquilo que ocorre na realidade da Ciência.

**Tabela 1: Categorização das perguntas do questionário prévio, assim como o efeito global e o perfil.**

Condição	Sub-condição	Questões	Respostas	Efeito Global	Perfil	
Todas Iguais	(não necessária)	01	04 (a)	+08	Polo Positivo	
		02	04 (b)	+04	Tendência Positiva	
		15	04 (a)	+08	Polo Positivo	
Três iguais	(não necessária)	20	03 (c) e 01 (a)	+02	Neutro	
		07	03 (b) e 01 (a)	+05	Polo Positivo	
		08	03 (d) e 01 (e)	-05	Polo Negativo	
		16	03 (a) e 01 (c)	+06	Polo Positivo	
		13	03 (b) e 01 (c)	+04	Tendência Positiva	
Duas iguais	Em pares	04	02 (c) e 02 (d)	-02	Neutro	
		05	02 (a) e 02 (e)	00	Neutro	
		12	02 (c) e 02 (b)	+02	Neutro	
		22	02 (d) e 02 (e)	-06	Polo Negativo	
			06	02 (c); 01 (a) e 01(d)	+01	Neutro
			09	02 (b); 01 (a) e 01(c)	+04	Tendência Positiva
			10	02 (b); 01 (a) e 01(d)	+03	Tendência Positiva
			14	02 (b); 01 (c) e 01(d)	+01	Neutro
			17	02 (d); 01 (c) e 01(a)	00	Neutro
			18	02 (e); 01 (b) e 01(c)	-03	Tendência Negativa
			19	02 (e); 01 (b) e 01(c)	-03	Tendência Negativa
			21	02 (e); 01 (d) e 01(c)	-05	Polo Negativo
			23	02 (b); 01 (c) e 01(d)	+01	Neutro
			24	02 (c); 01 (b) e 01(d)	00	Neutro
25	02 (b); 01 (a) e 01(c)	+04	Tendência Positiva			
Todas diferentes	(não necessária)	03	01 (b); 01 (c); 01 (d) e 01 (e)	-02	Neutro	
		11	01 (a); 01 (b); 01 (c) e 01 (d)	+02	Neutro	

**Fonte: Autor.**

As questões 12 e 13 estavam relacionando papéis que a Ciência possa assumir: o de resolver problemas sociais e problemas ambientais, respectivamente. Pelas respostas, os alunos são mais solidários à ação da ciência em relação aos problemas ambientais, do que atribuir a esta uma função social. Esse fato mostra a Ciência como aparte de problemas sociais (BORDIEU, 2001). Além de que a questão 08 traduz a noção de que sempre a Ciência é utilizada para o bem estar da sociedade.

As questões 04 e 07 trazem a ideia de que a ciência é baseada em experimentos e que a aceitação de uma teoria depende da aprovação da comunidade científica. As questões 09 e 10 ilustram a concepção de Tecnologia e Ciência pelos estudantes como uma aplicação de conceitos científicos e facilitadora para o cumprimento de atividades cotidianas. Essas

características e papéis que Ciência pode assumir são discutidas por Dixon (1976), referindo-se ao *status quo* dessa atividade.

As questões 17,18 e 19 mostram a ineficácia que a disciplina de Física passa no objetivo de promover a cultura científica (KOMINSKI; GIORDAN, 2002). Aparentemente, essa disciplina não oferece um canal para fomentar a curiosidades dos estudantes sobre temas contemporâneos ou ainda para discutir a importância e o papel dela enquanto Ciência para a Sociedade. O escopo para discussões e debates críticos também parece não existir durante as aulas, por partes dos professores e dos alunos.

As questões 20, 21, 23, e 25 corroboram na formação de uma personalidade para o cientista, apesar de o seu prestígio social não ter sido visto como uma fonte sempre confiável. O cientista possui consciência sobre os efeitos maléficos de suas descobertas, porém age em momentos por efeito de competição profissional e busca por elevação de status quo e ego.

Outra categoria de questões chama atenção pelo seu efeito global ser nulo. É o caso das questões 17, 04, 06 e 24. Em especial, as três últimas possuem como resposta mais frequente a opção “(c) – indiferente”, revelando-se uma aparente falta de importância ou relevância à afirmação proposta. A questão 04 está ligada a possibilidade de “produzir” conhecimento científico também longe dos laboratórios. Assim, como discute Latour (2000), a Ciência estabelece-se em diferentes nichos e atividades, que podem incluir desde os teóricos que ficam envoltos em papéis e contas, até os mais tradicionais experimentais de “jaleco branco”, a ponto de se questionar por vezes se a produção liderada por um cientista está na bancada ou no computador ou nas instituições onde o cientista angaria financiamento para as pesquisas.

A questão 06 traz a noção da Ciência como algo fechado e exato. A essa discussão temos diferentes visões de epistemologia discutidas na fundamentação teórica que alimentam a ideia de ela ser “um órgão vivo”, que passa por mudanças e alterações, causadas por revoluções ou por pressões externas. Em comunhão à questão 24, os cientistas são pessoas com ego, ambições, desejos e sonhos. As mesmas dificuldades de ordem moral e social que outras “instituições sociais” sofrem, como a igreja, política ou até mesmo a família, estão presentes na Ciência, fato destacado com a resposta negativa dos estudantes na questão 22. As respostas obtidas nas três questões mostram que os estudantes desconhecem a estrutura da ciência e não conseguem alinhar tal instituição com sociedade que a permeia. A ciência se estabelece como algo fora do meio e específica para os cientistas.

## 4.2 Representações pictóricas do Cientista

Essa seção apresenta os dados e as análises possíveis dos desenhos realizados pelos alunos de acordo com as predefinições discutidas na seção 3.2. Dos desenhos coletados, alguns são essenciais para se construir a figura de cientistas que esses alunos apresentam. O primeiro quadro é referente à atividade do cientista na “segunda-feira, às 10 h manhã”. A figura 03.a e 03.b apresentam as duas representações e descrições dos respectivos alunos a seguir



**Figura 3: Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, na segunda feira às 10 h da manhã.**

**Fonte: Autor.**

A transcrição da descrição do aluno 01 ao desenho da figura 03 a:

*“O dia-a-dia de um cientista depende muito da situação que ele está vivendo, portanto eu representei duas mais idealizadas comumente. Na primeira ele toma café antes do trabalho, e na segunda ele está estudando teorias”.*

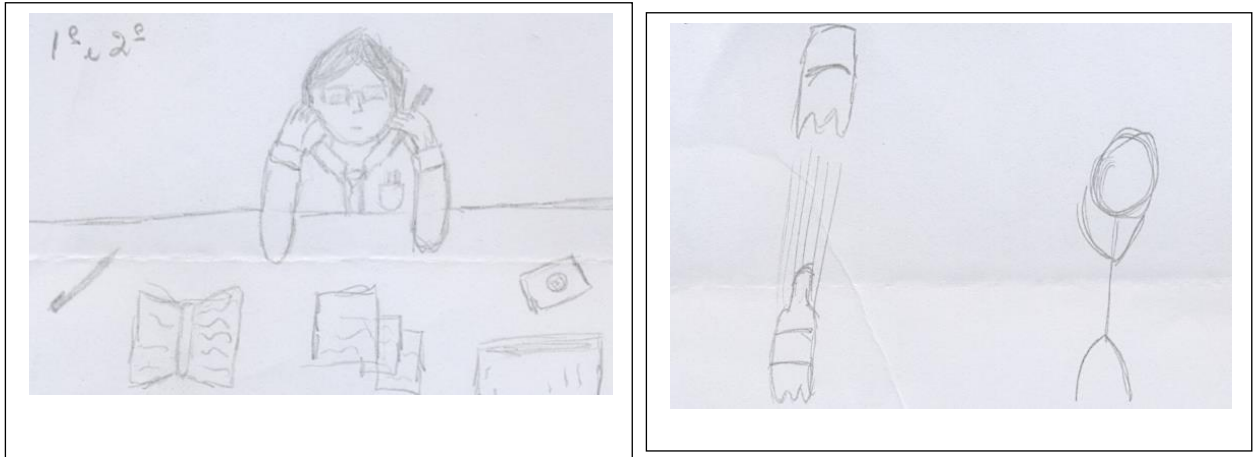
A transcrição da descrição do aluno 02 ao desenho da figura 03 b:

*“Ele acorda para tomar café”*

O primeiro desenho traz os elementos básicos da representação de um cientista: o jaleco branco com as canetas no bolso, perfil alinhado socialmente, pelo padrão do cabelo e os óculos. Apesar de o segundo desenho carecer de elementos característicos, as duas descrições relatam o “combustível” básico do cientista: o café. Em outros trabalhos que propõem desenhos para que os alunos representassem o cientista, poucas vezes aparece algum alimento específico, porém é comum aparecer a xícara de café ou ainda de refrigerante (KOMINSKI;

GIORDAN, 2002). Isso demonstra a dedicação que cientista tem com seu ofício, até mesmo algumas necessidades pessoais são consumidas pelo seu desejo de conhecimento.

As figuras 4.a e 4.b apresentam os desenhos dos alunos para a atividade desenvolvida pelos cientistas em uma “quarta-feira às 3 h da tarde”.



**Figura 4: Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, na quarta-feira às 3 h da tarde.**

**Fonte: Autor.**

A transcrição da descrição do aluno 01 ao desenho da figura 04.a:

*“Nas duas situações, o cientista tem que viver grande parte de sua vida dedicada aos estudos e pesquisa, que é o propósito principal do sucesso dessa profissão que, que visa o entendimento do mundo”.*

A transcrição da descrição do aluno 02 ao desenho da figura 04.b:

*“Faz suas experiências ou seus estudos”.*

Esse quadro revela as atividades básicas do cientista experimental: estudar e realizar os experimentos. O caso do segundo desenho mostra o que seria uma espécie de foguete e as mãos para cima do que ele representa por cientista pode ser uma comemoração pelo sucesso do experimento. O primeiro desenho permite criar uma sequência temporal nas atividades do cientista, em especial quando observamos o próximo quadro, que está apresentado na figura 5.a e 5.b, para o que o cientista estaria fazendo “às 10 horas da noite”.



**Figura 5:**Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, em uma sexta-feira as 10 h da noite.

**Fonte:** Autor.

A transcrição da descrição do aluno 01 ao desenho da figura 05.a:

*“Dependendo do estudo que ele esteja desenvolvendo, nesse horário ele, pode estar dirigindo para casa, ou trabalhando em seu projeto”.*

A transcrição da descrição do aluno 02 ao desenho da figura 05.b:

*“Dorme”.*

Os desenhos possibilitam concluir que existe um tempo considerável de estudo, que se inicia na segunda-feira pela manhã, até que na sexta-feira à noite ele possa estar em outro nível da sua pesquisa, que seria na realização de experimentos. Outro fato diz respeito ao horário de descanso do cientista, se ele retorna do laboratório às 10 h da noite ou ainda mais tarde para casa, obviamente ele não acordaria cedo, em tese, e por isso justificaria o horário das 10 h da manhã para tomar café, o que ilustra a rotina não-convencional da atividade científica experimental no imaginário dos alunos.

Um elemento-chave que apareceu no desenho é o microscópio. Junto com o jaleco branco, o microscópio faz parte do laboratório idealizado pelos alunos envolvidos neste estudo estudantes. O interessante é a ausência de recursos tecnológicos indispensáveis na maioria dos laboratórios atuais, entre elas o computador nas representações dos alunos. Apesar de todo o avanço tecnológico, a profissão do cientista parece estar parada no tempo, pelas representações dos estudantes. Essa visão justifica-se pela dificuldade apresentada por professores e pelos materiais didáticos sobre como a ciência é construída, conforme já relatava Vianna (1996).

No segundo desenho aparece a ligação do cientista com a sua pesquisa, mesmo em momentos de descanso e até mesmos nos sonhos – o foco são suas experiências. Isto ilustra que por vezes há privação de bem-estar pessoal pelos cientistas em prol de obter “o entendimento do mundo” ou “de parte dele”, o que denota um espírito de busca permanente que muitos podem desenvolver por algo, o que pode não ter fim. No entanto, é preciso considerar que as privações pessoais também denotam que a atividade científica se assemelha a muitas outras não científicas, pois muitos outros profissionais contemporâneos adotam padrões de trabalho que marginalizam auto realização aquém da profissão e do convívio com seus pares de trabalho.

O último quadro representa as atividades do cientista no domingo, às 4 h da tarde. A Figura 06.a e 06.b mostram os desenhos dos alunos 01 e 02.



**Figura 6:**Desenhos obtidos com a representação das atividades dos cientistas, em um domingo, às 4 h da tarde.

**Fonte:** Autor.

A transcrição da descrição do aluno ao desenho da figura 06.a:

*“No mesmo caso representado no quadrinho anterior, dependendo da complexidade e importância da pesquisa, nos finais de semana ele pode estar descansando ou desenvolvendo sua teoria”.*

A transcrição da descrição do aluno ao desenho da figura 06.b:

*“Aproveita o domingo”.*

A hora de lazer do cientista também é cercada pelo sua pesquisa e estudos, pelo menos para o aluno 01. O primeiro desenho mostra duas possibilidades: a primeira a cientista está descansando (observe sem o jaleco); na segunda, ele está trabalhando em suas teorias, provavelmente fora de casa, por usar o jaleco. O segundo desenho oferece um ar mais humano ao cientista, em que ele descansa vendo um jogo de futebol, como boa parte da população.



Um aspecto essencial dos desenhos anteriores é figura de indivíduo solitário do cientista, pois em nenhum momento aparece alguma companhia, de outros cientistas ou até mesmo um animal de estimação. Todo o ambiente descrito por Latour e Woolgar (1997), com as discussões, brigas de ego e necessidades pessoais parece não existir. Talvez isto decorra do fato de os alunos terem sido questionados sobre a figura do cientista – dando margem ao entendimento do sujeito singular.

### 4.3 Interações durante a Oficina: Do que é feito?

O principal produto deste trabalho diz respeito à produção da oficina “Do que é feito \_\_\_?” que teve como papel promover as interações entre os estudantes e o ambiente de laboratório. Como discutido na seção 3.1, a oficina teve três encontros com atividades e um de avaliação e a principal forma de coleta de dados foi a vídeo-gravação dos encontros (Seção 3.3). Ao todo foram coletados dados em 11 h e 16 minutos de gravação, com distribuição disposta no quadro 04, a seguir. Os dois primeiros encontros tiveram caráter teórico para formular as bases dos aspectos físicos ao redor do conceito de fluorescência e ensinar a manusear os equipamentos e softwares.

**Tabela 2: Duração da gravação dos encontros da oficina.**

Encontro	Duração da gravação
Encontro 01	2h e 13 min
Encontro 02	2h e 27 min
Encontro 03	4h e 38 min
Encontro 04	1h e 58 min

**Fonte: Autor.**

#### 4.3.1 Primeiro Encontro:

O primeiro encontro foi realizado na escola e começou com a aplicação do pré-questionário. Depois foi discutido o cartaz elaborado para a oficina, com as perguntas básicas: *Já se perguntou do que as coisas são feitas? Já quis saber como identificamos átomos e moléculas em objetos? Quer visitar um laboratório de pesquisa e realizar um experimento de espectroscopia?* Nesse momento foi interessante a discussão da estrutura da matéria e o seu arranjo. Os alunos relataram que estudaram na disciplina de Química os componentes básicos dos átomos: elétrons, prótons e nêutrons, mas não sabiam como seria possível determinar os elementos químicos presentes em um material. Sobre o tema, os alunos relataram:

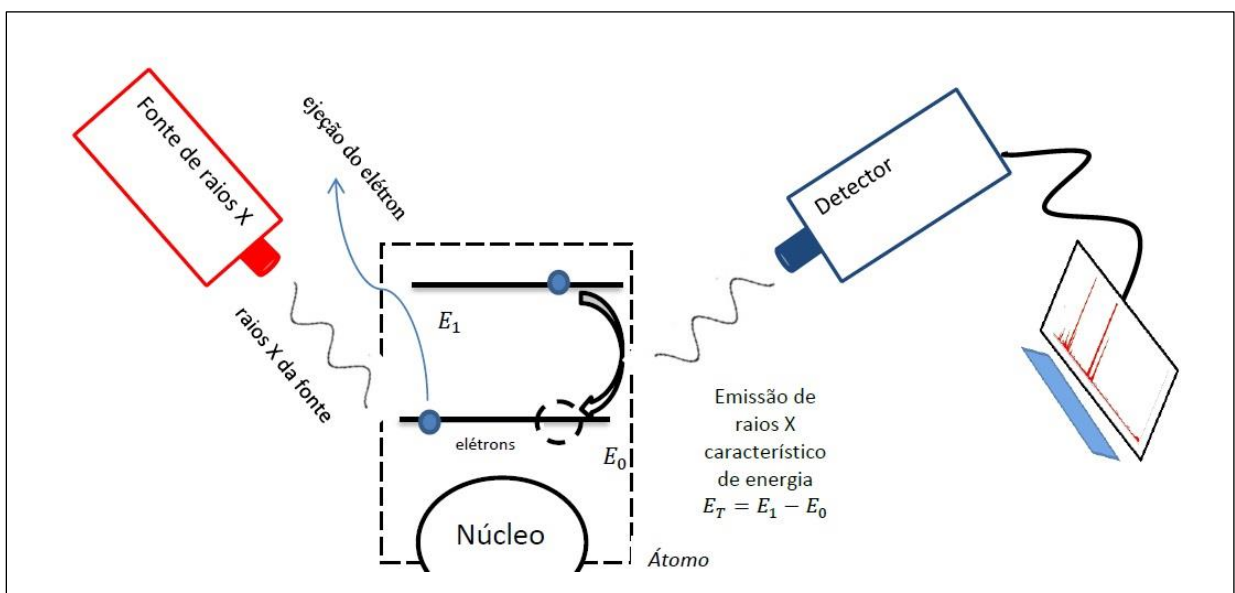
Aluno 01: “É que na verdade nunca viram um átomo, para saber realmente como ele.”

Aluno 02: “Será que tem como fazer um tipo de imagem dos átomos?”

Apesar das citações estarem em outro campo de pesquisa, o da Física, já que seria necessária técnica de análises utilizando microscópio de transmissão eletrônico ou de força atômica para a criação de tais imagens, tais considerações deles estão ligadas com algo mais próximo que seria detectar os átomos. Para essa discussão é necessário estudarmos as técnicas de espectroscopia e os conceitos físicos que rodeiam estas técnicas.

O primeiro exemplo a ser explorado é a dispersão da luz com o prisma, descrito por Issac Newton. Com esse experimento é possível discutir a decomposição da luz branca nas sete cores do arco-íris. Posteriormente a explicação, foi realizado pelos estudantes tal experimento, de decomposição da luz, utilizando grade de difração. Vale a pena salientar que o fenômeno com a grade de difração e do prisma.

O conceito físico básico é a interação da radiação com a matéria, em especial o efeito da fluorescência. Tal conceito foi discutido com um modelo simples de átomo, com seus níveis de energia e as transições eletrônicas possíveis. A cada transição eletrônica de um nível superior para um inferior é emitido um fóton de energia igual à diferença entre os níveis, como mostra a Figura 07.



**Figura 7:**Esquema utilizado para explicar o fenômeno da fluorescência e o papel de cada equipamento na técnica de espectroscopia.

**Fonte:** Autor

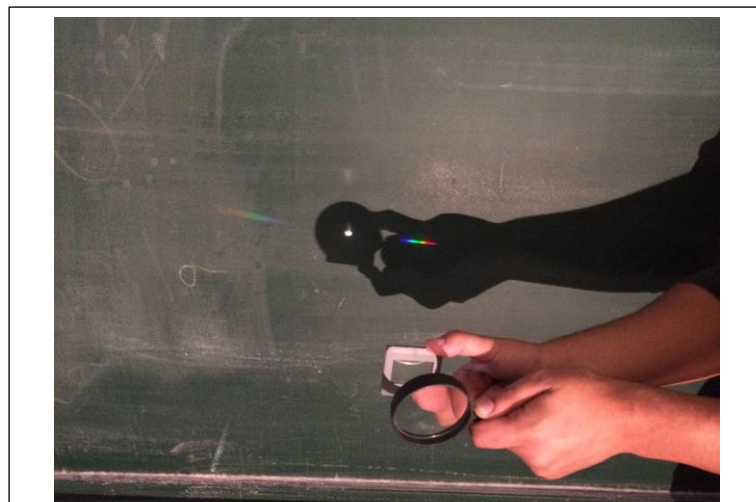
Apesar da figura 07 ser a completa, cada elemento aparecia gradualmente no quadro, à medida que eram discutido os pontos básicos, com isso um dos alunos indicou uma forma interessante de detectar os átomos:

Aluno 01: “[...] daria pra fazer se o detector acha a radiação emitida pelos átomos”

Os alunos também questionaram se esse efeito é semelhante ao que acontece com os botões de controle remoto, que brilham no escuro, ou ainda com as lâmpadas fluorescentes. A confusão de florescente e fluorescente é bem comum dentro de textos sobre fenômeno físicos, apesar de ambos os processos serem fruto relaxação do estado excitado dos elétrons, a fluorescência é muito mais rápida que a florescência, em que existe um estado metaestável. (EISENBERG, 1979).

A parte seguinte foi uma aplicação da técnica de espectroscopia a uma pesquisa real envolvendo a análise da água de um lago, localizado na região metropolitana de Curitiba-PR. A justificativa para tal análise era a suspeita de contaminação do lago que poderia impactar na saúde da população que usufruía desse corpo d’água. Esse foi o primeiro contato com elementos básicos do fazer ciência, pois muitas pesquisas são motivadas por resolver problemas e encontrar possíveis soluções (DIXON, 1976).

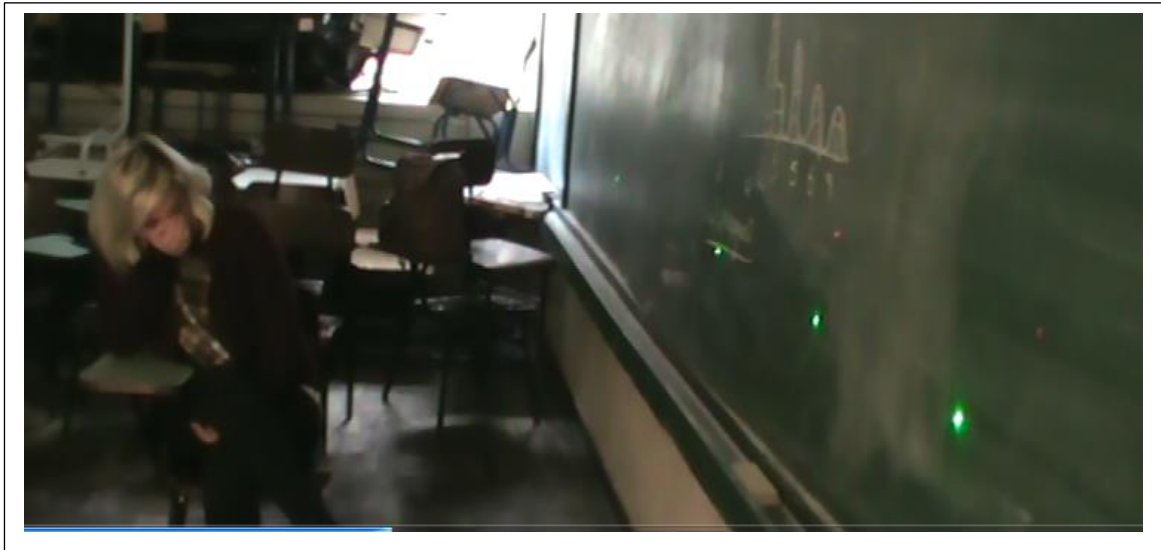
A parte prática desse encontro consistiu na interação coma difração da luz utilizando a grade de difração. Aproveitando o enfoque que a literatura trata da espectroscopia, foi proposta uma atividade para obter o comprimento de onda de laser vermelho e explicar a origem de tal grandeza física. A figura 08 e 09 mostra a difração da luz branca através da grade difração e a difração da luz de um laser vermelho e verde pela grade, respectivamente.



**Figura 8: Difração da luz branca através de uma grade de difração. Observe que o efeito é mesmo do prisma, gerando as 7 cores do espectro visível, mas os fenômenos físicos tem diferença.**

**Fonte: Autor**

O “arco-íris” obtido na figura 08 foi produzido com uma lâmpada branca focalizada com uma lupa sobre a grade de difração e projetada na parede. Pela relação básica da difração, conclui-se que comprimentos de onda diferentes serão projetados em posições distintas do anteparo. No caso do prisma, ocorre um efeito de dispersão. A dependência do índice de refração com o comprimento de onda faz com que a refração dos raios de luz seja diferente, assim as cores são distinguidas.



**Figura 9: Comparação da posição dos pontos de máximo de um laser vermelho e verde**

**Fonte: Autor**

Certo instante um aluno fez a seguinte pergunta:

Aluno 02: “*O que faz o verde ser verde e o vermelho ser vermelho?*”

Nesse momento o *aluno 01* respondeu: “*O comprimento de onda*”; enquanto o *aluno 02*: *eu achava que era frequência*. Isso foi importante para os alunos associarem as grandezas físicas básicas de uma onda (comprimento de onda e frequência) com um efeito macro, que é a cor. A discussão que se prosseguiu foi sobre porque o laser verde é tão perigoso, e rapidamente os estudantes chegaram à noção de que um comprimento de onda maior implica em uma energia menor dos fótons.

Os alunos então propuseram encontrar o comprimento de onda do laser usando a equação , onde era importante medir a distância entre o máximo central e o primeiro máximo, e a distância entre a grade e o anteparo. A figura 10 mostra os alunos realizando tais as atividades.

Com os dados obtidos, foi possível calcular um valor de  $652 \text{ nm}$  para o comprimento de onda do laser vermelho o que é condizente com a realidade. O laser utilizado era de semiconductor, semelhante às ponteiros de apresentação de powerpoint. A importância desse valor é encontrada quando se discute que a emissão de um laser também é fruto de um salto quântico, semelhante à fluorescência. Encontrar o comprimento de onda implica, em encontrar uma transição eletrônica que forneça esse valor que é única para cada material da natureza. Assim, para identificar um material é necessário conhecer algum parâmetro físico da radiação eletromagnética que este emita, seja o comprimento de onda, a frequência ou ainda a energia.



**Figura 10:** Alunos realizando as medidas necessárias para obter o comprimento de onda de um laser vermelho.

Fonte: Autor

### 4.3.2 Segundo Encontro

O segundo encontro foi realizado na escola, e teve como função explicar o funcionamento dos equipamentos e o manuseio dos softwares de aquisição e análise dos espectros. Antes de começar a atividade foi discutido com os alunos sobre as formas de promoção das atividades científicas de pesquisadores e cientistas. Como exemplo, foi levado um pôster sobre um trabalho de espectroscopia apresentado recentemente em um congresso, no qual constam os elementos básicos de uma pesquisa: a justificativa (objetivo da investigação), a metodologia, apresentação dos resultados e a conclusão (Figura 11). Tal

escolha teve a função de introduzir aos estudantes uma visão que fosse além do identificar os elementos químicos presentes nas amostras, mas discutir seu efeito.

A primeira etapa do processo de análise dos espectros é a calibração do aparelho, realizada por meio do uso de uma amostra de composição conhecida. Todo o processo é mediado através do uso do computador, tornando necessário aprender o manejo do software que controla a aquisição do espectro. Cada etapa da calibração foi explicada em detalhes, e os alunos acompanhavam realizando o processo individualmente no computador. Ao final, foi possível identificar cada energia associada aos picos presentes no espectro, permitindo encontrar os elementos presentes na amostra.

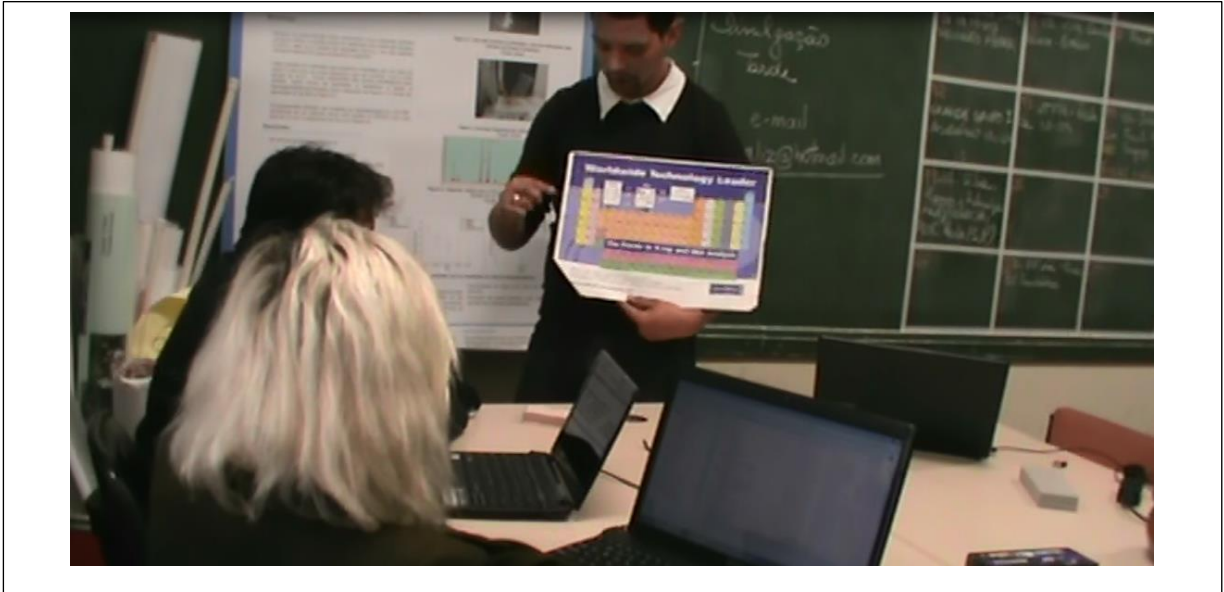
A identificação dos elementos é feita por intermédio de tabelas de energia para transições eletrônicas, que também foi explicada a sua leitura para os estudantes como ilustra a Figura 12. Após isso, os estudantes passaram a interagir com outros espectros obtidos em pesquisas realizadas no laboratório: espectros de dentes humanos, creme dental, brincos, dinheiro entre outros, a fim de identificar os elementos presentes nas amostras (Figura 13).



**Figura 11: Discussão das formas de promoção das atividades científicas.**

**Fonte: Autor**

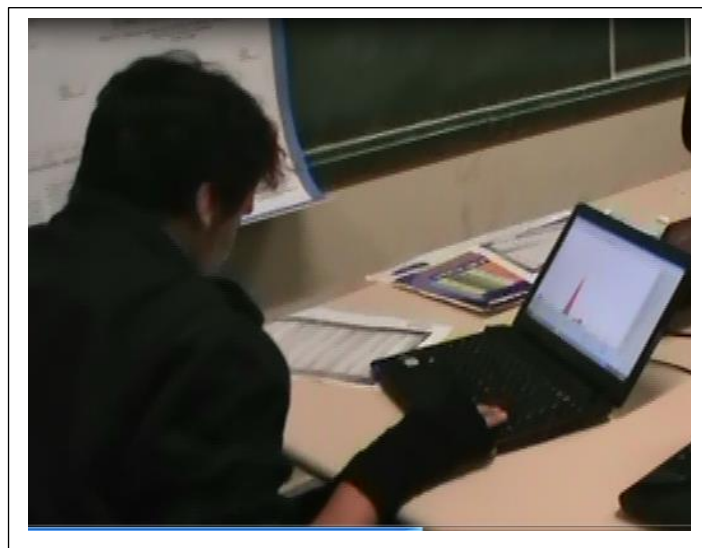




**Figura 12: Leitura das tabelas de espectroscopia.**

**Fonte: Autor**

Um exemplo é do elemento argônio, um gás que está disperso no ambiente. Como os experimentos são realizados abertos à atmosfera, sempre haverá a presença dos picos referentes a esse elemento. Outro caso é da prata que apresenta linhas nos espectros, mas sua origem está no alvo do tubo de raios X. Nesse momento foi importante explicar o funcionamento do tubo e a produção de raios X.



**Figura 13: Alunos realizando a análise dos espectros.**

**Fonte: Autor**

Os efeitos de espalhamento também aparecem dentro dos espectros, em especial o espalhamento Compton, ou ainda espalhamento incoerente. Tal efeito ocorre da interação dos raios X com elétrons fracamente ligados ao núcleo em átomos pesados. Essa interação não consome toda a energia do fóton, resultando em um fóton de energia de menor energia do inicial. Esse efeito promove um pico sempre presente no espectro e que pode ser determinado teoricamente.

Durante a oficina os estudantes realizaram algumas perguntas, tais como:

*Aluno 01: Pode ter mais de um pico por elemento? Como eu sei se está certo mesmo?*

A primeira parte da pergunta está relacionada com as várias possibilidades de transições eletrônicas que cada átomo pode possuir. Porém, existem regras de seleção para as transições e a probabilidade destas ocorrer. Dentro da teoria, a mais provável de ocorrer é uma transição entre os sub-níveis  $2p$  para  $1s$ , denominada  $K\alpha$ . A segunda mais provável é a  $K\beta$ , entre os sub-níveis  $3p$  para  $1s$ . Assim, durante análise dos espectros se procura transições  $K\alpha$  e como comprovação a transição  $K\beta$ , se os elementos estiverem em concentração considerável. Um indício de  $K\beta$  de um elemento sem a  $K\alpha$  não confirma a presença do elemento na amostra. Em alguns casos, a energia da  $K\alpha$  é muito alta para ser processada pelo detector obrigando a trabalhar com transições tipo  $L\alpha$ , do sub-nível  $3p$  para  $2s$ , ou ainda  $L\beta$ , sub-nível  $4p$  para  $2s$ .

Os alunos trouxeram algumas propostas para realizar as medidas: o Aluno 01 tinha algumas substâncias químicas desconhecidas, enquanto o aluno 02 pensou em determinar os elementos presentes em um refrigerante comercial de largo uso mundial. Ainda foram discutidas algumas questões de logística da “visita técnica” ao Laboratório de EDXRF da UTFPR (próximo encontro) e um cronograma básico das atividades que lá seriam desenvolvidas.

### **4.3.3 Terceiro Encontro**

Na semana seguinte, foi realizada a “visita técnica” ao laboratório de espectroscopia, na UTFPR. Tal evento/atividade foi em meio a uma rotina diária das atividades presentes naquele ambiente de pesquisa acadêmica, em que lá havia naquele dia estudantes de graduação e pós-graduação trabalhando nas suas pesquisas e com alguns experimentos em andamento.



Outra coisa importante a relatar é que o ambiente passava por uma readequação. Assim, havia vários outros equipamentos antigos expostos para visualização.

Os alunos tiveram oportunidade de visitar três ambientes diferentes: o Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Laboratório de Espectroscopia de Fluorescência de raios X por Dispersão de Energia (EDXRF), onde fica o equipamento de espectroscopia, e o Laboratório de Física Moderna. Ao todo a visita durou pouco mais de 5 horas (em grande parte do tempo as atividades foram gravadas em vídeo), entres os experimentos e as interações com os pesquisadores (seniores e iniciantes).

As atividades iniciaram com uma explicação sobre a estrutura da sala do Laboratório EDXRF, que possui paredes preparadas para conter eventuais fugas de radiação. Depois, foi apresentado aos estudantes o arranjo experimental mostrado na Figura 14. Foi um momento importante para revisar alguns conceitos básicos dos encontros anteriores e ver ao vivo um experimento, que a priori não possui motivações educacionais.

O processo seguinte consistiu na calibração do equipamento, que segue os mesmos moldes daqueles realizados no encontro anterior, porém o espectro de calibração foi colhido no momento. Um dos alunos se voluntariou para realizar a processo, como mostra Figura 15. Apesar do pouco tempo do manuseio, os alunos conseguiram realizar o processo sem grandes dificuldades e sem comprometer o restante das análises, que foram realizadas usando essa calibração.



**Figura 14:** Explicação sobre o arranjo experimental utilizado nas experiências

**Fonte:** Autor



**Figura 15: Manuseio do programa por um dos estudantes.**

**Fonte: Autor**

Durante esse período os alunos perguntaram sobre elementos radiativos e seus perigos, alguns tiveram curiosidade sobre os tubos de raios X mais antigos que estava sob as bancadas e os outros experimentos que estavam expostos.

Após o processo de calibração, passou-se a analisar as amostras que os alunos haviam trazido. O aluno 01 possuía alguns produtos químicos desconhecidas, obtidos em jogos de química etc. Um desses produtos foi escolhido para ser analisado um pó de aspecto bem poroso de cor azul-esverdeada. Foi possível identificar os elementos potássio, titânio, cálcio e enxofre na amostra. Essa análise foi importante, por abrir espaço para uma discussão sobre corante e coloração dos objetos. O efeito de cor dos objetos pode ser justificado pela presença de algum elemento específico, como é o caso do ferro do sangue, que tende a uma avermelhada. Assim, existe uma assinatura espectroscópica de cada cor, de acordo com a presença e concentração de cada elemento químico. O uso das cores e a sua aferição faz parte da cromatografia, que utiliza a separação dos componentes químicos para distinguir cores semelhantes.

Outra faceta da visita ao laboratório foi o contato com pessoas de diferentes níveis, dentro da estrutura acadêmica: iniciação científica, mestrandos, doutorandos e até os professores doutores, permitindo uma elaboração de um caminho comum dos cientistas, de

acordo com os alunos: começam muito jovens sua carreira e passam anos e anos até obter um status de reconhecimento.

Na visita ao Laboratório de Física Nuclear Aplicada, os alunos conheceram outra linha de pesquisa do grupo, que é a medição dos níveis do gás radônio em ambientes e no solo. O gás radônio é fruto do processo de desintegração de um isótopo de urânio e pode causar câncer de pulmão, quando em alta concentração. Foi mostrada aos estudantes a forma de detecção das partículas alfa emitidas pela desintegração do urânio em radônio e o uso do contador Geiger para detecção de radiações eletromagnéticas e corpusculares.

#### **4.4 Avaliações da Oficina**

O último encontro foi realizado no dia seguinte à visita do laboratório na UTFPR e teve como função básica avaliar o andamento das atividades, bem como detectar alterações de concepções dos estudantes e destacar os pontos positivos e negativos da oficina. Aos estudantes, foi proposta uma entrevista em grupo mediada por algumas perguntas e também frente a algumas situações que ocorreram durante a oficina. Diferentemente da postura adotada na seção anterior, aqui serão utilizados elementos de transcrição direta das falas dos estudantes participantes deste estudo de modo retrospectivo ao perfil da oficina.

A primeira pergunta foi se eles (estudantes) alguma vez tiveram interesse nos “jogos de cientista” que havia disponível na sala de recursos do Colégio onde estudavam, como mostra a Figura 16. Os alunos relataram que já observaram as caixas, mas nunca haviam aberto para ver o conteúdo dos jogos. Assim, o primeiro momento foi de interação com esses jogos, que fazem referência à atividade do cientista como ilustra a Figura 17.

Boa parte dos jogos faz referência a práticas relacionadas à área de Química, trazendo alguns compostos químicos básicos, tubo de ensaio, pipetas de plástico e até mesmo óculos de proteção de E.V.A.. É preciso dizer que tais jogos ali disponíveis são mediados por perguntas que devem ser respondidas por meio do experimento, não tendo nenhuma explicação do fenômeno ou justificativa.



**Figura 16:** Um dos jogos disponíveis na Sala de recurso, que faz referência a atividade do cientista.

**Fonte:** Autor



**Figura 17:** Alunos interagindo com jogos.

**Fonte:** Autor

A questão levantada para os estudantes dizia respeito à percepção que eles tinham de Ciência e de Cientista, considerando-se que o único contato com esse universo fosse por esses jogos:

*Aluno 01: “Eu acho que se não tivesse essa visão de ontem, eu acharia que ficava fazendo experiências o dia inteiro, com coisas que explodem, que mudam [...]”*

*Aluno 02: “Eu achava que todos eles usavam jaleco branco”*

*Aluno 03: “Eu penso que seriam pessoas normais, o trabalho delas é mais avançado, sei lá tipo mexer com uma arma química [...]”*

A visão apresentada pelos alunos vai de encontro com algumas concepções levantadas no questionário em confirmação com a figura do cientista como alguém egocêntrico, que usa jaleco branco e é dedicado a sua pesquisa. Outro elemento básico é o interesse da pesquisa, que muitas vezes inclui função bélica.

O aluno 03 ainda complementou sobre as percepções de laboratório:

*Aluno 03: “Eu fiquei de cara com preço das máquinas, eu teria medo de mexer com elas e estragarem e tal.”*

O assunto do preço para fazer ou aprender fazer ciência foi comentado com os estudantes em alguns momentos da Oficina, até mesmo por curiosidade deles. Os equipamentos de laboratório custam na ordem de centenas de milhares reais e que muitas vezes precisam ser adquiridos de empresas do exterior. Assim, a o fazer científica reside num ambiente que demanda após a pesquisa e à obediência a protocolos dos mais variados, sobre o que serão dedicadas considerações posteriormente.

A pergunta seguinte foi sobre a história de vida profissional do cientista, em especial quanto a sua:

*Aluno 03: “... (faz) faculdade, mestrado ,doutorado”*

*Aluno 01: “Deve ser bem longa né, deve durar uma vida inteira, por que não dá pra mudar muito de caminho.”*

*Aluno 03: “E muitos antes viram professor, enquanto fazem a pesquisa, concomitante. ”*

*Aluno 01: “Até chegar lá vai um bom caminho.”*

*Aluno 04: “Tem também a questão de que ele tem que achar algo que ele goste de fazer e pesquisar.”*

A visão de processo para formar um cientista é uma das mais complicadas dentro do campo da sociologia da ciência, como discute Dixon (1976). Nota-se dentre os alunos participantes deste estudo que um deles se remete ao fato de o cientista busca encontrar algo que o contagie, de modo a se dedicar em aprender mais e mais. Alguns destacam uma noção –

a de que há uma trajetória acadêmica longa e trabalhosa para se construir cientista e fazer ciência, o que passa desde a iniciação científica até o doutorado, e que isso ainda não é suficiente para habilitá-lo a ser “classificado” como cientista. Tomando como parâmetro a ciência no Brasil, a atividade de pesquisador-cientista e professor andam juntas, em significativa parte dos casos, algo que é percebido por um dos depoentes.

A pergunta seguinte foi fomentada buscando deles uma definição possível sobre o ser cientista:

*Aluno 01: “Pelo conhecimento da pessoa, não pelo nível de estudo dela, pelo o que ele conhece.”*

*Aluno 03: “Até mesmo pela complexidade daquilo que (ela) está mexendo.”*

*Aluno 01: “Não é muito pelo perfil da pessoa, mas pela mente do cientista.”*

Nesse momento o professor responsável pela sala quis também emitir uma ideia sobre a pergunta:

*Professor: “Outra coisa que também é importante e a questão do comportamento, uma coisa que eles têm é a inquietação. Eu quero saber de uma coisa, tipo Física, a pessoa foca naquilo e nada mais ... eu quero aprender o que interessa.”*

*Aluno 04: “A pessoa também não pode levar as coisas ‘nas coxas’ na faculdade, ele tem que ter compromisso e responsabilidade.”*

Esse trecho de discussão revela uma qualidade básica do cientista, que é a resiliência. A pesquisa científica possui diversas dificuldades e aversões que devem ser contornadas de diversas maneiras. Em muitos casos essa resiliência é fruto de uma motivação pessoal do cientista em achar uma solução ou uma resposta para o problema. Na literatura acerca da sociologia da ciência, Latour e Woolgar (1997) também corroboram com esta visão.

A próxima pergunta foi sobre a expectativa que eles tinham sobre o laboratório e a sua organização:

*Aluno 03: “Depende do laboratório, o de Química você pensa cheios dessas coisas assim (apontado para o tubos de ensaio dos jogos)”*

*Aluno 04: “Eu não imaginei tão caro assim.”*

*Aluno 01: “Aquele monte contas (cálculos) espalhadas pra tudo que lado, aquelas lousas gigantes com aquelas coisas difíceis de resolver, daí cada um tenta resolver uma partezinha e ficam para resolver tudo.”*

*Aluno 03: “Eu imaginei daquele jeito que é o da UTFPR, tanto o de raios X como o outro de física moderna.”*

*Aluno 02: “Para mim iria ser só papel e calculadora”*

*Aluno 03: “Outra coisa que eu achei que teria tipo aquele pêndulo de Newton, aquelas brincadeiras.”*

A visão de laboratório pelos estudantes vai de encontro com aquela do questionário inicial, como um espaço cheio de contas e equações, quase um reduto sagrado para o cientista. Novamente, a questão do preço dos equipamentos apareceu como algo que os impressionou os alunos. Ou seja o fazer científico demanda investimento financeiro elevado, e a aproximação do aluno e da sociedade com a prática científica pode dar conta dessa percepção (LEMKE, 1993; LATOUR; WOOGAR, 1997).

A principal novidade é a similaridade do laboratório da UTFPR com aquilo que eles esperavam, e por isso a próxima pergunta explora o que mudou na percepção deles, após a visita:

*Aluno 03: “Tinha coisas que antes eu só tinha visto em livros e na internet ... tinha lá.”*

*Professor: “Eu talvez tivesse feito Física, eu fui fazer História por que era mais fácil de eu ver. Como Física era difícil de compreender, que não achava capaz de estudar isso.”*

*Aluno 04: “Eu fiquei impressionado com os anos dos experimentos, coisas de 1930.”*

*Aluno 03: “Outra coisa foi aquele primeiro ... do laser (fazendo referência ao Experimento de Cavendish, no laboratório de Física Moderna), disseram que ele fez na raça com a luz do Sol, imagine o tempo que demorou para isso ... e por isso que os ‘caras’ não tinham vida social.”*

As duas últimas falas fazem referência à visita ao laboratório de Física Moderna, que possui vários experimentos mais complexos, como o efeito fotoelétrico, a balança de Cavendish, experimento de Franck-Hertz e etc. Muitos desses experimentos não são

realizados na maioria de curso de graduação e licenciatura em Física, pelo alto custo associado à manutenção de tal espaço.

A respeito do custo de fazer ciência, também os estudantes foram convidados a falar sobre as formas de obtê-lo:

*Aluno 03: “Tem que ter tipo um ‘patrocínio’, alguém interessado na sua ideia.”*

*Aluno 01: “Você tem que ter uma ideia boa, para que você possa convencer as pessoas que aquilo vai dar futuro.”*

*Aluno 03: “A venda de livros também.”*

Amparados na ideia do ‘patrocínio’ (palavras de um dos alunos), eles se reportam ao fomento à pesquisa científica como uma ação pública, mas que está diretamente ligada a interesses pelos projetos que os cientistas propõe a apreciação dos pares e à disponibilidade de recursos financeiros. No entanto, outros fatores nem tanto objetivos, mas que cercam os bastidores dos “tribunais da razão” nas decisões (LATOUR, 2002) sobre o que é importante ou a que grupo favorecer, não aparece nas falas.

*Aluno 03: “O governo, empresas que queiram desenvolver produtos”*

*Aluno 01: “Tem que ver o interesse deles também”*

Os alunos indicaram alguns órgãos do governo que poderiam auxiliar a Ciência: o ministério da Saúde e as Forças Armadas (Exército, Marinha e Aeronáutica). Órgãos e agências de fomento estatais e privadas como a CAPES, CNPq e fundações privadas não foram citadas, mostrando que isto ainda não faz parte do universo escolar dos alunos, mas esse desconhecimento das concessões mais básicas de financiamento à pesquisa pode ser encarado como secundário, ao se considerar entendimentos mais básicos sobre o Ensino de Ciência no Brasil.

Ainda sobre as aulas de Ciências na Educação Básica, os estudantes comentaram que os professores não relatam como é um laboratório de pesquisa ou ainda como a Ciência é produzida. Outra ausência sobre o assunto é detectada nos materiais didáticos, o que faz com que os estudantes busquem informações em jornais, revistas e documentários de TV. Como discutia Vianna (1996), há quase duas décadas, muitos dos professores não tiveram na sua



formação contato com o ambiente de laboratório ou ainda com a construção de Ciência, não tendo eles subsídios mínimos para discutir tais temas com os estudantes.

A última parte da entrevista foi focada nas características da oficina e seu andamento. Os alunos salientaram como pontos positivos:

*Aluno 04: “Foi bem mais do que eu esperava, não achei que fosse ver tanta coisa. Achei legal que você falou dos temas ... foi bem profundo, não foi por cima como é geralmente”*

*Aluno 01: “O meu interesse só aumento, só pontos positivos, potencializou tudo.”*

*Aluno 02: “Porque nos aprendemos muito com algumas coisas que nunca tínhamos visto,”*

*Aluno 03: “Eu acho que foi legal porque teve vários assuntos, não foi só os espectros ... foi um bloco inteiro de Física”*

*Aluno 01: “Eu sempre fiquei esperando algo de Física, fiquei pulando de alegria quando tive oportunidade. ”*

*Aluno 04: “Também foi o método que você usou para falar, em nenhum momento eu achei maçante, mesmo falando de termos técnicos mesmo depois de 5 horas tava super tranquilo. ”*

Isso mostra que a aproximação dos alunos com laboratórios de pesquisa – espaços de produção de conhecimento científico – é algo necessário, o que vai ao encontro das considerações de Lemke (1993).

Como pontos negativos, os participantes apontaram que:

*Aluno 01: “Falta tempo, queríamos fazer mais coisas...”*

*Professor: “Talvez fosse importante ter um material extra para eles estudarem ou pesquisarem. ”*

A oficina foi estruturada para ocorrer em 10 horas, porém foi comum os alunos ficarem algum tempo depois do término das atividades conversando sobre o tema. No dia da visita, por exemplo, foram cerca de 5 horas de conversa com os estudantes, que renderam diversas percepções para este trabalho. A dinâmica das atividades foi essencial para isso, prevendo espaço para que os estudantes aprofundassem seus conhecimentos, formulassem perguntas e até mesmo construíssem novas concepções sobre a prática científica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse trabalho era compreender as visões de Ciência e de cientistas de alunos do Ensino Médio e os processos de alterações dessas visões. Para isso, foi desenvolvida uma oficina sobre o tema espectroscopia, que incluiu uma visita técnica ao Laboratório de Espectroscopia de Fluorescência de raios X, da UTFPR. A oficina se concentrou em aspectos teóricos, como a interação da radiação eletromagnética com a matéria; aspecto prático, como o experimento com a grade de difração, e a visita técnica, que possibilitou o contato dos alunos com um experimento ligado a pesquisa científica.

O baixo número de participantes na atividade é justificado pelo horário dos encontros, no período da tarde. Outra consideração é a autonomia dos estudantes de participar das oficinas, ficando a cargo da sua curiosidade pelo tema. Seguindo a proposta deste trabalho, os dados e resultados obtidos foram organizados a fim de caracterizar o grupo de estudantes deste trabalho, não cabendo possibilidade de extrapolação para o grande grupo do ensino médio. Apesar disso é possível obter algumas linhas gerais que possam ser exploradas em outros trabalhos.

No questionário, os estudantes apresentaram uma visão de Ciência como atividade humana aparte da sociedade, sem compromissos de ordem social-política, a menos de prever o bem estar das pessoas. Apesar de opiniões ligadas a senso comum, os alunos mostraram-se receosos em concordar com posturas positivas da construção da Ciência assim como sua neutralidade, em questões políticas e pessoais. Assim foi possível juntar elemento que comprovam a ausência desse tema dentro das aulas de Ciências e discussão sobre sua natureza. O cientista foi caracterizado como uma pessoa solitária, dedicada exclusivamente aos seus estudos e que muitas vezes subtrai seus desejos pessoais em prol da profissão, resumindo-se ao homem de jaleco branco. Além disso, a profissão do cientista parece estar parada no tempo.

Durante a avaliação da oficina foram ressaltadas algumas questões sobre a possibilidade de existirem práticas no ensino regular semelhantes à praticada nesse trabalho. Uma dessas questões diz a respeito à formação de professores, pois como previa a literatura que embasou o presente trabalho, muitos dos professores não tiveram contato com ambientes de pesquisa, ocasionando um embaraço desses profissionais ao relataram sobre o espaço científico, ou ainda acerca da insegurança no momento de discutir temas ligados à cultura

científica e tecnológica. Essa dicotomia surge de uma antiga questão de contexto brasileiro – ou seja, sobre a formação do cientista iniciada em cursos de bacharelado e a formação de professores a partir da licenciatura. Uma ligada à Ciência produzida pelos cientistas e a outra ensinada nos bancos escolares. Os efeitos danosos vão desde a descaracterização da Ciência como uma produção humana, em uma instância, até desmotivação os alunos ao interagirem com assuntos científicos, na outra. Em tese e na prática, as visões de Ciência e de Cientista se tornam superficiais, estereotipadas (caricatas) e inverídicas.

Frente a isso é importante ressaltar a proposta de uma nova faceta para a formação de professores: a de estudar a Ciência como um empreendimento humano e social, semelhante ao que alguns sociólogos fizeram ao dissecar o ambiente de laboratório. Essa prática, muito além de interagir com processos burocráticos de um setor de pesquisa, necessita revelar diferentes visões e processos de construção da Ciência, em especial na contemporaneidade.

O ponto fundamental dessa atividade é a possibilidade do contato com um ambiente de pesquisa real, que o aluno deve ter ao menos uma vez no Ensino Médio. Assim, como os passeios aos zoológicos promovem a integração dos estudantes com a natureza, uma atividade educacional em laboratório permite o contato e aproximação com a Ciência, possibilitando mecanismos para o desenvolvimento da cultura científica do aluno. Apesar desta atividade não estar inserida no contexto regular do ensino médio, o docente pode prover e preparar momentos dentro da aula para temas de cultura científica possam encontrar espaço.

A relação da sociedade com a Ciência deve encontrar maior espaço dentro das aulas de Física, mas também nas aulas de Sociologia, por exemplo. A Ciência precisa ser vista no contexto educacional como uma atividade social, como a família, a religião e a escola, especialmente estando ela – a Ciência – a mercê de motivações pessoais, guiada por influência política e econômica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, Glen; RYAN, Alan. The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). **Science Education**, Londres, v. 76, n. -, p.477-492, maio 1992. Disponível em: <[http://umndberg.pbworks.com/w/file/fetch/38495880/vosts\\_development.pdf](http://umndberg.pbworks.com/w/file/fetch/38495880/vosts_development.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2014.
- AMOS, Daiana A.; TAKAHASHI, Eduardo Kojy; KAGIMURA, Ricardo. Conciliação entre pesquisa científico-tecnológica e a Área de ensino: lições sobre propriedades físicas de Novos materiais de carbono para o ensino médio **XIV Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física**. Maresias: SBF, 2012.
- AROUCA, Sílvia Calbo; COLOMBO JÚNIOR, Pedro Donizete; SILVA, Cibelle Celestino. Tópicos de física solar no ensino médio: Análise de um curso com atividades práticas No observatório Dietrich Schiel. **Revista Latino –americano de Educação em Astronomia**, --, v. --, n. 14, p.7-25, 2012. Disponível em: <[http://www.relea.ufscar.br/num14/RELEA\\_A1\\_n14.pdf](http://www.relea.ufscar.br/num14/RELEA_A1_n14.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2014.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2012.
- BOURDIEU, Pierre. **Para uma sociologia da Ciência**. Lisboa: Ed. Edições 70, 2001.
- BLOG IEPPEP. Blog de atendimento educacional especializado, Grupo de Altas. Habilidades/Superdotação. Disponível em: <<http://sraltashabilidades.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 03 Out. 2012.
- CATEBIEL, Verónica; CORCHUELO, Miguel. Orientaciones curriculares con enfoque CTS+I para la educación media: la participación de los estudiantes. **Revista Iered**, Popayán, v. 01, n. 02, p.01-16, jan. 2005. Disponível em: <[revista.iered.org/v1n2/pdf/vcymc.pdf?](http://revista.iered.org/v1n2/pdf/vcymc.pdf?)>. Acesso em: 24 jan. 2014.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; BENEDETTO, Alessandra di. Instrumentação em física moderna para o ensino médio: uma nova técnica de análise quantitativa de espectros. **Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo**, v. 21, n. 03, p.437-445, jul. 1999.
- COLUSSI, Valdir C.; CANSIAM, Adriano M.. Rede de difração holográfica: uma opção eficiente e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo**, v. 17, n. 03, p.209-214, set. 1995.
- DIXON, Bernard. **Para que serve a Ciência?** 02. ed. São Paulo: Nacional e Ed. Universidade de São Paulo, 1976
- DRIVER, Rosalind; LEACH, John; MILLAR, Robin; SCOTT, Phil . **Young people's images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.
- EISENBERG, Robert. RESNICK, Robert. **Física Quântica: Átomos , Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979.

FILGUEIRAS, Carlos A.. A espectroscopia e a química da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Revista Química Nova Escola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p.22-25, jun. 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2014..

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; EISENBERG, Zena. Produção e análise de vídeogravações em pesquisas qualitativas. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 02, p.249-262, maio 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v37n2/v37n2a03.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2014

GASPAR, Alberto. **Física: Eletromagnetismo Física Moderna**. São Paulo, Ed. Ática, 2001.

GHIGLIONE, Rodolphe & MATALON, Benjamin **O Inquérito: Teoria e Prática**. 3ª Ed. (Trad Portuguesa). Oeiras: Celta Editora. 1997.

LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogerio Junqueira. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 2, p.18-26, jun. 2012.

LOPES, David Elprin Cipio. **Espectroscopia Óptica: Histórico, Conceitos físicos e Aplicações**. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Física UEMS, Dourados, 2007

KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. As visões de ciência e sobre cientistas entre os estudantes do ensino médio. **Revista Química Nova Escola**, São Paulo, v. 15, n. -, p.11-18, maio 2002. Disponível em: <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc15/v15a03.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2014.

KRASILCHIK, Myriam. Ensino de ciência e a formação do cidadão. **Revista em Aberto**, Brasília, v. 07, n. 40, p.55-60, out. 1988.

LATOUR, Bruno. **Ciência em Ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: UNESP, 2000.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de Laboratório: A produção de fatos científicos**. Rio de Janeiro: Editora Relume Dumará, 1997. Tradução de: Angela Ramalho Vianna.

LEMKE, Jay. The Missing Context in Science Education: Science. **Annual Meeting of the American Education Research Association**. Atlanta (GE), abril, 1993.

\_\_\_\_\_. **Aprender a Hablar Ciencia: language, aprendizagem y valores**. 1ª Edição. Barcelona: Paidós, 1997.

MENEZES, Paulo Henrique Dias; MARQUES, Rodolfo de Moura; CARVALHO, Alex Arouca. Brincando de cientista: ensino de física com brinquedos de baixo custo. **In: XX Simpósio Nacional De Ensino De Física**, 2013, São Paulo: SBF, 2013.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. A Utilização da História da Ciência no Ensino de Física: investigando o contexto da construção do espectroscópio de chamas. In: **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Luís: SBF, 2007.

OECD, (Organisation for Economic Co-Operation And Development). **Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report**. Paris: OECD, 2006. 18 p.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio””. **Revista Investigações em Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.23-48, mar. 2000. Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5\\_n1\\_a2.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm)>. Acesso em: 24 jan. 2014.

PERINI, Laís; OLIVEIRA, Felipe Velasquez de; GURGEL, Ivã; PIETROCOLA, Maurício. As diferenças entre “ser cientista” e “saber física” na atribuição de estereótipos por alunos de ensino médio. In: **XIV Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física**. Maresias: SBF, 2012.

PORTO, Cleovam da Silva. **Espectroscopia: Enfrentando Obstáculos e Promovendo Rupturas na Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Departamento de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma Introdução a Pesquisa Qualitativa em Ensino**. Campo Grande: Editora UFSM, 2013.

TERRAZZAN, Eduardo. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média**. Tese de doutorado .241fl. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 1994.

TOLENTINO NETO, Luiz Caldeira Brant.. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil**. 2008. 172 f. Tese (Doutorado em Educação)– Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, USP, 2008.

SANTOS, Josilene; SOUZA JÚNIOR, Joaquim; SIQUEIRA, Maxwell. Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma proposta de ensino sobre espectroscopia. In: **XIV Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física**. Maresias: SBF, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p.01-23, dez. 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica e tecnológica: um compromisso de educadores e cientistas para o desenvolvimento da ciência e tecnologia no Brasil. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, ----, v. --, n. --, p.01-05, mar. 2009. Revista Virtual. Disponível em: <[http://www.ltds.ufrj.br/gis/educacao\\_cientifica.htm](http://www.ltds.ufrj.br/gis/educacao_cientifica.htm)>. Acesso em: 11 mar. 2014.

SILVA, João Freitas da; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. As contribuições de uma sequência didática de física moderna no Ensino Médio de escolas públicas para evolução conceitual dos alunos. In: **XVII Simpósio Nacional De Ensino De Física**, 17. 2007, São Luís. **In.:** São Luis: SBF, 2007.

SJØBERG, Svein. Science and Technology Education Current Challenges and Possible Solutions. In: JENKINS, Edgar. **Innovations in Science and Technology Education**. 02. ed. Paris: UNESCO, 2002. p. 1-21. Disponível em: <[http://folk.uio.no/sveinsj/STE\\_paper\\_Sjoberg\\_UNESCO2.htm](http://folk.uio.no/sveinsj/STE_paper_Sjoberg_UNESCO2.htm)>. Acesso em: 24 jan. 2014.

STRIEDER, Roseline; KAWAMURA, Maria Regina. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 7. 2009 Florianópolis. **In.:** Belo Horizonte: Abrapec, 2009. p. 0 - 0. Disponível em: <[posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/463.pdf](http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/463.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2014.

TAVOLARO, Cristiane R. C.; CAVALCANTE, Marisa A.; TEIXEIRA, Anderson de Castro; PEÇANHA, Renata. Instrumentação para o ensino de física moderna: um kit de baixo custo para espectroscopia. In: **XX Simpósio Nacional De Ensino De Física**. São Paulo: SBF, 2013.

VIANNA, Deise Miranda. Da Criação à Difusão: A ciência que ensinamos. **Revista Proposições**, Campinas, v. 7, n. 1, p.95-102, mar. 1996.

WATANABE, Graciella; MUNHOZ, Marcelo Gameiro; KAWAMURA, Maria Regina. Promovendo o diálogo entre público e cientistas: a Mediação em visitas a laboratórios de pesquisa. In: **XIV Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física**. Maresias: SBF, 2012.

ZIMAN, John Michael. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1979. 164 p. (Coleção o homem e a ciência (Vol. 08)). Tradução Regina Regis Junqueira.

## ANEXO A- Questionário Inicial

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Departamento de Física

Curso de Licenciatura em Física

Trabalho de Conclusão de Curso

Autor: Alessandro Luiz de Lara

Orientador: Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves

28 Maio 2014

Questionário:

Baseado em: Aikenhead & Ryan (1992), Tolentino Neto (2008) e Kosminsky & Giordan (2002).

Esse instrumento de pesquisa está dividido em três partes: a primeira tem por objetivo identificar suas concepções sobre a construção da Ciência e seu papel para a sociedade. A segunda está relacionada com a disciplina de ciências (Física, Química e Biologia) e forma como elas são estudadas na escola e a última sobre as características pessoais e morais dos cientistas.

Para cada afirmativa, estão disponíveis as seguintes respostas:

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

Sendo que deve ser marcado apenas **uma resposta**.

Antes de responder, leia todas as alternativas apresentadas e só então se posicione.

Parte Socioeconômica:

Sexo: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_

### I. Para você, durante o processo de construção da ciência:

1. A Biologia, a Química e a Física estudam respectivamente, os seres vivos, os compostos químicos e o comportamento da natureza.



- (a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
2. Os cientistas constroem teorias e hipóteses para explicar os fenômenos da natureza;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
3. Os cientistas seguem métodos científicos que sempre os levam a respostas corretas.  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
4. Os modelos científicos são baseados apenas em experimentos;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
5. Uma hipótese errada invalida toda a teoria;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
6. A ciência é exata e fechada;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
7. Para uma teoria ser aceita é necessária a aprovação da comunidade científica  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

**II. Na relação da ciência com a sociedade, você compreende que:**

8. A ciência é utilizada apenas para o bem estar da sociedade;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
9. A tecnologia representa uma aplicação dos conhecimentos científicos;  
(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente
10. A ciência e a tecnologia tornam nossas vidas mais fáceis, mais saudáveis e confortáveis.

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

11. A ciência é influenciada pelos governos e empresas;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

12. A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais, como a pobreza;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

13. A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

### **III. Sobre a disciplina de Física e sua relação com a Escola;**

14. A disciplina de Física discute assuntos difíceis;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

15. Eu gosto da disciplina de Física;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

16. Os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física serão importantes na minha vida;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

17. A disciplina de Física torna-me mais crítico frente às notícias sobre ciência;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

18. A disciplina Física estimula meu interesse por coisas que não conseguimos explicar;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

19. A disciplina de Física mostra a importância da Ciência e o seu papel na Sociedade;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

**IV. Sobre o ser/profissional “Cientista” e suas ações, é possível dizer que:**

**Parte 01:**

20. Os Especialistas são as melhores pessoas para controlar a Sociedade e tomar decisões importantes;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

21. Podemos sempre confiar nas informações oriundas dos Cientistas;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

22. Os Cientistas não cometem erros por sempre seguirem a razão;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

23. Os Cientistas preocupam-se com os efeitos maléficos das suas descobertas;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

24. Cientistas são sempre neutros e objetivos;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

25. Existem competição e conflitos de ego na prática científica;

(a) Concordo totalmente (b) Concordo (c) Indiferente (d) Discordo (e) Discordo totalmente

**Parte 02**

Nos espaços abaixo desenhe e depois descreva as atividades dos cientistas nos respectivos dias e horários de um dia:

Segunda-feira às 10 h da manhã.

Faça seu desenho representando tal atividade

Quarta-feira às 3 h da tarde.

Faça seu desenho representando tal atividade

Sexta-feira às 10 h da noite

Faça seu desenho representando tal atividade

Domingo às 4 h da tarde

Faça seu desenho representando tal atividade

## APÊNDICE A- Termo do uso de imagens

