

MARIA CRISTINA PATERNOSTRO STELLA DE AZEVEDO

Situações de ensino - aprendizagem
Análise de uma seqüência didática de física a partir da Teoria
das Situações de Brousseau.

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Educação
Área de concentração: Ensino de Ciências e
Matemática
Orientador: Prof. Dr. Maurício Pietrocola

São Paulo
2008

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

379.22
A994s

Azevedo, Maria Cristina Paternostro Stella de
Situações de ensino - aprendizagem : análise de uma seqüência didática de física a partir da teoria das situações de Brousseau / Maria Cristina Paternostro Stella de Azevedo ; orientação Maurício Pietrocola. São Paulo : s.n., 2008.

284 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração : Ensino de Ciências e Matemática) - - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Brousseau, Guy 2. Física – Estudo e ensino 3. Didática 4. Sala de aula 5. Ensino e aprendizagem 6. Interação professor – aluno 7. Currículo de ensino médio I. Pietrocola, Maurício

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIA CRISTINA PATERNOSTRO STELLA DE AZEVEDO

Situações de ensino – aprendizagem: Análise de uma seqüência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau.

Dissertação apresentada à Faculdade
de Educação da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre.
Área de Concentração: ensino de ciências e matemática.

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Assinatura _____

DEDICATÓRIA

à minha mãe, Lourdes,
(*in memoriam*),
com quem aprendi a ser.

Ao meu marido, Augusto,
amor e companheiro,
que sempre me incentivou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, presença e força em todos os momentos.

A meu marido Augusto, 28 anos de amor e amizade. Grande incentivador. Obrigada pela paciência especialmente nos momentos mais difíceis, pelo apoio, pelo companheirismo.

Aos meus filhos, Alexandre, André, Raquel e Paulo. Cada um à sua maneira, colaborou para que este sonho se realizasse. Amo vocês.

À Erika, minha grande interlocutora. Acompanhou de perto desde a qualificação até a redação do trabalho. Contribuiu de maneira inestimável para que este momento chegasse. Tão longe fisicamente e tão perto do meu coração. É um privilégio tê-la como amiga.

À Thais, pelos momentos compartilhados, pelas trocas de idéias, pelo muito de História da Ciência que aprendi, pelas risadas e pelas lágrimas...

À turma jovem: Renata, Milton, Julio, Willie, Jorge, pela ajuda nas digitalizações, na organização dos arquivos, no esclarecimento das dúvidas quando o assunto era informática.

Aos colegas do grupo do ensino médio dos os nove anos que participei: Seiji, Marlene, Viviane, Osvaldo, Emerson, João, Josias, Wellington. Quanto aprendi com vocês nesses anos todos!

Aos colegas do Nupic: Guilherme, Maxwell, Estevam, Ivã, Maria Lucia, Thalita, Luiz Paulo, e aos demais com quem convivi menos, foi um privilégio participar do grupo.

Aos colegas de LaPEF: alguns menos outros mais, todos colaboraram de alguma forma especialmente, Lucia Helena e Mônica. Não vou nem tentar escrever o nome de todos porque vai acabar faltando alguém.

Aos professores da pós e aos colegas das disciplinas, o convívio com pessoas de diferentes formações é uma das grandes riquezas da FEUSP.

À Valeria, que foi secretária do LaPEF durante a maior parte do tempo do meu mestrado, pela solicitude e paciência quando precisávamos das coisas “pra ontem”.

A uma pessoa muito especial: a profa Anna Maria que me deu apoio em tantos momentos nessa nossa longa convivência. Afinal, nos conhecemos desde a minha graduação. Obrigada pela confiança e pelo carinho demonstrado em todos esses anos.

Ao meu orientador, Maurício, pela confiança que teve no meu trabalho, pelas orientações necessárias, por me ensinar a confiar mais em mim mesma.

*A inteligência bem cultivada abre o coração
do homem à escuta da voz de Deus”.*

Bento XVI

RESUMO

AZEVEDO, M. C. P. S. **Situações de ensino – aprendizagem: Análise de uma seqüência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau**. 2008, 284 p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, S. Paulo, São Paulo, 2008.

O ponto de partida deste trabalho são dois cursos que pretendem atualizar o currículo de física do ensino médio através da inserção da física moderna e contemporânea. Estes cursos, que fazem o que Chevallard, em sua Teoria da Transposição Didática, chama de transposição externa (do saber sábio para o saber a ensinar), mostraram a possibilidade de elaborar e implementar seqüências didáticas que atualizem o currículo de física do ensino médio. Este saber a ensinar, ao ser transformado em saber ensinado passa por mudanças elaboradas pelo professor. As relações professor–saber–aluno se estabelecem na sala de aula, de acordo com as situações propostas pelo professor que gerencia essas relações, através do que Brousseau chama de contratos didáticos. Usando a Teoria das Situações Didáticas e os contratos didáticos construiu-se uma ferramenta de análise. O objetivo deste trabalho é, por meio da observação da sala de aula e usando essa ferramenta, verificar se as situações implementadas e a sucessão dos contratos didáticos mostram a possibilidade uma seqüência didática tornar-se parte do saber escolar, por ter sido aceita pelos alunos. A aceitação da devolutiva pelo aluno surge deste contexto como condição necessária, mas não suficiente, para que aconteça a aprendizagem.

Palavras–chave: teoria das situações, contrato didático, atualização curricular, ensino de física, transposição didática.

ABSTRACT

AZEVEDO, M. C. P. S. **Teaching-learning situations: physics didactic sequence analysis from Brousseau's Situations Theory.** 2008, 284 p. dissertação (mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, S.Paulo, São Paulo, 2008.

The starting point of this work is two courses that intend to update the curriculum of physics of the secondary school through the modern and contemporary physics insert. These courses make that Chevallard, in his Didactic Transposition's Theory, calls external transposition (from the wise knowledge for knowing to teach), has showed the possibility to elaborate and to implement didactic sequences to update the curriculum of physics of secondary school. This knowledge to teach, being transformed in "knowing taught" go through changes elaborated by the teacher. The relationships teacher-knowledge-student settles down at the classroom, in agreement with the situations proposed by the teacher that manages those relationships, through the one that Brousseau calls didactic contracts. Using the Didactic Situations' Theory and the didactic contracts an analysis tool was built. The objective of this work is, through the observation of the classroom and using that tool, to verify the implemented situations and the succession of the didactic contracts shows the possibility a didactic sequence to turn it leaves of the school knowledge, for it being accepted by the students. The acceptance of the *devolution* by the student appears of this context as necessary condition, but no enough, that the learning happens.

Keywords: didatic situations' theory, didactic contract, updating curricular, physics teaching, didactic transposition.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1. A ATUALIZAÇÃO CURRICULAR E A NECESSIDADE DE NOVAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	17
1.1. Física moderna e contemporânea e o ensino médio.....	19
1.2 Cursos de física moderna no ensino médio.....	23
1.3 Primeiras questões.....	28
CAPÍTULO 2 OS SABERES, AS SITUAÇÕES EM SALA DE AULA E OS CONTRATOS DIDÁTICOS	29
2.1 A Transposição Didática e os saberes escolares.....	29
2.1.1 O saber sábio.....	31
2.1.2 O saber a ensinar.....	32
2.1.3 O saber ensinado.....	33
2.2 A transposição didática e o professor.....	34
2.3 Um olhar para a transposição interna.....	37
2.4 Teoria das Situações Didáticas.....	37
2.4.1 Tipologia das situações a-didáticas.....	40
2.4.2 Relações entre as situações a-didáticas.....	43
2.5 O contrato didático.....	44
2.5.1 Os diferentes tipos de contrato.....	45
2.5.2 Paradoxos dos contratos didáticos.....	48
2.6 A teoria das situações e o professor.....	49
CAPÍTULO 3 DELIMITANDO O PROBLEMA.....	52
3.1 O curso escolhido: dualidade onda-partícula.....	52
3.2 Espectroscopia.....	53
3.3 O bloco de espectroscopia do curso de dualidade onda-partícula.....	57
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	59
4.1 Perfil Qualitativo da Pesquisa.....	59
4.2 O contexto da pesquisa.....	61
4.2.1 O contexto das escolas e as classes filmadas.....	61
4.2.2 Os professores.....	64
4.3 Categorias de análise.....	64
CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	69
5.1 O saber a ensinar.....	69
5.1.1 Quadro sintético e proposta de trabalho para o bloco de espectroscopia.....	69
5.1.2 Análise da proposta (saber a ensinar).....	73
5.2 As alterações efetuadas pelos professores.....	74
5.3 Apresentação dos dados.....	76
5.4 Análise da aula 1 : observando lâmpadas.....	77
5.4.1 Turma A.....	77
5.4.2 Turma B.....	85
5.4.3 Turma C.....	95
5.4.4 Estudo comparativo das três aulas.....	106
5.5. Análise da aula 2 : astrônomo mirim.....	107
5.5.1 Turma A.....	107
5.5.2 Turma B.....	113
5.5.3 Turma C.....	126
5.5.4 Estudo comparativo das três aulas.....	136
5.6. Analisando situações e contratos.....	137

CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
BIBLIOGRAFIA.....	147
ANEXOS.....	154

APRESENTAÇÃO.

A inquietação de como ensinar para que o aluno aprenda mais e melhor, e desenvolva suas capacidades e habilidades, levou-me a um curso de aperfeiçoamento, em 1997, ministrado pela Profa. Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho¹, na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). No curso foram abordadas metodologias de ensino diferentes das que eu estava acostumada a utilizar, e as teorias, estudos e pesquisas que sustentavam estas metodologias. O curso foi muito motivador e, já durante sua realização, comecei a testar com meus alunos novas atividades, atitudes diferentes e com isso, obter resultados interessantes.

Ao final do curso a Profa. Dra. Anna Maria convidou os participantes a elaborarem um projeto para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) para que o material desenvolvido durante o aperfeiçoamento fosse testado em sala de aula. Formou-se então, um grupo de seis professores de ensino médio com esta finalidade. Iniciava-se o projeto “Melhoria da qualidade do ensino de Termodinâmica no ensino médio das escolas públicas estaduais”, (Processo FAPESP nº. 98/1078-1), que se estendeu de 1998 até 2002, e resultou em teses, dissertações, e no livro “Termodinâmica, Um Ensino por Investigação”, publicação da CAPES/FEUSP em 2000.

Durante esse período tive a oportunidade de conviver com o ambiente de pesquisa do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF), enquanto mudava minha prática em sala de aula. Com isso, aumentou meu interesse em olhar para a sala de aula, com olhar de pesquisadora, de querer entender melhor como se desenvolvia o trabalho do professor, os fatores que interferiam na sala de aula e na aprendizagem dos alunos.

A seguir, sob a coordenação do Prof. Dr. Mauricio Pietrocola da FEUSP, iniciamos um novo trabalho, visando a introdução de conteúdos mais atuais no ensino médio, como a física moderna e contemporânea (FMC) (Processo FAPESP nº. 03/00146-3). O grupo de professores contava com a participação de orientandos do prof. Mauricio e de alunos de iniciação científica, além dos professores de escolas públicas.

Entre 1998 e 2006, houve troca de participantes do grupo, mas a proposta de levar novas atividades e novos conteúdos para a sala de aula se manteve. Em 2004, quando introduzimos o novo curso sobre dualidade onda-partícula na escola e aplicamos as primeiras atividades produzidas, percebemos as implicações teóricas envolvidas. O interesse em estudar a sala de aula mais profundamente foi aumentando.

¹ O ensino de termodinâmica e a formação continuada de professores de Física do Curso Médio, EDM/ FEUSP

A proximidade com a pesquisa de mestrado que estava sendo realizada por Guilherme Brockington, então orientando do professor Mauricio, instigou-me a buscar respostas e novos conhecimentos que pudessem ser úteis para o entendimento deste universo tão rico e complexo: a sala de aula. Além disso, pude perceber a possibilidade de contribuir na geração de conhecimento capaz de ser replicado e aproveitado em outras pesquisas. Com esse intuito ingressei no mestrado.

Durante o desenvolvimento do projeto, escolhemos e elaboramos seqüências didáticas² que foram aplicadas na sala de aula. Esse processo se mostrou bastante difícil, porém fascinante. O principal critério utilizado para selecionar tais seqüências foi a experiência profissional dos componentes do grupo.

Em 2005 pude aplicar o curso de dualidade novamente e a idéia de trabalhar com o olhar voltado para o modo que o professor leva à sala de aula essas atividades propostas para ensinar um conteúdo novo, se estabeleceu. Como as atividades levam ao aprendizado? Como a ação do professor pode favorecer o aluno na construção do seu conhecimento? Pode-se, observando a sala de aula, avaliar se uma seqüência didática produziu o efeito pretendido? Estas e outras questões me levaram estudar como as seqüências didáticas preparadas se desenvolvem efetivamente na sala de aula, que veio a se tornar tema de minha dissertação de mestrado.

² Usaremos o conceito de seqüência didática ou seqüência de atividades de ensino/aprendizagem como sendo: *“um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certo objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”* (ZABALA, 1998, p.18).

CAPÍTULO 1. A ATUALIZAÇÃO CURRICULAR E A NECESSIDADE DE NOVAS SEQÜÊNCIAS DIDÁTICAS.

Na história das disciplinas escolares, a física não é uma ciência curricularmente antiga.

No início do século XIX, apenas a matemática compunha o currículo, “disciplinas como física, química e biologia quando faziam parte de algum quadro de disciplinas, ou eram pouco freqüentadas ou simplesmente não eram” (NICIOLI JUNIOR, 2007, p38). O conteúdo de física se limitava a noções elementares de mecânica e física geral, porém o ensino militar, desde o século XVIII, já incluía conteúdos de física junto com a matemática.

O seu aparecimento no currículo escolar, no nível que equivaleria ao atual ensino médio, data do início do século XIX, segundo Nicioli Junior (2007):

em 1800, o Seminário Episcopal de Olinda apresentou, por intermédio de seu fundador, o Bispo Azeredo Coutinho, um projeto onde dava ordenação lógica e gradual às disciplinas, a duração do curso e o regime de agrupar os alunos em classes. Esse documento foi um marco na renovação educacional, principalmente pela ênfase e introdução no currículo das cadeiras de Física, Química, Mineralogia, Botânica e Desenho (ALMEIDA JUNIOR 1979; VECHIA 2005). (p.38)

Nessa época, as instituições de ensino superior visavam a formação da elite e o ensino secundário tinha como objetivo específico a preparação dos estudantes para o ensino superior através de exames controlados pela Corte. A física só passaria a fazer parte dessa preparação para o ingresso no curso de medicina, em 1887 (NICIOLI JUNIOR, 2007).

A inclusão de física nos cursos preparatórios, de certa forma, inicia uma valorização das disciplinas científicas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, auxiliada por uma Reforma Curricular em 1890. Mesmo assim, a formação de professores de Física só vai acontecer de forma específica em 1934, quando foi criado o primeiro curso de graduação em Física no Brasil, na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de S.Paulo, visando formar bacharéis e licenciados para lecionar em escolas desde o ensino fundamental até o superior (ROSA; ROSA, 2005).

Para se ter uma idéia de como eram os currículos e de como estes foram se modificando com o passar do tempo, pode-se recorrer aos livros didáticos da época, como apresentado em Alves Filho (2000) e Nicioli Júnior (2007). No século XIX os livros didáticos apresentavam uma física descritiva, qualitativa, que na passagem para o século XX muda gradualmente para uma abordagem descritivo-experimental na qual passa a imperar “uma

descrição matemática e exemplos hipotéticos mais detalhados e sendo o início do caminho da algebrização da Cinemática” (NICIOLI JUNIOR, 2007, p. 96).

Segundo Alves Filho (2000), no Brasil do século XIX até meados do século XX, os livros didáticos pré-universitários, eram do formato “compêndio”. Eles se constituíam de compilações de anotações de aulas elaboradas pelos próprios autores. Abrangiam conceitos e definições sobre os conteúdos da física clássica, seguindo a tradição das antigas enciclopédias, sem exercícios ou sugestões de atividades experimentais.

Já na década de 1950, os livros didáticos apresentavam muitas informações, “cuja profundidade pode ser questionada”.

Os conteúdos apresentavam uma relativa estabilidade, calcados que estavam na tradição das antigas enciclopédias, e a metodologia usando basicamente giz e lousa, privilegiava a memorização e valorizava o verbalismo descritivo. Há descrições de experiências e equipamentos, mas atividades experimentais, quando usadas, eram apenas demonstrações que competiam ao professor (ALVES FILHO, 2000, p. 18).

Na década de 60, com o advento de projetos como os Physical Science Study Committee (PSSC) nos Estados Unidos da América e posteriormente na década de 70, com o “Projeto de Ensino de Física” (PEF), o “Física Auto-Instrutiva” (FAI) e o “Projeto Brasileiro de Ensino de Física” (PBEF), o ensino de física passou por transformações profundas com maior apelo à experimentação, visando uma melhoria da aprendizagem.

Entre as modificações contidas nas propostas didáticas dos diferentes projetos, constata-se uma nova seqüência para os conteúdos, novos objetivos educacionais, agora mais explícitos; a adoção de novas metodologias e técnicas de ensino; um laboratório didático muito ligado aos conteúdos e um comportamento mais ativo dos alunos (ALVES FILHO, 2000, p. 25-26).

O papel da ciência no progresso do mundo, a corrida para a modernização e o desenvolvimento tecnológico foram os propulsores da reforma curricular dos anos 60 no Brasil, com a Lei de Diretrizes e Bases de 1961. As mudanças propostas pelos projetos citados atingiram a sala de aula parcialmente devido à ausência de infra-estrutura em nossas escolas públicas e à inadequada formação de professores. Duas décadas depois constatava-se:

a ênfase no ensino experimental da física, tão propalada em praticamente todas as reuniões, não passou para a sala de aula. Estamos hoje [1986] em relação a este ponto em situação muito próxima àquela de 1953, época do I Curso de Aperfeiçoamento para Professores de Física do Ensino Secundário (HAMBURGUER, 1986, apud ALVES FILHO, 2000, p 24).

A partir da década de 80, alguns pesquisadores (como Gil et alli.(1987, 1993) e Barojas, (1988)) passaram a manifestar maior preocupação com a necessidade de atualizar o

currículo de física. A inserção de história e filosofia da ciência; de física moderna e contemporânea (FMC), a interdisciplinaridade e a física do cotidiano dos alunos, surgem como possíveis caminhos para essa reformulação não só no exterior, mas também no Brasil.

Em termos oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados em 1999, buscavam a formação de um cidadão capaz de compreender, intervir e participar da sociedade atual; que conheça e possa interpretar o mundo em que vive. Ao incorporar as tendências anteriores, os PCNs apresentam uma física diferente, implicando em mudanças metodológica e de conteúdo, acabando por induzir uma atualização curricular.

Do ponto de vista prático, as mudanças propostas até o presente contemplaram mais os aspectos metodológicos do que os relacionados ao conteúdo, que de certa forma permanece, em pleno século XXI, limitado a conteúdos do século XIX.

O ensino da física tem sofrido mudanças visando sua adequação aos projetos de formação, sejam eles profissionais ou para a cidadania. A segunda metade do século XX foi palco de mudança na perspectiva metodológica, com abordagens de ensino centradas no aluno. O cenário atual parece mais propício às mudanças de conteúdo; em que a introdução de teorias modernas possam passar a compor o currículo da Educação Básica.

A inserção da FMC no ensino médio pode contribuir não só para que o aluno tenha uma mudança em sua visão do mundo, protegendo-o de pseudociências, como dando uma imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico. As diversas conseqüências tecnológicas da FMC, que fazem parte do cotidiano do aluno, podem estimular seu interesse pelo estudo e atrair jovens para a carreira científica. O professor também se sentiria mais estimulado por ensinar tópicos novos, aumentando seu entusiasmo o que traria efeitos positivos para o ensino (Ostermann e Moreira, 2000).

1.1. Física moderna e contemporânea e o ensino médio.

A necessidade de atualização curricular nos conteúdos de física vem sendo debatida e proposta pelo menos há vinte anos. Muitos pesquisadores têm se dedicado a buscar formas de fazer essa introdução e produzir o material necessário para isso.

A partir do final do século XIX, a mecânica quântica, a física nuclear e a teoria da relatividade revolucionaram a ciência e também o cotidiano das pessoas, através do desenvolvimento de novas tecnologias. Relatos de professores de ensino médio dão conta de questionamentos de alunos sobre a bomba atômica, o funcionamento de um CD, buracos negros, quarks ou laser. A física escolar só consegue abordar conteúdos desenvolvidos entre

os séculos XVII e XIX, deixando de fora toda a efervescência científica ocorrida no século XX.

Enquanto a TV, os jornais e a internet divulgam novas descobertas que acabam por não fazer parte das conversas em sala de aula, os jovens que freqüentam as escolas, apesar de bons usuários dessas tecnologias, não conhecem os princípios e conceitos envolvidos no seu funcionamento.

Carvalho e Vannucchi, analisando as tendências de inovação para os currículos de física nos anos noventa, analisavam:

Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico - fibra ótica, códigos de barra, micro-computadores etc, etc, etc.- e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm, não chegou ainda no século vinte. Estamos no último quinquênio do século XX, mas em termos de ensino estamos muito longe do seu início. Em 1905 Einstein propunha o Princípio de Relatividade Geral, em 1995 não temos nenhuma condição de ensinar a relatividade para os alunos do curso médio (CARVALHO; VANNUCHI, 1996, p.7).

A inserção de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) no currículo do ensino médio se justifica de várias formas: seja pela necessidade de formação de um cidadão que possa compreender a realidade em que vive, e cuja formação geral propicie sua intervenção nessa realidade, como propõe Terrazzan (1992),

a influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau (p.209).

Ou apresentando a Física como fundamento da tecnologia presente no cotidiano do aluno:

é imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. (VALADARES; MOREIRA, 1998, p.121).

Por outro lado, a FMC pode:

- despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;
- os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em física, pois não vêem nenhuma física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual idéias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;
- é do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física;

- é mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino. (BAROJAS, 1988³, apud OSTERMANN E MOREIRA, 2000).

A introdução de FMC no currículo do Ensino Médio aparece também, timidamente, nos livros didáticos e em alguns exames de seleção para cursos superiores. Nos livros, os conceitos da Física Moderna têm sido introduzidos pontualmente, depois de esgotados os temas da Física Clássica seguindo, de certa forma, os manuais universitários. O estudo de Brockington (2005) mostra que nestes livros, a abordagem deste conteúdo é superficial, e que o pequeno número de páginas dedicadas aos temas mais atuais, indica que os autores, com raras exceções, lhes dão pouca importância.

Os temas abordados nos livros examinados por Brockington (2005) incluem a Teoria da Relatividade (que em alguns livros introduz a parte relativa à FMC), a Física Quântica (geralmente focando radiação de corpo negro, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula) e a Física Nuclear (principalmente radioatividade).

Os tópicos abordados demasiadamente curtos, com um tratamento conceitual raso, tornando difícil entender os objetivos de ensino pretendidos. A quantidade de páginas dispensadas a esses temas indica a importância atribuída a eles por estes autores. Estamos convencidos de que a inserção da FMC nestes livros é fruto apenas de uma imposição editorial, talvez um reflexo das prescrições contidas nos PCNs . (BROCKINGTON, 2005, p.14)

Apesar da existência de propostas de introdução de conteúdos modernos, algumas dificuldades impedem a sua efetividade. A primeira relaciona-se à formação dos professores: os cursos de licenciatura têm poucas disciplinas que abordam a FMC. Raros são os cursos de formação continuada que visam trabalhar estes tópicos. Vale ainda destacar a carência de licenciados em física atuando na rede de educação básica. Na sua maioria são licenciados em matemática, que ministram aulas de física no ensino médio (ROSA, ROSA, 2005).

A segunda dificuldade relaciona-se à disponibilidade de materiais de ensino. A grande maioria desses materiais concentra-se em congressos, teses e revistas científicas da área de ensino de Física. Trabalhos como os de Veit et alli (1987), Ostermann e Cavalcante (1999), Ostermann, Ferreira e Cavalcanti (1998), Cavalcante, Tavolaro e Caetano, (2002 e 2004), Brockington, (2005), Siqueira, (2006), entre outros, ainda não chegaram ao conhecimento de grande parte dos professores.

³ BAROJAS, J. (Ed.). **Cooperative networks in physics education**. New York: American Institute of Physics, 1988. (AIP Conference Proceedings, 173).

A terceira dificuldade conecta-se com o excesso de conteúdos na física do ensino médio atual, pressionado por uma ilusão extensionista, acredita ser possível ensinar toda a física na formação básica. Repete-se o modelo das quatro grandes áreas de conhecimento em física, a saber, a mecânica, a termodinâmica, a óptica e o eletromagnetismo. Mesmo quando os currículos comportavam de três a quatro aulas semanais, esse projeto era inviável temporalmente. Hoje, com cerca de duas aulas, ele é completamente utópico, tornando nula a possibilidade de inserir conteúdos de FMC. Segundo Rosa e Rosa (2005), o professor acaba por selecionar o conteúdo que vai abordar. E esta seleção tem como critério principal a presença dos tópicos relacionados no projeto político pedagógico da escola e, dentre esses os assuntos mais frequentes nos exames vestibulares, que, em geral, não contemplam a FMC.

Além disso, considerando que as aulas de Física no ensino médio de têm sido desenvolvidas forma abreviada, pouco tempo é dedicado efetivamente a “aprender Física”, ainda mais se forem consideradas interrupções de outra natureza, como: palestras, teatros, reuniões... De que forma, então, “esgotar” a Física clássica em três anos e “abrir espaço” para a introdução da FMC, como sugerem alguns poucos livros didáticos?

Finalmente, cabe considerar o papel das tradições de ensino. O professor tem um repertório de atividades que estão sedimentadas nos usos e costumes da cultura escolar a que pertence, e que é usado na abordagem dos conteúdos que fazem parte do currículo tradicionalmente apresentado nos livros didáticos. A formação ambiente induz o professor a ensinar de forma semelhante à que foi ensinado. Isso acaba por se constituir em repertório, que lhe dá segurança e dificulta a introdução de novas atividades. Romper com a formação ambiente se constitui em condição necessária para investir na atualização curricular. O elemento que torna essa condição suficiente é a existência de alternativas de ensino capazes de serem implementadas no dia a dia dos professores. Ou seja, o rompimento com as práticas tradicionais requer que novas práticas sejam implementadas e para isso é essencial a existência de propostas de ensino testadas e bem fundamentadas. A noção de seqüência didática preenche a contento o sentido que se pretende dar a tais propostas de ensino: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18). Essa idéia inclui coerência e possível antecipação de sucesso do conjunto de atividades de ensino propostas. Isso pois toda inovação traz consigo desafios que devem ser superados no interior da proposta.

Na inserção de FMC, que não seja a simples apresentação de tópicos, enfrenta-se a exigência de certa familiaridade com o formalismo matemático. Este é um fator limitante, já

que o aluno de ensino médio não domina as estruturas matemáticas necessárias para isto (BROCKINGTON, 2005). Do mesmo modo a fenomenologia envolvida não está disponível no cotidiano, nem em atividades experimentais simples.

Todos estes obstáculos “podem ser superados com propostas bem estruturadas e com a consciência dos empecilhos que poderiam ser encontrados” (SIQUEIRA, 2006, p.9). Por exemplo: a dificuldade com o formalismo matemático pode ser superada com uma “abordagem conceitual e fenomenológica (qualitativa) do conteúdo” (SIQUEIRA, 2006, p. 10), ou um tratamento epistemológico, de modo a “não distorcemos os fatos que pudessem findar uma discussão importante na história e filosofia da ciência, ainda que isso facilitasse demasiadamente o nosso trabalho” (BROCKINGTON, 2005, p.150).

A construção de seqüências didáticas sobre o conteúdo de FMC é um problema que se situa na interface entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Esta interface não é apenas conceitual, mas envolve o professor, as necessidades da sala de aula e os relacionamentos que se estabelecem neste ambiente, todos determinantes para o sucesso da seqüência didática. A construção de seqüências didáticas é, assim, uma tarefa complexa, pois impõe a combinação de exigências de várias ordens. Vale acrescentar que as exigências de sala de aula obrigam que se tenha as aplicações de atividades em condições reais, como uma obrigação inevitável.

1.2 Cursos de física moderna no ensino médio.

Procurando superar essas dificuldades, dois cursos, contendo várias seqüências didáticas, foram elaborados por uma equipe de pesquisadores e aplicados em salas de aula do ensino médio de escolas públicas na cidade de São Paulo. Visando inserir a discussão da natureza dual da luz (BROCKINGTON 2005) e introduzir a física das partículas elementares (SIQUEIRA, 2006), esses cursos propõem a atualização de conteúdos, utilizando abordagens e metodologias não-tradicionais.

Estão estruturados na forma de temas para os quais foram construídas seqüências de atividades, ou seqüências didáticas, em que o assunto é proposto, discutido e avaliado. Estas seqüências foram chamadas de blocos e pensadas como “tijolos”, na medida em que são coerentes internamente, e se prestam à construção de diferentes cursos. Isso permite certa flexibilidade no seu encadeamento, tornando possível suprimir ou inserir temas de acordo com a disponibilidade de tempo e o interesse do professor e dos alunos.

Esses cursos apontam para uma atualização curricular possível, que se propõe a superar as dificuldades enumeradas, trazendo seqüências de atividades, cuja metodologia pretende possibilitar ao aluno, não só a compreensão de novos conteúdos, mas também mudanças na sua visão de mundo e da ciência.

Será examinada a estruturas de um desses cursos, cujas seqüências didáticas inspiraram esta dissertação.

A elaboração do curso de dualidade onda-partícula contou com a participação de um grupo de sete professores de ensino médio de escolas públicas que participaram do projeto de atualização curricular⁴ coordenado pelo prof. Dr. Mauricio Pietrocola, entre os anos de 2003 e 2006. A equipe contava, além desses professores, com alunos de iniciação científica, mestrandos e pesquisadores do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física. Entre seus objetivos destaca-se: a compreensão pelos alunos da dificuldade de representação da luz (caráter dual); da incompatibilidade clássica dos modelos corpuscular e ondulatório, além da percepção da dinâmica da ciência e de sua relação com a realidade (filosofia da ciência).

Durante a elaboração e aplicação do curso, foi levado em conta que os alunos de escola pública paulista apresentam uma formação matemática incipiente e inadequada para abordar aspectos ligados ao formalismo da teoria quântica. Os alunos mal dominam as funções básicas de 1º e 2º grau; a grande maioria não conhece as funções seno e co-seno; além de ter pouca habilidade no cálculo literal. A abordagem quântica necessita de conhecimentos dessas funções e daquelas relativas à probabilidade.

A pertinência de levantar estas questões em relação à matemática advém do fato de que talvez a maior dificuldade na criação de uma nova estrutura para os conceitos de FMC seja justamente a necessidade de contorná-la. É possível afirmar que a matemática das escolas médias brasileiras está muito distante do que estes pesquisadores⁵ consideram como matemática básica. (BROCKINGTON, 2005, p. 131-132)

Por outro lado, o curso não deveria ser ilustrativo, ou tipo “cultura de almanaque”, trazendo apenas informações históricas, datas e biografias ou equações simplificadas. Levar o aluno a refletir sobre o funcionamento da ciência, sobre a construção histórica dos conceitos e sua relação com a interpretação do mundo, eram também objetivos presentes na elaboração do curso.

Para determinar quais conceitos deveriam ser abordados para atingir estes objetivos, foi elaborada uma relação de conteúdos necessários para a discussão da natureza da luz. Começando “de trás para frente” listou-se o que os alunos precisariam saber para chegar à

⁴ Processo FAPESP nº. 03/00146-3.

⁵ O autor se refere aos trabalhos de Müeller e Wiesner, 2002; Jones, 1991; Michelini et alli, 2000.

sensação de estranhamento “revelando outra visão de mundo, mostrando a ruptura profunda causada pela física quântica, causando espanto mesmo para quem ainda não estabeleceu contato com o assunto” (BROCKINGTON, 2005, p.155).

Esse raciocínio permitiu elencar os conceitos-chave necessários para implementar as discussões desejadas em sala de aula: interferência, difração e reflexão. Para isso, os alunos precisariam conhecer fenômenos ondulatórios e um pouco de sua interpretação conceitual; saber o que é uma onda e o que é partícula (modelos ondulatório e corpuscular) e entender a incompatibilidade entre ambos. Este tipo de raciocínio foi usado durante praticamente todas as reuniões e discussões sobre a organização do curso de dualidade. Rapidamente percebeu-se que, para a luz ser compreendida como uma onda eletromagnética é preciso entender sua natureza e como é produzida produção. Além disso, para se pensar nesse tipo de onda, é importante conhecer o conceito de campo elétrico e campo magnético, o que exige conhecimento das propriedades elétricas e magnéticas da matéria: o que é carga, domínio magnético e a associação entre corrente e campo magnético. Estava traçada, assim, a primeira seqüência de conceitos clássicos. Esta seqüência inicial foi a base da versão piloto do curso, que se estendia de eletricidade até o efeito fotoelétrico.

A versão completa do curso⁶ se materializou após a proposição de Brockington, com a introdução do módulo inicial sobre modelos, e dos dois blocos finais: o interferômetro de Mach – Zehnder, e Realidade e realismo (BROCKINGTON, 2005).

A opção de Brockington (2005) foi perceber que

para o aluno não se sentir desamparado no meio de uma discussão muito técnica era preciso resgatar uma fenomenologia acessível aos estudantes e capaz de ser problematizada. [...] partir do mais próximo vivenciado por eles para proporcionar maneiras de que eles avançassem em seus conhecimentos acerca da ciência (p.154-155)

A seqüência de temas ficou estabelecida como a que segue⁷:

1. Modelos.
2. Propriedades elétricas e magnéticas da matéria.
3. Campos.
4. Interações entre o campo elétrico e o magnético.
5. Ondas eletromagnéticas e fenômenos ondulatórios.
6. Luz, cor e visão.
7. Espectroscopia.

⁶ O quadro sintético do curso está no anexo A, p.155

⁷ Pietrocola (org), A transposição das teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula: dualidade onda-partícula, LAPEF, FEUSP. 2005. Texto não publicado

8. Modelo de Bohr.
9. Efeito fotoelétrico.
10. Dualidade onda-partícula.
11. Realidade e realismo.

Estes temas foram chamados de **blocos de conteúdo**, ou apenas **blocos**, idéia que remete às suas diferentes possibilidades de organização, fazendo uma analogia com um jogo de *Legó*: de acordo com o interesse e a disponibilidade do professor, cada bloco poderia ser usado em diversas situações, às vezes com pequenas adaptações. Dessa forma, tais blocos se constituíram em seqüências pensadas como “tijolos” em que o assunto é proposto, discutido e avaliado, permitindo uma relativa flexibilidade. Por exemplo, a seqüência “luz, cor e visão” poderia fazer parte de um curso de óptica, a seqüência “propriedades elétricas e magnéticas da matéria” poderia introduzir um curso de eletricidade, e assim por diante. Desse modo privilegia-se também o trabalho autônomo e as escolhas do professor na sua sala de aula

Os primeiros cinco blocos abordam de forma inovadora os conteúdos que fazem parte dos cursos tradicionais de física. No bloco seis, “luz, cor e visão”, a cor dos objetos e a interação luz – matéria foi utilizada por ter uma fenomenologia cuja explicação ondulatória é bastante aceitável. Este bloco inclui atividades que levam o aluno a refletir sobre um tema que lhe é muito próximo: a visão e a cor dos corpos. Seus objetivos são: estabelecer a luz como onda eletromagnética; associar a cor observada à frequência da luz; compreender os mecanismos de cor e visão; e distinguir a mistura de luzes da mistura de tintas. Como este tema foge da concepção espontânea dos alunos, é retomado através de ilustrações e atividades experimentais. Com isto aprofunda-se a concepção da luz como onda eletromagnética e prepara-se terreno para o estudo da espectroscopia.

O estudo da “espectroscopia” no bloco sete é proposto como um modo de conhecer melhor as fontes de luz e o espectro discreto. Tem como finalidade sensibilizar os alunos para uma nova fenomenologia, que não tem explicação na física clássica. O tema é introduzido com a construção de um espectroscópio simples e a observação de espectros de fontes variadas. Essa atividade permite aos alunos constatar a existência de dois tipos diferentes de espectro: contínuo e discreto. Com a atividade do astrônomo mirim⁸, os alunos aprendem que podemos saber a composição de uma fonte de luz através da análise do seu espectro. O objetivo é observar, investigar e compreender os espectros de diferentes fontes de luz;

⁸ ver descrição completa na seção 5.1.1 página 69

diferenciar os espectros contínuos e discretos; e relacionar o espectro e os elementos de uma fonte de luz.

Uma primeira explicação para estes fatos aparece no bloco oito. O modelo atômico de Bohr é introduzido a partir da quantização da energia do elétron. A emissão e a absorção de luz são explicadas de forma semi-clássica. Este é um bloco mais teórico, em que os alunos calculam a frequência emitida no processo de absorção e emissão de energia, verificando se é luz ou outro tipo de onda eletromagnética. Deste modo, é possível estabelecer a luz como onda eletromagnética para os alunos.

A seguir, no bloco nove, apresenta-se o efeito fotoelétrico como um resultado empírico, cuja explicação se torna plausível com a introdução do fóton por Einstein, ou seja, ao se admitir a luz como partícula. Neste bloco, o efeito fotoelétrico é apresentado como um fato experimental cujos resultados não são explicados pela Física Clássica. A discussão é realizada mostrando que, após a consolidação da teoria ondulatória para a luz com as equações de Maxwell, este efeito foi importante para o ressurgimento da teoria corpuscular, através da explicação de Einstein. A apresentação do efeito fotoelétrico pretende provocar nos alunos o desconforto da mudança de modelo para a luz e trazer a necessidade de busca de resolução desse conflito, o que levará a uma discussão mais aprofundada da natureza da luz. A atividade proposta é uma simulação no computador, que mostra como acontece a experiência e os resultados obtidos.

O choque das duas explicações (ondulatória e corpuscular) leva, então, à necessidade de investigar qual é a representação que melhor explica o fenômeno. O interferômetro de Mach-Zehnder é sugerido, no bloco dez, como uma experiência passível de responder à questão: a luz afinal é onda ou partícula? Para a compreensão do funcionamento do interferômetro pelos alunos é então realizada uma metáfora proposta por Brockington (2005, p. 219-222), que conduz os alunos a propor hipóteses, perceber os limites dessas hipóteses e a dificuldade de determinar o que é a luz a partir de seu comportamento. Depois da metáfora, apresenta-se o interferômetro de Mach-Zehnder, os resultados obtidos e as quatro interpretações dos resultados, conforme constam do livro **Conceitos de Física Quântica** de Osvaldo Pessoa Jr.

Com a finalidade de discutir os critérios dos alunos para determinar a realidade ou não dos conceitos científicos, propõe-se, no bloco onze, uma atividade (BROCKINGTON, 2005) na qual os alunos têm que classificar diferentes substantivos como “real ou não real” e justificar sua resposta, discutindo na classe suas categorizações. Depois desse debate, o filme “Matrix” é apresentado e analisa-se o conceito de realidade, os limites do homem para acesso

a essa realidade, a construção e o papel da ciência e sua relação com outras áreas do conhecimento.

1.3 Primeiras questões.

A discussão realizada neste capítulo apontou que as buscas por uma atualização de conteúdos curriculares de Física é recente no Brasil e envolve uma série de mudanças metodológicas destinadas a adequar novas formas de ensino à sala de aula.

Dois cursos foram propostos e aplicados em escolas públicas do ensino médio, buscando a inserção de tópicos de FMC e a construção de seqüências didáticas apropriadas a estes conteúdos. A análise dos cursos revelou sua adequação à sala de aula e a viabilidade de sua aplicação (BROCKINGTON 2005 e SIQUEIRA, 2006).

O curso de dualidade, que foi aplicado inicialmente em 2004, concomitantemente à sua elaboração, continuou sendo aplicado em 2005, 2006 e 2007, por pelo menos dois professores diferentes, em escolas diferente, nas segundas e terceiras séries do ensino médio. O curso de física de partículas foi também aplicado por dois professores em 2005 e 2006, foi aplicado em 2007. Os resultados acima parecem indicar sucesso na aplicação dos dois cursos. No entanto, algumas questões de pesquisa foram suscitadas nesse contexto. A presente pesquisa se interessa por duas questões em particular. A primeira vincula-se ao processo de produção de conhecimento em sala de aula. Ou seja, de que forma as seqüências didáticas são propostas no material de ensino dos cursos se transforma em saber escolar na sala de aula. A segunda diz respeito ao uso de instrumentos teórico-metodológicos capazes de avaliar a eficiência ou sucesso na implementação das seqüências didáticas inovadoras.

Desenvolvido este instrumento, seria possível que ele permitisse uma modelização da situação de ensino-aprendizagem e conseqüentemente o levantamento de parâmetros que permitam registrar a efetividade ou não dessa situação. A partir destes parâmetros, poder-se-ia afirmar que o novo tópico se tornou um conteúdo escolar.

Assim, pretende-se neste trabalho, construir esta ferramenta de análise de atividades didáticas inovadoras e através dela examinar um bloco específico do curso de dualidade onda-partícula, tendo como norte os referenciais teóricos apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2 OS SABERES⁹, AS SITUAÇÕES EM SALA DE AULA E OS CONTRATOS DIDÁTICOS.

Para examinar a transformação das seqüências didáticas de conteúdos inovadores em saber escolar, e sua efetividade quando aplicadas em sala de aula, tornou-se necessário compreender o processo de adaptação do conhecimento ou saber⁹ acadêmico para a sala de aula, que não é apenas uma simplificação. Para isso, utilizou-se a Teoria da Transposição Didática de Chevallard.

Quanto à investigar como essas seqüências didáticas são implantadas e em que condições podem-se tornar efetivas, os estudos de Guy Brousseau sobre as situações didáticas e os contratos didáticos mostraram-se adequados a responder a essa questão.

Ambos os autores, que tratam da produção de saberes escolares, são apresentados neste capítulo.

2.1 A Transposição Didática e os saberes escolares.

A ciência é hoje, mais do que nunca, uma empreitada coletiva. O saber produzido pelos cientistas é divulgado entre seus pares, por meio de revistas especializadas, utilizando uma linguagem apropriada e, no caso da física, a matemática é ferramenta obrigatória (PIETROCOLA, 2002). Especialmente ao considerar os conteúdos de FMC, o cientista interpreta as equações matemáticas com meios privilegiados de acessar os fenômenos físicos e modelos que está estudando.

[...] uma das principais funções da escola é a transmissão dos conhecimentos produzidos pela humanidade. Para que haja esta transmissão, é necessário que o conhecimento seja apresentado de maneira que possa ser aprendido pelos alunos. É neste ponto que se manifesta uma das principais transformações do conhecimento, isto é, a diferença entre o conhecimento produzido e o conhecimento oferecido ao aprendiz. A constatação de que um conhecimento trabalhado na escola difere daquele conhecimento produzido originalmente, implica na aceitação da existência de processos transformadores que o modificam.

Esta discrepância entre o conteúdo dos manuscritos originais produzidos pelos cientistas e o conteúdo de sala de aula, tem suas explicações e justificativas, mas na maioria das vezes não estão explícitas ou não são de domínio geral. Além disso, o sistema escolar incorpora e agrega algumas transformações que, com o passar do tempo, fica difícil resgatá-las (ALVES FILHO, 2000, p.218).

⁹ As palavras saber e conhecimento são usadas como sinônimos. Usaremos saber (*savoir*) mantendo a opção de Chevallard, em vez de conhecimento (*connaissance*), que aparenta ter um entendimento mais amplo e vago.

Pode-se dizer que o saber escolar é um saber específico da escola, que tem como objetivo principal promover a aprendizagem. Para isso é preciso

[...] recortar temas, selecionar conteúdos, propor e avaliar a execução de tarefas, propor modelos de raciocínio e investigação, criticar as proposições existentes. Esta atividade deve abranger também a prática de critérios lógicos que diferenciem o saber escolar do saber comum ou familiar; a seleção do conhecimento numa hierarquização que contemple sua utilidade e sua erudição, tendo em vista um determinado contexto histórico; a adaptação deste conteúdo ao processo de aprendizagem própria do ser humano, buscando as formas que lhe são mais coerentes e produtivas, ou seja, buscando procedimentos ideais para sua transmissão (VALDEMARIN, 1998).

Assim, o saber produzido pelos cientistas passa por transformações que visam possibilitar seu ensino e aprendizagem num contexto escolar. Nesse caminho é modificado devido à busca de procedimentos que facilitem o ensino e o aprendizado e para que estejam de acordo com o que a sociedade pensa ser importante para a formação do cidadão.

Ao utilizar os livros e manuais para a elaboração de suas aulas, o professor cria uma física escolar, “que embora possua vínculos com a física científica, se mostra completamente modificada e transformada”. (OFUGI, 2001, p. 69)

Partindo-se da aceitação da necessidade de adaptação para que os saberes acadêmicos possam ser ensinados nas escolas, a Teoria da Transposição Didática se revela útil, afinal, as inovações curriculares propostas buscam exatamente que os conceitos de FMC possam se transformar em saberes escolares, ou seja, que cheguem à sala de aula e façam parte do saber escolar.

Yves Chevallard e Marie-Albert Joshua se valeram do conceito de Transposição Didática, proposto por Michel Verret, em 1975, para estudar as transformações sofridas pela noção matemática de distância desde sua introdução no saber sábio, por Frêchet em 1906, até sua chegada à sala de aula, no programa da geometria do ensino fundamental na França, em 1971.

Para os autores acima, quando se decide que um saber científico (sábio na terminologia original), produzido por especialistas deve ser ensinado, este saber passa por uma primeira transformação sendo integrado aos documentos oficiais e materiais de ensino. Em seguida, uma segunda transformação ocorre quando este saber é transposto para a sala de aula. Em cada uma dessas transformações, os saberes se integram a uma esfera própria, e “são o resultado da atividade de diferentes ‘nichos’ e personagens, os quais respondem pela composição e organização de cada um deles” (ALVES FILHO 2000, p.221).

O processo de transposição toma como um ponto de partida o saber sábio, ou seja, o saber das esferas acadêmicas. Paralelamente à elaboração de Chevallard, Martinand (1982,1986) propunha a multiplicidade de fontes possíveis para legitimar a origem do saber escolar. “Ele notou a existência de várias práticas sociais de referência possíveis como ponto de partida de uma transposição”(JOSHUA, DUPIN, 1993, p.203)¹⁰. Estas práticas dão significado ao conhecimento.

Não se trata, de “contextualizar” os saberes, mas de levar em conta as práticas em todos os seus aspectos neles compreendidos, em seus componentes de saberes, discursivos ou não, explícitos ou implícitos, individuais ou coletivos. Significados e estruturas dos saberes, e mesmo os conceitos centrais, podem ser diferentes conforme as práticas, nesse caso, mesmo que os objetos pareçam os mesmos (MARTINAND, 2003).

Martinand¹¹ (1985 apud ASTOLFI et al., 1997, p.133) coloca a pesquisa científica como uma das práticas de referência, juntamente com a engenharia, a produção industrial ou artesanal, atividades domésticas, atividades culturais ou ideológicas e políticas. Astolfi¹², (1985, apud ASTOLFI et al, 1997 p. 132) afirma que “é útil ressaltar que há uma variedade de práticas sociais usando um mesmo conhecimento científico, e de examinar em cada caso as características particulares desse conceito”.

Para Chevallard, o processo de transposição didática compreende patamares, ou níveis, bem caracterizados: saber sábio, saber a ensinar; saber ensinado. A construção dos dois últimos é intencional e fruto de um projeto educacional, que visa adaptar o saber sábio aos interesses e objetivos formativos da sociedade.

2.1.1 O saber sábio.

A Transposição Didática toma como saber de referência o *saber sábio*: o conhecimento produzido e validado pelos cientistas e intelectuais. Este conhecimento quando se torna aceito e válido, é apresentado com uma estrutura lógica própria, usando recursos e linguagens adequados à comunicação entre pessoas que pertencem à esfera acadêmica, e já “purificado” de todas as idas e vindas que fizeram parte de sua construção, de todas as intuições, reflexões e discussões que aconteceram no meio científico até sua elaboração final e sua aceitação.

¹⁰ A autora é responsável pela tradução livre das citações dos textos de revistas e livros franceses que constarem desta dissertação.

¹¹ MARTINAND, J.-L., *Aster*, n.1. Paris: INRP. 1985

¹² ASTOLFI, J.-P.(coord.) *Procédures d'apprendissage en sciences experimentales*, Paris: INRP.p.33-34

Este saber não precisa obrigatoriamente chegar à sala de aula. Nem sempre o saber sábio é designado para se tornar um saber a ensinar. Entretanto, de tempos em tempos,

o saber ensinado se *gasta*. Trata-se de um desgaste que podemos considerar “biológico” e que o afasta de um modo demasiado visível do saber sábio. Desgaste “moral” também, ou obsolescência, que o aproxima perigosamente do saber banalizado. Com o tempo, o saber tratado pelo sistema de ensino envelhece;[...] (CHEVALLARD, 1991, p.30).

Ou seja, quando o saber que está sendo ensinado na sala de aula se aproxima muito do saber comum, dos pais, o que invalidaria o papel da escola, ou se afasta muito do saber da comunidade científica, o que com o tempo poderia desautorizar este saber, minando a legitimidade do projeto social aceito e sustentado de seu ensino (Chevallard, 1991).

Quando há este desgaste, surge a necessidade de atualização: é necessária a produção de novos saberes escolares para a sala de aula.

2.1.2 O saber a ensinar.

Um saber sábio que a sociedade acha importante ser ensinado é selecionado e submetido a uma primeira adaptação, para constar dos livros didáticos e manuais. Esse é o chamado *saber a ensinar*. O processo de transformar um saber sábio em saber a ensinar, é dito “transposição externa”. Envolve um número grande de pessoas e um número maior de variáveis que o processo de construção do saber sábio. Não são apenas pessoas de um mesmo grupo que estão ligadas a esta transformação. Autores e editores de livros didáticos, educadores e especialistas científicos, representantes do poder político e a opinião pública determinam em linhas gerais quais tipos de transformações e o que deverá ser transformado do saber sábio em saber escolar.

Este saber, oriundo das esferas acadêmicas não é apenas simplificado, mas é reconstruído de maneira lógica, dogmática e cumulativa, perdendo assim seu contexto original e se adaptando a um novo contexto.

Com este processo, o saber a ensinar não ganha só uma “nova roupagem”, Segundo Alves Filho (2000), um novo nicho epistemológico, uma organização a- histórica, passa a ter uma organização seqüencial que lhe é própria, e que é julgada como adequada à sua apresentação em sala de aula. Criam-se “objetos de ensino¹³ que não figuram no saber sábio” (ARSAC, 1989). Para Joshua e Dupin (1993), “nos casos das ciências de tradições antigas, o

¹³ objetos de ensino são os objetos cujas características são plenamente explicitáveis, ou seja, pode-se defini-los e descrever suas propriedades. Exemplos: o círculo, a derivação em matemática; a intensidade da corrente, o raio de luz em física; o gen na biologia, etc.. (JOSHUA e DUPIN 1993. p.198)

‘saber sábio’ que se relaciona com esta transposição freqüentemente parou de viver na comunidade científica” (p. 196), ou seja, esse saber não é mais um problema para os cientistas, pois já faz parte de um consenso.

2.1.3 O saber ensinado.

O saber a ensinar presente nos livros e manuais passa ainda por um último processo de transformação antes de chegar à sala de aula. O professor ao selecionar o que e como ensinar, de acordo com seus objetivos, seu público, seu tempo e a infra-estrutura disponível produz um saber plenamente adaptado ao sistema de ensino. Assim, o saber ensinado é distinto do saber que foi designado para ser ensinado, o que Chevallard chama de transposição interna. O professor então é fundamental para que a transposição didática aconteça, uma vez que ele, ao selecionar conteúdos e metodologias, é quem faz com que o saber a ensinar se torne saber ensinado.

Tem-se aqui, então, o desenvolvimento de uma epistemologia própria ao ambiente escolar. Assim, a produção do saber ensinado evidencia os obstáculos e desafios da construção de uma metodologia de ensino que não pode ser dissociada da questão dos valores e anseios da sociedade, do próprio objeto de ensino, e nem dos aspectos e objetivos próprios da aprendizagem. (BROCKINGTON, 2005, p. 99)

Deste processo participam também os alunos, a equipe de gestão escolar (diretor, supervisor, coordenador pedagógico), donos de escola e mesmo pais de alunos que têm expectativas e interesses em relação ao que será ensinado.

Considerando o saber ensinado, seus principais agentes são os professores, responsáveis por preparar a aula e selecionar os problemas e questões que serão apresentados aos alunos. Estes, juntamente com seus pais, os supervisores, os estabelecimentos escolares e seu entorno social, constituem o grupo social de referência, que o professor leva em conta nas suas opções ao “pensar” a aula a ser ministrada.

A atividade dos professores tem como foco: as noções básicas que os alunos devem aprender; as várias dificuldades que têm de enfrentar (espaço físico, materiais etc.); a necessidade de manter a comunicação didática; a autoridade que deve ser estabelecida, de preferência, sobre o saber. A atividade cognitiva dos professores corresponde a selecionar, para cada conceito, os exercícios e tarefas a serem executados e tomar decisões para determinar o nível de adequação de suas intervenções conforme seu público: nem muito fácil,

nem “impossível de ser feito” (A.-N. Perret-Clermont et al,1982 apud ASTOLFI et al.1997, p.180)¹⁴.

Influem na atuação do professor suas crenças, além de variáveis emocionais e metacognitivas (PERRENOUD, 2002). O professor atua no sentido do saber a ensinar se tornar um saber ensinado e nesse processo sabe que nem tudo pode ser predeterminado, e que terá que gerir situações e tomar decisões adequadas a cada momento, conforme o grupo de alunos e as circunstâncias de cada classe.

Concorda-se, com efeito, em reconhecer que uma das características fundamentais do trabalho do professor consiste em tomar incessantes decisões cada momento, a levar em conta múltiplas interações em situação (PERRENOUD¹⁵,1994). Acrescente-se, além disso, que toda didática inclui, mais ou menos conscientemente, a adesão aos valores da educação, que ela desenvolve, às finalidades relativas às concepções do homem, da criança, da ciência (FOUREZ,¹⁶1985;HOUSSAYE¹⁷, 1992), limitando ao mesmo tempo, no mesmo golpe, sua possível racionalização (ASTOLFI et al, 1997, p. 6-7).

Desta maneira, ao tentar inserir a FMC no ensino médio, utilizando seqüências didáticas inovadoras, o professor seleciona, recorta e adapta o saber a ensinar e gerencia o trabalho em sala de aula. . E o foco deste trabalho é justamente analisar como ele faz isto, ou seja, a busca de parâmetros para que este saber ensinado atinja seus objetivos.

2.2 A transposição didática e o professor.

Chevallard define sistema didático, como o sistema que contém professor, alunos, o saber e suas relações. O saber é o elemento agregador deste sistema, porque

ao redor de um saber (designado ordinariamente pelo programa) se forma um contrato didático¹⁸ que toma este saber como objeto de um projeto compartilhado de ensino e aprendizagem e que une num mesmo lugar docente e alunos. (CHEVALLARD,1991,p.23).

Define o sistema de ensino, como aquele

que reúne o conjunto de sistemas didáticos e tem ao seu lado um conjunto diversificado de dispositivos estruturais que permitem o funcionamento didático e que intervêm em diversos níveis (CHEVALLARD, 1991, p.23),

¹⁴ A.-N. PERRET – CLERMONT et al. Décontextualisation et recontextualisation du savoir dans l’enseignement des mathématiques à des jeunes élèves », in : **Interactions didactiques,1**.Universités de Genève et Neuchâtel, 1982.

¹⁵ PERRENOUD,P. **La formation des enseignantes entre théorie et pratique**, Paris: L’Harmattan. 1994.

¹⁶ FOUREZ,G. **Pour une éthique de l’enseignement des sciences**. Lyon, Bruxelles: Chronique sociale/vie ouvrière, 1985.

¹⁷ HOUSSAYE,J. **Les valeurs à l’école**, Paris : PUF.1992.

¹⁸ O termo contrato didático é usado por Chevallard, no mesmo sentido do usado por Brousseau, e está definido e explicado na página 30.

e que, por sua vez, está inserido na sociedade.

O sistema didático, ao relacionar professor-aluno-saber, torna-se, assim, o objeto de estudo quando se busca entender como o professor na sala de aula, gerencia as relações entre os três elementos, de modo que o saber a ensinar se torne um saber ensinado, e aprendido.

A relação entre o sistema de ensino e o entorno social é mediada pela chamada noosfera, onde se encontram os pais dos alunos, os especialistas da disciplina, agentes responsáveis pelas ações didáticas, os emissários de órgãos políticos etc. É aí que se enfrentam os problemas relativos à transposição didática, e suas soluções amadurecem e se estabelecem, ao mesmo tempo em que se determina quais os saberes que devem fazer parte dos programas, dos livros didáticos e dos manuais, ou seja, quais saberes serão objetos da transposição interna.

Os parâmetros e orientações curriculares, bem como as provas nacionais de avaliação, são zonas de atuação da noosfera. Tais documentos, ao sugerir formas de abordagens de ensino e seleção de conteúdos, pré-formatam o saber que será produzido na sala de aula e influem diretamente na transposição interna, isto é, no trabalho do professor.

A noosfera atua na definição do saber a ensinar através dos livros, manuais e orientações curriculares. O sistema de ensino acolhe ou não estas orientações e fornece ao professor os meios para a transposição interna: materiais, livros, espaço físico, e uma primeira organização do tempo, na medida que determina a divisão do ano letivo em períodos e o número de aulas correspondentes a cada disciplina.

No caso da inserção da FMC (no Brasil), a ação da noosfera ainda é incipiente. A maioria dos exames nacionais de avaliação e dos vestibulares que são fortes influências na seleção de conteúdo feita pelos professores de ensino médio (ROSA e ROSA, 2005), ainda não incluiu a FMC como conteúdo de suas provas. Chevallard introduz também a noção de “tempo legal”. Chopin (2007) acrescenta a idéia de tempo didático, que

pode ser definido como o tempo estruturado pelos fenômenos de natureza didática. Para ir mais longe, e descrever o sistema considerado se torna necessário se debruçar sobre a natureza dos fenômenos didáticos em jogo, ou de outro modo sobre a natureza dos ritmos do tempo didático.

[...]Trata-se de um tempo não ‘puramente temporal’, que ‘nasce do cruzamento de uma duração – a duração escolar – e de um saber – o saber a ensinar.’ (CHEVALLARD&MERCIER, 1987, p.38) [...] A partir de então, sua organização depende fortemente da matéria a ensinar tanto quanto do currículo. (CHOPIN, 2007, p.303)

A organização do tempo “didático”, que procura adequar o tempo ‘legal’ ao tempo necessário para o aluno aprender, é trabalho do professor e está relacionado diretamente com

a transposição interna: tendo em vista a adequação destes tempos o professor seleciona do saber a ensinar o que será efetivamente saber ensinado.

A questão da temporalidade é fundamental para se entender a inserção da FMC. Ela pode tornar-se inviável caso o professor decida acolher as sugestões dos livros didáticos e “esgotar” a física clássica antes de ensinar FMC. Considerando o número de aulas previsto para a disciplina, até o conteúdo clássico proposto passa pelo processo de seleção, e vários temas não são abordados na sala de aula.

Para adequar o conhecimento à sala de aula, levando em conta essas restrições que fazem parte do próprio sistema de ensino, o professor reconstrói o saber, usando de criatividade didática, isto é, cria “objetos de ensino que não figuram no saber sábio” (ARSAC, G., 1989 apud ASTOLFI et al, 1997, p. 181)¹⁹. As situações de ensino, deste modo, guardam apenas relações com o objeto do saber sábio, e adquirem uma identidade didática, tornando-se elementos importantes nas situações de sala de aula. Por exemplo: ao se estudar o termômetro e a construção de escalas termométricas, os exercícios de transformação de escala acabam sendo importantes, embora na verdade, não sejam parte do saber de origem.

Sendo assim, o professor ao selecionar o conteúdo que será efetivamente ministrado e a forma como vai levar esse conteúdo para a sala de aula, prepara uma aula.

Para Chevallard,

preparar uma aula é sem dúvida trabalhar com a transposição didática, (ou melhor, na transposição didática); jamais é *fazer* a transposição didática. Quando o professor intervém para escrever essa variante local do texto do saber que ele chama *seu curso* ou para *preparar seu curso* (quer dizer, para concretizar o texto do saber no desfiar de sua própria palavra), já faz tempo que a transposição didática começou.

[...] sob a aparência de uma escolha teórica, o professor não escolhe, porque não tem poder de escolha. Retém o único momento do processo do qual tem alguma consciência: a redação do texto do saber – o qual, antes da etapa da redação (realizada na forma de manual ou notas do professor) não é mais que um “metatexto”, que não está escrito definitivamente em nenhuma parte, matriz de variantes que lhe darão forma concreta (CHEVALLARD, 1991, p. 18-19, grifos do autor).

Cabe ao professor então, na preparação de sua aula, trabalhar na transposição interna, transformar o saber a ensinar em saber ensinado. Para isso elabora as seqüências didáticas e gerencia as relações em sala de aula.

¹⁹ ARSAC, G.; DEVELAY, M.; TIBERGHIE, A. **La transposition didactique en mathématiques, en physique, en biologie.** Lyon : IREM et LIRDIS. 1989

2.3 Um olhar para a transposição interna.

O problema que motiva esta dissertação tem origem na questão: pode-se saber se uma atualização curricular que está sendo proposta e aplicada está sendo efetiva na sala de aula? Ou seja, pode-se garantir que a transposição que foi pensada segundo os critérios da transposição didática aconteceu de uma forma adequada? Pode-se saber se é possível que o saber transposto seja aceito pelo sistema didático e pelo sistema de ensino e permaneça como saber escolar, ou se é uma imposição gerada por todo um contexto de pesquisa, ou seja, o contexto de pesquisa foi determinante para a efetividade da transposição pretendida?

Siqueira (2006) e Brockington (2005) desenvolveram cursos integrais visando a introdução de FMC no ensino médio e procuraram avaliar o grau de permanência do saber transposto usando a própria transposição como sistema de referência. Ambos trouxeram as regras da transposição didática, propostas por Astolfi (1997), como parâmetros metodológicos para a avaliação dos cursos. Estas regras mostraram a possibilidade da permanência do saber a ensinar, e permitiram uma primeira validação da transposição efetuada, especialmente quanto à transposição externa (saber sábio – saber a ensinar).

Com relação à questão da dinâmica da sala de aula é preciso um olhar mais específico que possibilite analisar as atividades que compõem as seqüências didáticas. Na sala de aula é que efetivamente o saber a ensinar se transforma em saber ensinado. As relações que se estabelecem entre professor-aluno-saber e como o professor gerencia estas situações passam a ser o foco da última fase da transposição.

O foco deste trabalho, assim, é encontrar uma ferramenta que permita a modelização do que acontece em sala de aula, e de parâmetros que permitam verificar a efetividade da atividade proposta para poder afirmar com maior segurança que o conteúdo transposto se tornou um saber escolar adequado.

2.4 Teoria das Situações Didáticas.

Na mesma época que Chevallard elaborou sua obra, Brousseau propôs a Teoria das Situações Didáticas, visando modelizar o ensino realizado num sistema didático.

Partindo da idéia de que uma situação envolve uma pessoa, as circunstâncias em que ela se encontra e as relações que a unem a esse meio, Brousseau define as situações didáticas como “as situações que servem para ensinar” (BROUSSEAU, 1997, p.2). Uma situação modeliza as relações e as interações de um ou mais agentes com um meio. O agente, para o

autor é aquele que age sobre o meio de modo racional e econômico de acordo com as regras da situação (BROUSSEAU, 1997). No caso, tanto pode ser o professor, quando organiza a situação para ensinar, quanto o aluno, que age sobre o meio e nesse agir, ele aprende.

Pode-se considerar a situação didática como o entorno completo do aluno, ou seja, tudo que concorre para a sua formação, incluindo o mestre e o sistema educativo (BROUSSEAU, 1997, p.21).

Uma situação é caracterizada em uma instituição por um conjunto de relações e de papéis recíprocos de um ou vários sujeitos (aluno, professor, etc.) com um meio, visando à transformação deste meio segundo um projeto. O meio é constituído por objetos (físicos, culturais, sociais, humanos) com os quais o sujeito interage em uma situação (BROUSSEAU, 2002, p.1).

Quando uma pessoa quer ensinar algo a outra, ela prepara uma situação que compreende tanto o meio material, que são os objetos necessários como jogos, fichas, problemas, provas, experimentos, quanto o modo com que o aprendiz vai interagir com esses objetos, ou seja, as “regras do jogo”. O aluno vai aprender na medida em que a situação se desenvolve, isto é, que ele interage com o material, em busca da solução dos problemas. Ao agir sobre o meio, o aprendiz manifesta seus conhecimentos.

Agir, para um sujeito, consiste em “escolher diretamente os estados do meio antagonista²⁰ em função de suas próprias motivações.” (BROUSSEAU, 1997, p.6). O aluno pode antecipar as reações do meio e levar isso em conta nas suas ações se este “reage” com regularidade. Deste modo, “a aprendizagem é o processo pelo qual os conhecimentos se modificam” (BROUSSEAU, 1997, p.6).

O aluno aprende se adaptando a um meio que é fator de contradições, de dificuldades, de desequilíbrios, um pouco como fez a sociedade humana. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, se manifesta pelas respostas novas que são a prova da aprendizagem (BROUSSEAU, 1986, p. 48-49).

Na busca de melhorar o ensino, Brousseau observou a sala de aula e a partir daí tipificou as situações inicialmente em didáticas e a-didáticas.

As **situações didáticas** são aquelas em que um agente, por exemplo, o professor, organiza uma situação em que **manifesta sua intenção de ensinar**, ou seja, modificar ou fazer nascer um conhecimento em outro agente, no caso o aluno, e permite a este se exprimir em ações. Neste caso, freqüentemente o aluno responde, não em busca de uma resposta a um problema, mas para dar a resposta que o professor espera. Por exemplo: o professor propõe

²⁰ Meio: entendido como tudo o que age sobre o aluno e/ou sobre o qual o aluno age. Antagonista porque o meio põe em xeque o conhecimento do aluno, levando-o a buscar novas soluções/explicações para o problema proposto.

uma tarefa que o aluno executa apenas porque ele sabe que é seu papel como estudante, que o professor e o sistema de ensino esperam dele. Na verdade, não há uma apropriação do problema pelo aluno, não há real interesse na solução do problema proposto.

Nas situações **a-didáticas**, a evolução do aluno não está submetida a nenhuma intervenção didática direta. O aluno sabe que

o problema foi escolhido para fazê-lo adquirir um novo conhecimento, mas ele deve saber também que esse conhecimento é inteiramente justificado pela lógica interna da situação e que pode construí-lo sem usar razões didáticas (BROUSSEAU, 1986, p.49).

O aluno busca a solução, não para dar a resposta que o professor quer, mas para resolver a situação, que pede uma solução por si só. Assim, o contexto escolar que porventura dê sustentação e existência à situação não precisa ser considerado para identificar o problema a solucionar. Neste sentido, o problema a resolver é percebido pelo aluno como um problema “real”.

Ao escolher situações a-didáticas de ensino, o professor seleciona situações que o aluno possa aceitar e que o levem a agir, falar, refletir e evoluir por seu próprio movimento. São situações em que não se espera que o professor forneça as respostas. Ele não intervém diretamente para que o aluno adquira o conhecimento esperado, “o aluno aprende se adaptando a um ‘meio’, que é fator de dificuldades e de desequilíbrios. Caso se adapte à situação e chegue à ‘solução’, ele prova que se apropriou do saber visado” (TSOUMPELIS; GREA, 1995, p.70).

A situação ou o problema escolhido pelo professor é uma parte essencial da situação mais ampla que segue: o mestre procura fazer a devolutiva ao aluno de uma situação a - didática que provoca nele a interação mais independente e mais fecunda possível. Para isso, ele comunica ou se abstém de comunicar, conforme o caso, as informações, as questões, os métodos de aprendizagem, as heurísticas, etc. O docente está, portanto comprometido com um jogo no sistema das interações entre o aluno e os problemas que ele lhe propõe (BROUSSEAU, 1986, p. 50).

O termo francês (BROUSSEAU, 1986, p. 50) traduzido por devolutiva é “devolution”. Este é o processo pelo qual o professor consegue que o aluno se coloque como agente numa situação a-didática, procura que as ações do aluno sejam produzidas e justificadas apenas pelas necessidades do meio e pelos seus conhecimentos. Poder-se-ia dizer que: se o professor consegue que o aluno se aproprie do problema e queira resolvê-lo por si, o professor fez a devolutiva do problema.

Neste processo, o aluno, na maioria das vezes, não distingue uma situação didática de uma a-didática, o que muda é sua ação na busca por resposta: uma execução mecânica para

atender as expectativas do professor, ou a necessidade de solucionar um problema que tem um significado para ele.

O aluno, por si só, sabe que mesmo que a intenção de ensinar não seja proclamada, ela deve estar bem presente em qualquer lugar, já que esta situação é submetida pelo professor e na escola. O ponto decisivo, em consequência, é não anular o quadro didático em que a situação inicial é tratada, nem de ignorar que ela tem um futuro que ultrapassa seu simples desenvolvimento, mas de colocar o máximo possível distante a intenção didática para deixar que os mecanismos de apropriação do problema pelos alunos funcionem e se exceda (JOHSUA; DUPIN, 1993, p.261).

A classificação das situações em didática e a-didática não traz juízo de valor. Pode-se dizer que ambas as situações são importantes já que têm funções diferentes. A alternância de situações didáticas e a-didáticas pode ajudar a atingir um número maior de alunos de uma classe, uma vez que não se consegue envolver todos os alunos o tempo todo.

A própria existência de problemas a resolver não é um dado natural. É inicialmente um dado científico e depois um dado didático.

Na vida corrente dos alunos, os problemas para resolver podem ser simples, complexos ou mesmo insuperáveis: mas eles raramente exigem a construção de um saber cognitivo, específico e sobretudo consciente. A existência do problema na aula não acontece por si; é uma construção externa à aula, que, por conseguinte, necessita em seguida ser – didaticamente – transmitida e aceita por ela. É esta transmissão que Brousseau (1980) chama com o nome de “devolution” do problema; nós chamaremos aqui proposição (subentendida, pelo professor) (JOHSUA, DUPIN, 1993, p.206).

2.4.1 Tipologia das situações a-didáticas.

Partindo da premissa que numa perspectiva construtivista se pretende que o aluno produza conhecimento através da reformulação de conhecimentos prévios ou de um conflito contra estes conhecimentos, as situações que melhor se enquadram nesta perspectiva são as situações a-didáticas, pois quando o aluno se apropria do problema e quer buscar sua solução atua no sentido de construir um conhecimento novo.

Ao atualizar o currículo e elaborar seqüências didáticas com conteúdo inovador pretende-se que o aluno tenha este tipo de atitude e que o conhecimento construído possa fazer parte do repertório do aluno. Torna-se necessário, então, aprofundar o que é e como se processa uma situação a-didática.

A partir de estudos sobre o que se espera de um aluno quando interage com um meio, Brousseau tipifica as situações a-didáticas em três tipos: **ação**, **formulação** e **validação**, e acrescenta um quarto tipo que não é propriamente uma situação a-didática, mas que tem uma importância capital na construção do conhecimento, que é a **institucionalização**.

i. Situação de ação.

Numa situação de ação, o conhecimento do aluno se manifesta por decisões e ações regulares e eficazes sobre o meio. O aluno não precisa identificar, explicitar ou explicar o conhecimento; ele exprime suas escolhas e suas decisões sem qualquer código lingüístico, pelas ações sobre o meio.

A apresentação do problema poderá ser feita de várias formas: situação-problema, questão, atividade experimental, software; e os alunos podem trabalhar de forma individual ou em grupo. São situações que se assemelham a um jogo, em que o aluno conhecendo as regras – que não lhe fornecem a estratégia de vitória – joga, apenas com o objetivo de ganhar, sem construir ainda uma estratégia vencedora. O conhecimento adquirido é de natureza mais experimental e intuitiva do que teórica.

ii. Situação de formulação.

Uma situação de formulação é aquela em que pelo menos dois agentes se relacionam com o meio. Podem ser dois alunos, ou o professor e um aluno. Para que ambos consigam obter um resultado satisfatório, a situação exige que um formule o conhecimento para o outro, de modo que o outro possa convertê-lo em decisão eficaz sobre o meio. O novo conhecimento é formulado a partir do conhecimento de ambos (BROUSSEAU, 2002).

A formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema lingüístico) (BROUSSEAU, 1997, p.7).

Esse tipo de situação exige que o aluno reconheça suas ações na busca da solução do problema, consiga explicar o que fez, como agiu, ou seja, use uma linguagem para expressar não só o resultado obtido, mas como este resultado foi obtido. A linguagem pode variar, mas ele precisa explicitar o conhecimento que pode se tornar informação útil para outro aluno.

iii. Situação de validação.

“É aquela cuja solução exige que os agentes estabeleçam juntos a validade do conhecimento característico dessa situação” (BROUSSEAU, 2002, p.3). Como anteriormente mencionado, um dos agentes pode ser o professor. Os protagonistas confrontam suas opiniões e entram em acordo segundo as regras do debate científico, ou seja, usando argumentos, teoremas, leis etc.

Na situação de validação, ao apresentar o conhecimento formulado, um dos agentes é chamado a justificar sua estratégia, seu conhecimento, sua ação para o outro ou os outros.

Dentro da situação de validação, pode acontecer um momento importante que é o de “prova”, usado aqui como momento de provar algo, não como avaliação formal. Neste momento, o emissor é agora um propositos, é o que propõe o conhecimento, e defende sua idéia, e o receptor é um opositor, que de certo modo questiona o emissor para que “prove” a validade de seu conhecimento. Ambos cooperam na busca de estabelecer a verdade do conhecimento em relação ao saber estabelecido, mas se opõem um ao outro quando há dúvida e, em caso de desacordo, pedem uma demonstração. No caso, emissor e receptor, são alunos e aquele que propõe a solução é chamado a “provar” sua validade para o colega.

Nesse novo tipo de situação, os alunos organizam enunciados em demonstrações, constroem teorias – conjuntos de enunciados de referência - e aprendem como convencer os outros ou se deixar convencer sem ceder aos argumentos retóricos como autoridade, sedução, amor próprio, intimidação etc. (BROUSSEAU, 1997, p. 8).

iv. Situação de institucionalização.

É aquela em que o conhecimento construído para resolver uma situação de ação, de formulação ou de prova, passa a ser uma referência para ser (futuramente) utilizada pessoal ou coletivamente.

O papel do professor inclui, além de organizar a aprendizagem, verificar o que os alunos fizeram ou não, o que eles aprenderam ou ainda precisam aprender. Deste modo, há uma retomada das ações e formulações realizadas que são incluídas no repertório dos alunos para serem usadas posteriormente. O conhecimento produzido durante uma seqüência de atividades é discutido e resgatado de modo que o aluno perceba tratar-se de um saber aceito pela comunidade social e científica representada pelo professor.

Esta situação não é mais uma situação a - didática: há explicitamente a intenção de incluir o conhecimento gerado pelo aluno no estatuto do saber institucionalizado.

Quando um aluno usa suas capacidades, ele não tem consciência de estar produzindo um conhecimento novo. Sem uma “troca” com uma instituição, ele não saberá se o conhecimento que se refere a uma situação particular faz parte de um campo mais extenso, nem se os métodos usados são adequados aos conhecimentos produzidos (BROUSSEAU, 1997).

O levar em conta “oficial” pelo aluno do objeto do conhecimento e pelo mestre da aprendizagem do aluno é um fenômeno social muito importante do processo didático: esse duplo reconhecimento é o objeto da institucionalização (BROUSSEAU, 1997, p. 48).

Por exemplo, quando o aluno resolve um problema: a menos que a solução seja confirmada pelo professor e incluída como uma “resolução- tipo”, isto é, institucionalizada,

não poderá ser usada para resolver um problema semelhante. Se o professor acolhe esta resolução, ela pode se tornar um método ou um teorema. Após a institucionalização, ambos, professor e alunos, podem usar o teorema sem repetir a demonstração ou o método, ou seja, sem o justificar.

A institucionalização comporta, então, um reconhecimento (justificado ou não) da validade e da utilidade de um conhecimento e uma modificação deste conhecimento, que implica numa transformação do repertório aceito e utilizado por professor e alunos (BROUSSEAU, 2002)

São as fases da aprendizagem que dão a certos conhecimentos o estatuto cultural indispensável de “**saberes**”.

Os conhecimentos privados e mesmo públicos ficam contextualizados e desaparecem no fluxo das lembranças cotidianas se eles não forem incluídos num repertório especial em que a cultura e a sociedade afirmem sua importância e uso (BROUSSEAU, 1997, p.9).

2.4.2 Relações entre as situações a-didáticas.

Como se pode perceber, cada tipo de situação a-didática exige do aluno diferentes formas de comunicar o conhecimento usado na resolução do problema proposto: se na situação de **ação** a manifestação se dá pelas ações, na **formulação** e na **validação**, se dá pelo uso de alguma forma de linguagem na enunciação do conhecimento adquirido e na argumentação que usa para mostrar a validade de suas construções. As situações fazem evoluir o aluno, mas também evoluem, num processo que Brousseau considera dialético, no qual há um tipo de ordem:

as situações de ação, formulação e prova podem se conjugar para acelerar a aprendizagem (quer se apresentem espontaneamente, quer sejam provocadas voluntariamente) [...] A ação, depois a formulação e depois a validação cultural e a institucionalização parecem constituir uma ordem razoável para a construção dos saberes (BROUSSEAU, 1997, p.9).

Esta “ordem razoável” resulta da observação que o aluno precisa formular o conhecimento para tomar consciência de suas ações e das estratégias que usou para a resolução do problema. Se for proposta uma situação de **validação**, o aluno confronta suas idéias com os colegas e assim pode avaliar os limites do conhecimento produzido, conhecer e avaliar outras possíveis respostas para o problema proposto. Se este conhecimento for incluído no repertório oficial, em que a sociedade e a cultura reafirmem sua importância e

garantam seu uso, torna-se um saber, caso contrário, acaba desaparecendo nas lembranças cotidianas.

Ao analisar uma seqüência didática enquanto saber a ensinar, podem-se identificar quais os tipos de situação são propostos. Para analisar a efetividade desta seqüência em sala de aula, pode-se verificar como, ao realizar a transposição interna, o professor modifica as situações e as gerencia durante a aula para atingir seus objetivos.

2.5 O contrato didático.

Na sala de aula é que efetivamente o saber a ensinar se transforma em saber ensinado. As relações que se estabelecem entre professor–aluno–saber e como o professor gerencia estas situações passam a ser o foco da última fase da transposição.

Considerando que uma situação só é didática se há a intenção do professor de modificar o sistema de conhecimento do aluno (seu vocabulário, forma de argumentação, referências culturais, formas de decisão), há obrigações recíprocas e interações que delas resultam. Estes compromissos recíprocos que podem ou não ser explícitos são chamados por Brousseau de **contratos** (BROUSSEAU, 1980, 1986).

O chamado **contrato didático** na verdade corresponde ao jogo de relações e obrigações recíprocas que se estabelece na sala de aula, que é específica do conteúdo.

Pode-se dizer que há comportamentos esperados tanto do aluno pelo professor, como do professor pelos alunos. Por exemplo: num ensino mais tradicional, o professor ensina regras, leis, proposições, estratégias e o aluno as aplica na resolução de exercícios propostos pelo professor. Qualquer mudança nestas “obrigações” gera um desconforto, porque os alunos não sabem se estão agindo de acordo com o esperado. Numa aula de Física na primeira série do ensino médio, quando se pede aos alunos que façam hipóteses, eles relutam em propô-las, temendo responder errado. Isto pode ser entendido como um reflexo de um ensino realizado no nível fundamental em que esse tipo de atitude não fazia parte do contrato didático, não sendo aceitável e ainda, freqüentemente desestimulada.

Quando o aluno vai à escola, ele sabe que o professor está lá para ensinar e que ele está lá para aprender. O professor não pode pressupor os anseios do aluno, mas pode criar condições para que o aluno se comprometa em uma situação de ensino (MARCHIVE, 2006).

A idéia de **contrato didático** se aproxima em certos aspectos do contrato social de Rousseau: as regras não são claramente enunciadas, mas são reconhecidas e aceitas; e não se pode redigir estas regras, para que sua finalidade possa ser atingida: no caso do contrato social

a liberdade de adesão, e no caso do contrato didático, para que a explicitação dos resultados pretendidos, não faça a relação didática fracassar.

O contrato didático estipula obrigações recíprocas e supõe uma assimetria em relação ao saber:

Embora todos [professor e alunos] tenham suas relações pessoais com os saberes o professor é o portador de um saber paradigmático (física, química, biologia) resultado de uma transposição didática. O aluno ainda não tem relação com esse tipo de saber e depende da mediação do professor, estando sujeito a um alto grau de controle por parte deste. Isso implica uma assimetria entre professor e alunos na relação didática que se estabelece no espaço e no tempo escolar (PIETROCOLA, 2002, p.2).

2.5.1 Os diferentes tipos de contrato.²¹

Considerando os compromissos recíprocos entre o professor e o(s) aluno(s), Brousseau propõe uma organização dos contratos em função da responsabilidade crescente, sendo que o professor é o emissor de sinais que permitem identificar o grau desta responsabilidade. O contrato é uma “forma de definição de uma situação didática. Ela lhe é equivalente, mas permite construir um inventário dos contratos, segundo a distribuição das responsabilidades entre o professor e o aluno” (BROUSSEAU, 2002, p.5).

No final do capítulo, há um quadro resumo com todos os tipos de contrato e a atitude do professor e do aluno observada em cada um deles.

No primeiro nível dessa responsabilidade, Brousseau (1997) se refere à **difusão de conhecimentos, sem intenção didática**, em que os contratos são classificados em “de emissão”, “comunicação”, “expertise” e “produção”.

Nesses contratos o professor é apenas um transmissor e o aluno um receptor de informações. O compromisso com a aprendizagem é quase inexistente: no contrato em que há o menor vínculo, o professor faz um monólogo, sem preocupação com as condições de recepção da informação pelo aluno. Os demais tipos destes contratos vão revelando um crescente compromisso com as condições de receptividade no que se refere a canais adequados de recepção, uso de linguagem que possa ser compreendida pelo aluno, até uma participação do aluno, pelo menos quanto a pedir a validação da informação dada, ou ao garantir que se trata de uma informação “nova” para o aluno.

Estes contratos didáticos são raramente encontrados em sala de aula quando há uma preocupação com um ensino construtivista que busca um aluno reflexivo, participativo.

²¹ No anexo B, p.159 encontra-se a descrição completa de todos os tipos e contrato mencionados por Brousseau,

Num segundo nível, Brousseau define os **contratos fracamente didáticos** que trazem um saber “novo” em que o emissor organiza sua mensagem, levando em conta as características teóricas de seu interlocutor. Nestes tipos de contrato, o professor se preocupa com o conteúdo da mensagem, mas não com seus efeitos sobre o aluno, isto é, se está ou não modificando seus conhecimentos. Neste nível, considerando um compromisso crescente entre professor e aluno, os contratos são classificados em contratos “de informação”, “utilização dos conhecimentos”, “iniciação ou controle”, “direção de estudos ou instrução” (BROUSSEAU, 2002).

Conforme o tipo de contrato, o professor busca a aceitação do aluno, concorda em fornecer-lhe provas, justifica suas afirmações, pode mostrar a utilidade e aplicações dos conhecimentos e pode dar critérios para que o aluno saiba se entendeu a mensagem, ou propor séries de exercícios ou seqüências de exercícios/textos que ele supõe que possam permitir ao aluno adquirir o conhecimento.

O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade sobre o uso e a interpretação da mensagem. Não há cobrança para saber se o aluno compreendeu ou não, mas o aluno pode pedir esclarecimentos que validem a mensagem,

Nestes quatro contratos considerados **fracamente didáticos**, o aluno de certa forma “controla” o professor, já que o pressiona para tornar a mensagem mais ou menos informativa quando considera o conhecimento fácil ou difícil de deduzir, ou suficiente ou insuficientemente “novo”.

O terceiro e último nível é o chamado contrato **didático**. No contrato **didático**, alguém toma a decisão, ou parte dela, pelo aluno e assume, em contrapartida, uma parte da responsabilidade sobre o resultado da ação didática empreendida. “No sentido estrito e um pouco zombeteiro de alguns dicionários, uma ação didática é uma ação em que alguém tenta ensinar alguma coisa a alguém que não quer aprendê-la” (BROUSSEAU, 1997, p.32). Não é mais uma comunicação, ou argumentação, mas uma ação em que a modificação do receptor/aluno é intencionalmente pretendida, e aquele que ensina toma para si a responsabilidade do resultado efetivo de sua ação sobre seu aluno.

Parte-se da premissa: que o saber comunicado está em conformidade com um objeto de referência, como os currículos oficiais, ou livro didático; que este saber não é só um registro de informação, mas uma modificação da capacidade de resposta dos alunos; e que a ação didática se conclui, quando se supõe que o aluno consiga tomar decisões por si mesmo. O professor comunica um saber que toma parte na transposição didática. Não é um simples ato de transmitir informação; deve modificar o conhecimento do aluno de tal modo que depois

de ter aprendido, o aluno não lembre mais das circunstâncias da aprendizagem, mas incorpore este saber e suas condições de uso em seu repertório.

Brousseau (1997) refere-se a seis contratos didáticos: “imitação ou reprodução formal”, “*d’ostention*”²², “de condicionamento”, a “maiêutica socrática”, “aprendizagem empirista” e “construtivista”, que são examinados brevemente a seguir.

No contrato de **imitação ou reprodução formal**, o professor se compromete a fazer com que o aluno execute uma tarefa que o sistema reconhece como marca de aquisição de um saber, por exemplo: enunciar uma lei, resolver um “exercício-tipo”. Este tipo de aprendizagem, que não exige formulação nem justificativa, ajuda o aluno a adquirir habilidade. Pedagogicamente, é apoiado por uma opinião bastante difundida que diz “o que eu ouço, esqueço; se vejo, compreendo; se faço, guardo”.

No contrato chamado “*d’ostention*”, o professor mostra um objeto ou fenômeno e o aluno o aceita como representante de uma classe, sendo que em outras circunstâncias deve reconhecer os elementos dessa classe. Funciona muito bem no dia-a-dia para reconhecer, por exemplo, animais ou objetos de categorias determinadas, no entanto não é suficiente para definir o objeto, pois subentende que o professor e o aluno devam “ver” a mesma coisa no mesmo objeto, o que nem sempre é verdadeiro, especialmente quando se trata de conceitos científicos. Esse contrato pode levar a uma familiarização com o objeto de estudo que presumivelmente será definido mais tarde. Também está fundado numa epistemologia falsa, porque supõe como base do contrato uma epistemologia empirista e realista que esteja em concordância com o professor e o aluno. Exige uma indução radical, que fracassa freqüentemente. Apesar disso, é usado nos casos em que se quer evitar uma definição do objeto.

Quando o professor organiza uma seqüência “racional” de exercícios repetitivos, e ao aluno cabe resolver esta seqüência, o contrato recebe o nome de **condicionamento**. Os exercícios em si não levam o aluno a refletir nem construir conceitos e estratégias; ele os repete “como um papagaio”, mas tanto ele quanto o professor podem acreditar que o tempo vai se encarregar de ensinar aquilo que nenhum dos dois quer enfrentar no momento.

Por outro lado, se o professor escolhe questões que o aluno possa encontrar a resposta a partir de seus próprios conhecimentos e organiza estas questões visando uma modificação deste conhecimento ou das convicções do aluno, o contrato é chamado **maiêutica socrática**.

²² Em francês, *ostention* significa : que se pode mostrar, que não se esconde. Diz-se de um procedimento de definição ou verificação que consiste em explicar o significado sem usar palavras, por exemplo, mostrando uma maçã para “explicar” o que é vermelho.

Neste caso, o professor modifica as questões conforme as respostas do aluno. O uso das questões depende das idéias do professor sobre o saber e o conhecimento. O que o torna diferente é a passagem de ordens para questões. É uma forma de contrato que funciona bem em caso de preceptoria, mas tem suas dificuldades de aplicação numa classe. Usar a maiêutica coletivamente provoca alguns efeitos didáticos negativos. Um deles é que não há real interação do sujeito com um meio efetivo; outro é que causa uma variedade de respostas e suscita novos problemas que no coletivo é difícil conseguir administrar.

No contrato de **aprendizagem empirista** supõe-se que, apenas o contato com o meio, ao qual o aluno deve se adaptar, é suficiente para que ele aprenda. O que o aluno não percebe ou aprende no primeiro contato, ele vai aprender na repetição das mesmas circunstâncias. Aproxima-se do contrato “*d’ostention*”.

Brousseau chama de **contrato construtivista**, aquele em que as situações não são mais “naturais”, como no de aprendizagem empirista, mas o professor organiza o meio e delega ao meio a responsabilidade da aprendizagem. A organização deriva do saber que se pretende e do conhecimento do processo de aquisição dos alunos. Os saberes antigos se manifestam como pré-requisitos e as situações a–didáticas são propostas para criar formas diferentes de conhecimento. Este tipo de contrato supõe um aluno racional, ou pelo menos coerente, ou mesmo que tenha um discurso coerente.

2.5.2 Paradoxos dos contratos didáticos.

As situações se sucedem e se alternam na sala de aula, e o professor gerencia os contratos do modo que supõe tornar mais efetiva a devolutiva da situação. Este contrato é didático, já que há intenção de ensinar, e rege relações professor–saber–aluno na sala de aula. O contrato didático, como tal, apresenta alguns paradoxos.

i. O saber a ensinar não pode ser objeto de acordo prévio integralmente explícito entre professor e aluno: só o desenrolar da aprendizagem vai permitir ao aluno conhecer seu significado e suas condições. Numa visão construtivista, se o professor explicitar o que o aluno deve fazer, como e quando, o aluno vai apenas executar as tarefas propostas pelo professor. O novo conhecimento deve ser construído sobre o antigo, tomando seu lugar, destruindo-o ou no mínimo convivendo com ele.

O aluno ignora então necessariamente onde e como se quer conduzi-lo. E deve aceitar ignorar. Pretender passar contratos reais é uma ilusão O aprendiz que o exigisse estaria em perigo... de não aprender nada. Esta

posição “adultista” é apesar disso encorajada por várias teses pedagógicas (BROUSSEAU, 1997, p.34).

ii. O professor não pode dizer para o aluno o que quer que ele faça, nem ditar as decisões que devem ser tomadas pelo aluno, caso contrário o aluno não irá construir o conhecimento, mas apenas cumprir ordens sem, portanto, aprender. “Aprender não consiste em executar ordens, nem transcrever soluções de problemas” (BROUSSEAU, 1997, p.33).

Por exemplo: o professor propõe uma situação em que a solução depende do uso de uma lei física, se ele explicitar essa necessidade, o problema deixa de ser problema para o aluno, e passa a ser um exercício de aplicação, ou seja, perde-se a possibilidade de permitir ao aluno construir seu conhecimento.

iii. O contrato didático é necessariamente incerto, já que o professor não pode ter certeza de que todos os alunos vão resolver sem erros as atividades propostas sobre o que deve ser aprendido/ensinado. Considerando que se pretende um ensino por construção, se todos os alunos sabem o que e como deve ser feito, é porque já sabem aquilo que o professor está pretendendo ensinar. Isso mostraria que não há o que ser aprendido.

Cada aluno, para aprender, precisa agir, formular, validar, e isso inclui errar, perceber o erro, confrontar hipóteses e resultados. Se todos os alunos resolverem a situação proposta sem errar é porque eles já sabem, ou seja, a situação não gerou conhecimento novo.

Estes paradoxos não são contradições formais. Denotam somente o fato que o ensino e a aprendizagem se realizam por processos que não estão jamais em equilíbrio estável. Devem ser compreendidos como uma sucessão de “correções” locais em que nenhuma pode ser justificada isoladamente (BROUSSEAU, 1997, p.34).

Essa tipificação é bastante abrangente, e será considerada neste trabalho como uma referência para o estudo dos contratos que acontecem na sala de aula.

2.6 A teoria das situações e o professor.

Na seção 2.2 vimos que cabe ao professor, ao trabalhar na transposição interna, elaborar as seqüências didáticas e gerenciar as relações em sala de aula para que o ensino de torne efetivo.

Pode-se completar agora esta idéia, usando a teoria das situações: cabe ao professor, na preparação de sua aula, elaborar as situações didáticas e a–didáticas que vai propor nas seqüências didáticas que ele julgar adequadas à aprendizagem do aluno.

Num ensino que visa a construção do conhecimento, o professor quer conseguir a devolutiva, isto é que pelo menos boa parte dos alunos aceite o problema como próprio, e passe a buscar a solução mais porque se apropriou do problema, do que para cumprir com seu papel de aluno.

Quando o professor aplica suas seqüências em sala de aula, ou seja, quando o saber a ensinar se torna saber ensinado, as realidades de cada sala de aula, do grupo de alunos, de seu envolvimento, constituem um meio complexo onde as relações professor-saber-aluno se desenrolam, e cabe ao professor gerenciar estas situações.

O aluno e o professor não ocupam posições simétricas em relação ao saber. O segundo não só “sabe” mais que o primeiro, mas tem a responsabilidade de organizar as situações de ensino consideradas favoráveis às aprendizagens do primeiro (JOSHUA, DUPIN, 1993, p.249).

É nesta dinâmica e complexidade que os contratos se sucedem, e que a adequada mudança de contratos pode ajudar o saber ensinado tornar-se saber aprendido.

Como em particular são organizadas as responsabilidades recíprocas do aluno e do professor na gestão dos saberes? Como elas evoluem durante o ensino? Um contrato didático, freqüentemente implícito, mas bem presente, fornece aos agentes da situação os sinais essenciais para responder a essas questões (JOHSUA, DUPIN, 1993, p.250).

TIPOS DE CONTRATO		PROFESSOR	ALUNO		
Sem intenção didática	Emissão	Não se preocupa com a recepção: monólogo.	Passivo		
	Comunicação	Preocupa - se que o aluno receba a mensagem, usa bons canais de comunicação.	Passivo		
	“Expertise”	Garante validade da mensagem.	Pode pedir validação, mesmo implícita.		
	Produção	Garante a novidade da mensagem.			
Fracamente didático			Organiza o conhecimento.Preocupa-se com o conteúdo, mas não com seus efeitos sobre o aluno.		
	De informação	Dialética	Mensagem nova + busca aceitação do aluno.	Solicita esclarecimentos, até se convencer de sua validade.	De certa forma “controla” o professor, pressiona para que o professor torne a mensagem mais ou menos informativa, suficientemente nova ou não.
		Dogmática	Mensagem nova + busca aceitação do aluno.	O aluno não questiona.	
	De utilização do conhecimento		Retoma o anterior e mostra a utilidade do conhecimento. Apresenta aplicações.		
	De iniciação		Dá critério para que o aluno saiba se aprendeu: se você aprendeu é capaz de...		
	De direção de estudos		Propõe séries de exercícios que supõe que permitirão ao aluno aprender.		
Didático:	De reprodução formal		Propõe tarefas como enunciar lei, resolver exercício-tipo que ajuda a adquirir habilidade.	Executa a tarefa.	
	“D’ostention”		Apresenta objeto ou fenômeno como representante de uma categoria.	Aceita o objeto como representante de uma classe.	
	Condicionamento		Propõe seqüência de exercícios repetitivos.	Faz os exercícios acreditando que vai aprender com o tempo.	
	Maiêutica socrática		Organiza seqüências de questões que possam ser respondidas de modo que modifiquem o conhecimento ou as convicções do aluno.	Responde com seus conhecimentos.	
	Aprendizagem empirista		Organiza o meio.	Deve aprender apenas pela adaptação ao meio.	
	Construtivista		Organiza o meio e delega ao meio a responsabilidade pela aprendizagem.	Aluno aprende ao agir sobre o meio. Deve ser racional ou pelo menos coerente.	

CAPÍTULO 3 DELIMITANDO O PROBLEMA.

Durante o processo da transposição interna, o professor negocia com o projeto pedagógico da escola, as exigências do conteúdo físico, as necessidades de aprendizagem do aluno e as exigências da sala de aula enquanto ambiente educacional. Considerando uma situação que tem como objetivo a introdução de um conteúdo novo, é difícil avaliar *a priori* o “sucesso” da atividade de ensino. Muitas vezes o único guia é a “intuição didática” do professor, sujeita a influências de várias ordens, como: preferências pessoais, crenças, mitos etc.

No capítulo 1, por um lado fez-se referência às mudanças curriculares ocorridas desde a inclusão da física nos currículos de ensino médio até o final do século XX. Por outro lado, foram apresentados trabalhos acadêmicos que propõem a inovação dos currículos de Física através da inserção da FMC. Essa mudança apresenta dificuldades que cursos criados e aplicados em escolas públicas de ensino médio mostraram ser possível superar (BROKINGTON, 2005 e SIQUEIRA, 2006).

No item 1.3, algumas questões foram levantadas acerca da possibilidade das seqüências didáticas propostas nestes cursos se tornarem parte da física escolar. Para isso, seria necessário construir uma ferramenta teórica que possibilitasse: entender o que acontece na sala de aula, modelizar as situações de ensino e, através do levantamento de alguns parâmetros, registrar a efetividade, ou não, dessas situações. Deste modo poder afirmar que este conteúdo, assim aplicado, se tornou um saber escolar.

Neste trabalho pretende-se usar como ferramenta teórica a tipologia das situações e a dinâmica dos contratos para investigar a sala de aula. Através das relações que se estabelecem, buscar-se-á definir modelos que permitam afirmar a efetividade do ensino proposto e implementado em sala de aula.

Dada a abrangência das propostas e as várias seqüências didáticas filmadas que poderiam ser objeto deste trabalho, este capítulo propõe-se a focalizar um determinado curso, dentro desse, uma seqüência didática e as atividades específicas.

3.1 O curso escolhido: dualidade onda-partícula.

Como relatado no capítulo 1, dois cursos tiveram por objetivo a atualização curricular por meio da inserção da FMC: um centrado no conteúdo de partículas elementares e outro no

de dualidade onda-partícula. Optou-se pela análise do curso de dualidade onda-partícula (BROCKINGTON, 2005). Os motivos que levaram a tal escolha foram: a participação na elaboração das atividades do curso, um conhecimento profundo do material e das atividades propostas, e a maior quantidade de material disponível para análise, já que essa proposta de dualidade é anterior à de física de partículas elementares.

O curso de dualidade onda-partícula²³ é composto por onze blocos de conteúdo, sendo seis blocos correspondentes à física clássica e cinco de introdução à FMC. Cada bloco é composto por seqüências didáticas que incluem diferentes metodologias, com o objetivo de fazer o aluno se apropriar do problema e construir um novo saber.

Além da importância do bloco de espectroscopia dentro do curso de dualidade onda-partícula (item 3.3), o tema espectroscopia tem importância na física, na astrofísica e aplicações tecnológicas.

O primeiro bloco em que se inicia o questionamento dos conceitos clássicos é o de número seis, espectroscopia, que foi o escolhido como objeto de análise neste trabalho.

3.2 Espectroscopia.

A espectroscopia é uma área da física cuja evolução trouxe grandes contribuições ao desenvolvimento da astrofísica e da cosmologia. Olhando, ainda que bastante superficialmente, para alguns fatos que ocorreram na história da astronomia, vislumbram-se as possibilidades que a espectroscopia agregou a esse campo de estudos.

Desde épocas muito remotas, os homens observaram o movimento dos astros no céu e preocuparam-se em deixar inúmeros registros de suas posições e seus movimentos. Tais registros levaram ao estabelecimento de regularidade dos movimentos celestes e realização de inúmeras previsões como a ocorrência dos eclipses, por exemplo.

Da antiguidade clássica até o século XV a compreensão predominante do Universo era a que foi proposta pelo astrônomo Cláudio Ptolomeu, de Alexandria, no segundo século da era cristã: a Terra estaria parada no centro de um Universo esférico e todos os demais corpos celestes giravam ao seu redor. “As estrelas estariam presas a uma gigantesca e invisível esfera de éter, cujo raio seria igual à maior distância entre Saturno e a Terra. Depois desse último envoltório esférico, não existiria nada – nem mesmo o espaço.” (Martins, 2006, p. 57).

²³ descrito na seção 1.2 p. 24

Essas idéias foram abandonadas aos poucos, à medida que a teoria heliocêntrica proposta por Nicolau Copérnico (1473-1543) foi-se tornando conhecida e aceita por muitos filósofos naturais daquela época. No início do século XVII, a invenção do telescópio permitiu inúmeras descobertas astronômicas que contribuíram para estabelecer uma nova visão do Universo. As conhecidas observações astronômicas de Galileu Galilei (1564-1642) também forneceram importantes dados, como a verificação de que a Via Láctea continha uma enorme quantidade de estrelas, não sendo portanto, uma faixa luminosa contínua conforme se acreditava (Martins, 2006, p. 57-58).

Ainda no século XVII ocorreram desenvolvimentos teóricos e experimentais que contribuíram para mudar a compreensão sobre o Universo. As observações e os registros astronômicos ofereceram inúmeras contribuições à formulação da Lei da Gravitação Universal por Isaac Newton (1642-1727). Esses registros permitiram o estudo do movimento cinemático dos astros, que contribuiu para o desenvolvimento da lei matemática que permitia prever a localização de alguns corpos celestes no decorrer do tempo.

Os estudos de Newton sobre o famoso “fenômeno das cores”, conhecido hoje como a dispersão da luz branca por um prisma, também são tradicionalmente mencionados na história da espectroscopia. Newton observou que a luz branca solar, ao passar por um prisma, projetava em um anteparo a certa distância, uma mancha alongada colorida. Após vários experimentos, elaboração de hipóteses e muitas análises matemáticas, ele propôs que o prisma separava as cores, e a luz branca solar seria, portanto, uma mistura de todas as cores do arco-íris (Silva e Martins, 2003).

Ao contrário do que tradicionalmente se diz, essas idéias não foram aceitas rapidamente pela comunidade científica. Os contemporâneos de Newton acreditavam que a luz branca sofria uma modificação ao passar pelo prisma, e não que ele separava as cores (Silva e Martins, 2003). De qualquer modo, algumas versões populares da história da astronomia costumam relacionar esses experimentos de Newton com a tradição de se estudar a luz proveniente dos objetos celestes, na busca pela compreensão do Universo.

Várias observações dessa natureza contribuíram para o desenvolvimento da astrofísica. Thomas Melvill, um físico escocês, em 1752 analisou com um prisma a luz resultante ao colocar diferentes substâncias sobre uma chama, descobrindo diferentes espectros. Além disso, percebeu a existência de bandas escuras no espectro, sendo que, para algumas substâncias apareciam apenas algumas riscas de luz.

O britânico William Hyde Wollaston (1766-1828), por exemplo, observou em 1802 que, quando a luz solar passava por uma fenda e depois por um prisma, apareciam algumas

linhas escuras no meio do espectro colorido, que ele interpretou como o limite das cores. Wollaston acoplou uma fenda ajustável ao prisma, o que possibilitou usar fendas muito estreitas para obter espectros bastante nítidos. Foi assim que percebeu existirem finas riscas negras no arco-íris de cores da luz do Sol. Tais experimentos contribuíram posteriormente para descoberta dos elementos químicos do Sol.

O fabricante alemão de espelhos e lentes Joseph von Fraunhofer, entre 1814 e 1823, contou 574 linhas escuras no espectro solar, chamadas depois de linhas de Fraunhofer. Ele utilizou as letras maiúsculas de A até G para identificar as linhas mais proeminentes. Ao observar a luz que os planetas refletiam do Sol, percebeu que, apesar de terem um espectro mais tênue, as riscas escuras mais fortes estavam nas mesmas posições. Quando observou a luz proveniente de outras estrelas, percebeu que essas riscas negras mudavam de posição e/ou apareciam outras riscas. Fraunhofer apresentou parte de seus resultados na Academia Bavariana de Ciências em abril de 1817 que os publicou no mesmo ano.

Geralmente, atribui-se a Herschel a invenção de utilizar tais linhas para identificar os diferentes elementos químicos: em 1826, reconheceu que os espectros permitiam a identificação de pequenas quantidades de um elemento em pó colocado sobre uma chama, funcionando como uma verdadeira impressão digital do elemento. Essas linhas hoje conhecidas como espectro de emissão, são obtidas pela passagem de uma corrente elétrica através de um tubo contendo apenas uma substância no estado gasoso.

Entretanto, é comum considerar que os “espectros ópticos” foram descobertos por Gustav Robert Kirchhoff e Robert Wilhelm Bunsen em meados do século XIX. Em uma carta escrita por Bunsen em 1859, ele menciona os estudos dos espectros que estava realizando junto com Kirchhoff:

No momento estou envolvido numa pesquisa com Kirchhoff, que não nos deixa dormir. Ele fez uma belíssima e inesperada descoberta: a causa das linhas escuras do espectro solar. Conseguiu intensificá-las de forma artificial e provocar o seu aparecimento no espectro contínuo de uma chama, identificando a posição dessas linhas com as de Fraunhofer. Assim, abre-se a possibilidade de se determinar a composição material do Sol e das estrelas fixas com o mesmo grau de certeza com que podemos constatar com nossos reagentes a presença de óxido de enxofre e cloro. Por esse método também é possível determinar a composição da matéria terrestre, distinguindo as partes componentes, com a mesma facilidade com que se distingue a matéria contida no Sol. Pude, por exemplo, detectar o lítio em 20 gramas de água do mar. Para registrar a presença de muitas substâncias, esse método deve ser preferido a qualquer um dos até agora conhecidos²⁴

²⁴ Extraído de <http://www.if.uff.br/plasma/espectroscopia.htm>, acessado em 19/2/2008.

Independentemente da diferença entre alguns relatos históricos, pode-se dizer que os trabalhos de Kirchoff e Bunsen trouxeram grandes contribuições ao campo da espectroscopia. O desenvolvimento do bico de gás, por Bunsen foi essencial para a pesquisa que ele fez com Kirchoff na Alemanha. Quando certas substâncias químicas eram aquecidas no bico de Bunsen, apareciam linhas brilhantes características. Em alguns casos elas se localizavam exatamente nos mesmos pontos que as linhas escuras presentes no espectro do Sol obtido por Fraunhofer. Kirchoff mostrou ainda, como a composição química da atmosfera do Sol podia ser determinada a partir das linhas escuras de Fraunhofer. Os dois cientistas perceberam que todo elemento químico, ao ser aquecido, produz um espectro único, que pode ser usado como um tipo de "impressão digital", podendo confirmar a presença daquela substância química. Kirchoff e Bunsen reconheceram que esta poderia ser uma ferramenta poderosa para a determinação da composição química do Sol e das estrelas fixas. Na década de 1860, Kirchoff conseguiu identificar cerca de 16 elementos químicos diferentes entre as centenas de linhas registradas no espectro do Sol. Tais estudos foram importantes para o desenvolvimento da espectroscopia estelar, que é a base da Astrofísica.

O astrônomo francês Jules Janssen (1824-1907), observou na Índia, um eclipse total do Sol, em 18 de agosto de 1868, com um espectroscópio e observou uma nova linha amarela no espectro solar. Esta linha, foi atribuída pelo astrônomo inglês Norman Lockyer (1836-1920) a um novo elemento, ainda não observado na Terra, que ficou conhecido por hélio, do latim *hélios*, que significa Sol. A continuidade de seus estudos do espectro solar mostrou que o Sol era uma mistura de elementos químicos, cuja proveniência ele não conseguia explicar. Sua teoria de 1887, afirmava que a matéria estelar das estrelas mais quentes, azuis ou brancas, seria decomposta nas partículas que constituíam os átomos.

A metodologia utilizada para a descoberta do gás hélio marcou a história da ciência, permitiu inúmeras aplicações industriais e mostrou muitas possibilidades para esse novo campo da física, que se considera inaugurado por Fraunhofer e desenvolvido por Kirchoff e Bunsen.

Os trabalhos de Kirchoff e Bunsen levaram às três leis empíricas da espectroscopia e chegaram ao conhecimento de Huggins, que afirmou que “estas notícias chegaram para mim como uma fonte de água em uma terra seca e sedenta” (HETHERINGTON; McCRAY, p.541). Percebeu que este método podia ser usado para observar as estrelas e, para isto, não só projetou com Miller um espectroscópio para adaptar ao seu telescópio, como também estudou os espectros dos elementos terrestres, para usar em suas observações. Além das estrelas, observou também nebulosas e mostrou que muitas delas eram conjuntos de estrelas, e que

outras eram compostas apenas de gás luminoso. Os trabalhos de William Huggins e Angelo Secchi entre outros cientistas no século XIX levaram a uma primeira classificação das estrelas em três grupos básicos: estrelas azuis e brancas, amarelas ou do tipo solar e estrelas vermelhas.

A fotografia ganhou seu lugar na ciência com J.W. Drapper, em 1840, e seu uso como ferramenta para gravar informações produzidas por telescópios e espectroscópios desenvolveu-se com a contribuição de vários astrônomos amadores, levando a novos avanços, especialmente com o advento da astrofísica no final do século XIX.

O uso de rede de difração em vez de prisma nos espectroscópios permitiu uma melhoria na qualidade dos dados obtidos com este equipamento e avanços na área da astrofísica.

Com a espectroscopia, não só a natureza da matéria encontrada na Terra era comparada com a celeste, como a metodologia de pesquisa da física passou a ser aplicada aos fenômenos celestes, com o uso dos resultados empíricos associados a modelos de explicação dos fenômenos. Atualmente, são estudados usando análise espectral, com o auxílio de instrumentos refinados, radiações de todos os comprimentos de onda emitidas por estrelas e galáxias.

No campo tecnológico a espectroscopia tem aplicações nas áreas da medicina, da física, da ciência de materiais, da química e da biologia: no estudo de sistemas moleculares, em controle de qualidade e análise química de materiais, para identificar compostos ou investigar a composição de uma amostra e mesmo para diagnóstico de doenças nos exames de ressonância magnética.

3.3 O bloco de espectroscopia do curso de dualidade onda-partícula.

O estudo da espectroscopia da luz no curso dualidade onda-partícula tem como finalidade sensibilizar os alunos para uma nova fenomenologia que não é explicada apenas com os conceitos clássicos. A idéia de que existem fontes de luz que emitem espectros de cores em “linhas” bem definidas, introduz um componente que rompe com as possibilidades de interpretação baseadas na continuidade.

Usar o estudo da espectroscopia como porta de entrada no mundo quântico, foi uma opção realizada como alternativa ao caminho didático tradicional: este, em geral, opta por uma apresentação mais dogmática das dificuldades enfrentadas pela teoria eletromagnética clássica (“radiação de corpo negro”) e da solução encontrada na quantização da energia (“efeito

fotoelétrico”). Este bloco percorre o seguinte encaminhamento conceitual: fenomenologia dos espectros de linhas → linhas espectrais como identificador de substância→analizando a composição das estrelas→buscando uma explicação para a emissão de espectros de linha →átomo de Bohr.

Utiliza-se o estudo dos espectros das lâmpadas e dos elementos químicos como opção fenomenológica para a posterior introdução dos níveis de energia associados aos elétrons na matéria. A fenomenologia permite o estabelecimento de um diálogo mais equilibrado entre professor e alunos, que trazem suas concepções e experiências para construção de argumentos e explicações. Isso facilita a relação professor–aluno–saber, além de ser um elemento que aumenta a motivação e o interesse dos alunos.

O bloco de espectroscopia tem como objetivo relacionar a cor da luz emitida, isto é, sua frequência, e o elemento químico emissor. A explicação clássica de emissão contínua por uma carga acelerada não condiz com a observação das linhas espectrais, e gera a necessidade de uma alteração no modelo atômico que os alunos mais conhecem que é o de Rutherford. A possibilidade de explicação através da quantização da energia do elétron, que faz parte do modelo atômico de Bohr, introduz o aluno num novo horizonte em que a continuidade aparente do mundo cotidiano é substituída por valores quantizados. Este bloco é, assim, de fundamental importância para a transição das explicações de clássicas para quânticas, tornando-se de certo modo um ponto de inflexão do curso.

As filmagens realizadas em sala de aula mostraram o envolvimento dos alunos com as atividades e despertaram o interesse em investigar com mais profundidade a estrutura do bloco de espectroscopia. Essas atividades, que não acompanham o desenvolvimento histórico, que são de certo modo híbridas (apresentam aspectos clássicos e modernos) e cuja construção envolveu uma grande dose de intuição pedagógica, tornaram-se foco desta dissertação.

CAPÍTULO 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 Perfil Qualitativo da Pesquisa.

A tradição vigente nas pesquisas educacionais tem sido, desde a década de 80, fundamentar-se em abordagens qualitativas. Isto pode fazer crer que uma pesquisa sobre a implementação de situações didáticas em ambiente escolar deve optar pelo mesmo caminho.

Em seu livro, Lüdke e André (1986) configuram a pesquisa qualitativa por:

1. ter o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
2. os dados obtidos são predominantemente descritivos;
3. a preocupação com o processo é muito maior que com o produto;
4. a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo;
5. os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos;
6. as abstrações formam-se ou consolidam-se basicamente a partir de inspeção dos dados num processo de baixo para cima (p.11 -13).

Esses tópicos estabelecem uma perspectiva para a pesquisa qualitativa, mas há que se considerar algumas diferenças no tocante a estas premissas já que “a pesquisa direcionada ao entendimento dos processos de ensino e de aprendizagem em ciências [...] diferem em alguns pontos da pesquisa etnográfica” (CARVALHO, 2006, p. 25). Vamos examinar as características propostas por Ludke e André à luz da discussão feita por Carvalho (2006) em relação à pesquisa desta dissertação.

Constata-se que os dados utilizados constituem-se, basicamente, dos roteiros criados para as seqüências didáticas, das filmagens feitas em sala de aula de escolas públicas e das suas transcrições. Duas das seqüências filmadas correspondem às aulas do bloco de espectroscopia ministradas em 2006, por um professor da equipe de pesquisa em duas classes diferentes. A terceira, filmada em 2007, foi aplicada por uma professora que tomou conhecimento do material e se dispôs a levar para a sala de aula os blocos sete, oito e nove. Essa professora havia já aplicado outra seqüência didática, que envolvia o episódio histórico da existência do éter luminífero e da natureza da luz para discutir a natureza da ciência. Deste modo, a sala de aula foi usada como o nosso ambiente natural para fonte de dados.

Os dados de pesquisa são descritivos à medida que se compõem de observações e transcrições das aulas filmadas e gravadas. Para Carvalho (2006), no entanto, o principal instrumento da pesquisa não é o pesquisador,

apesar de ele ter um papel fundamental: comandará a câmera de vídeo e escolherá o que observar; é a câmera de vídeo o instrumento principal, pois é por meio dela que colheremos as imagens que posteriormente serão analisadas (p.25).

Através da observação e análise do material gravado, pretende-se perceber como as situações se desenvolvem em sala de aula, o tipo de contrato didático que as caracteriza e as alterações de contrato que o professor faz, conforme o andamento da aula, as respostas dos estudantes, o tempo didático e outros fatores que influenciam na dinâmica da aula. Embora acredite-se que o processo é de fundamental importância, o produto das aulas também deve ser focado, pois está claro que somente existe ensino se existir aprendizagem. Esse resultado será verificado nas respostas dos alunos e na sua participação nas aulas.

Outro aspecto importante da metodologia, diz respeito ao processo de análise indutivo presente nas pesquisas. Carvalho (2006) de certa forma se opõe a essa premissa, indicando que o pesquisador deve ter formulado hipóteses sobre os eventos que pretende investigar. Nossa hipótese repousa na idéia de que a Teoria das Situações e a tipologia de contratos didáticos permitem verificar a efetividade das situações referentes à seqüência didática analisada. Esta teoria, associada aos demais teóricos que embasam este trabalho “definem o que queremos ou podemos observar” (GONÇALVES, 1997apud CARVALHO, 2006, p.26).

Finalmente, as abstrações necessárias para este trabalho formaram-se “*numa interação* entre os referenciais teóricos e os dados obtidos” (CARVALHO, 2006, p. 27, grifo do autor) e não a partir da inspeção dos dados. As categorias que serão usadas²⁵ no capítulo 5 são as desenvolvidas por Brousseau na Teoria das Situações e no estudo dos contratos didáticos, adaptadas ao ensino de física.

A pesquisa em foco pode também ser enquadrada como estudo de caso. A singularidade do objeto desta pesquisa reside exatamente no fato de analisar uma seqüência didática específica, associada a um curso inovador, aplicado em escolas públicas que, de algum modo, aceitaram os riscos de um curso como esse.²⁶ O que interessa justamente é a inovação presente na proposta da seqüência didática, que a diferencia das demais seqüências que poderiam ser investigadas. Em Lüdke & André (1986), o estudo de caso é descrito como:

²⁵ Seção 4.3,p.64

²⁶ Na seção 4.2,p.61, está detalhado o contexto da pesquisa.

[...] o estudo de um caso, seja ele simples ou específico [...] O caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo. O caso pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto, pois tem um interesse próprio, singular [...] O interesse, portanto, incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações. Quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo devemos escolher o estudo de caso (p. 17).

4.2 O contexto da pesquisa:

O grupo do projeto de inovação curricular que desenvolveu as atividades e ministra os cursos de dualidade onda - partícula e de física das partículas elementares é coordenado pelo Prof. Dr. Mauricio Pietrocola. É formado por seis professores de ensino médio que, desde 2002, se reúnem semanalmente no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Universidade de S. Paulo²⁷ para planejar as seqüências didáticas, trocar experiências, elaborar material didático. Além dos professores, estudantes de pós-graduação e de iniciação científica participam do grupo através da criação e discussão de atividades e acompanhamento dos professores em filmagens das aulas dadas com fins de pesquisa.

Os professores de ensino médio (do qual participou a pesquisadora até 2006) trabalham em escolas públicas do Estado de São Paulo e, como pesquisadores bolsistas da Fapesp, têm compromisso com o ensino de física. Buscam através do estudo e da discussão, aprimorar sua formação não só profissional, mas também nos conteúdos desta disciplina.

As filmagens foram feitas em duas classes de um desses professores, e em uma classe de uma professora que se dispôs a aplicar os blocos: “luz, cor e visão”, “espectroscopia” e “modelo de Bohr” para finalizar o ano letivo. Ambos trabalhavam na terceira série do ensino médio.

4.2.1 O contexto das escolas e as classes filmadas.

- **E. E. João Evangelista Costa**

Diretoria de ensino Sul – 1,

Av. Cupecê, 2672 - Cid. Ademar - São Paulo – SP.

A Escola João Evangelista Costa tem: 16 salas de aula, uma sala de informática, uma sala de vídeo, uma quadra oficial coberta e uma menor adaptada e descoberta, um laboratório de ciências e uma biblioteca. O laboratório, a sala de vídeo e a biblioteca estão fora do prédio

²⁷ Lapef: <<http://www.lapef.fe.usp.br/>>; Nupic: núcleo de pesquisa e inovação curricular: <www.nupic.incubadora.fapesp.br>

em que ficam as salas de aula, no prédio 2. Esse prédio é chamado pelos que participam do ambiente escolar de “sítio”, devido às áreas não pavimentadas atrás das salas.

A sala de informática tem 10 computadores ligados em rede, 20 cadeiras para os alunos trabalharem junto às máquinas e dez cadeiras em torno de duas mesas, para atividade complementar, caso o professor leve 30 alunos a esta sala. Os computadores possuem conexão banda larga de acesso à internet.

A sala de vídeo tem: 45 cadeiras, uma TV de 29 polegadas, duas caixas de som, um amplificador, um videocassete e um aparelho de reprodução de DVD.

O laboratório de ciências com área equivalente à de uma e meia salas de aula, tem duas bancadas com tomadas ao longo do comprimento da sala, e cinquenta banquetas para os alunos se sentarem. Há outra bancada com altura menor ao longo de toda a parede lateral, onde se situam duas pias e abaixo da qual ficam armários. Acima desta bancada ficam as janelas, cobertas por cortinas *blackout*, fornecidas pelo projeto FAPESP²⁸. O laboratório conta ainda com um quadro negro e um rack com computador e TV 29 polegadas, também pertencentes ao projeto Fapesp, que estão sob a responsabilidade do professor de física.

A escola funciona em três turnos, sendo que os da manhã e noite correspondem ao ensino médio e o da tarde corresponde ao fundamental II. A escola tem característica de escola de passagem. A frequência no turno noturno, às sextas-feiras, nesta escola, é reduzida. Um dos fatores da baixa frequência é a impossibilidade de entrar após o início da segunda aula, associado ao trânsito, pois a escola fica num corredor de tráfego que leva à Rodovia dos Imigrantes. O fato das faltas serem computadas pelo total de aulas e não por componente curricular, faz com que o aluno não se preocupe em faltar às sextas-feiras, se tiver boa frequência nos demais dias da semana.

Uma das classes, que será chamada turma A, foi filmada pela pesquisadora, usando uma câmera e dois gravadores de áudio. As aulas eram realizadas às terças-feiras, das 19h às 20h40min (turno noturno), com 45 alunos matriculados e frequência média de 30 alunos. As filmagens que aconteceram em novembro de 2006, foram precedidas de duas semanas sem aula, devido a feriados e outras atividades escolares.

A outra classe, que será chamada de turma de B, foi filmada por outro professor do grupo e por um aluno da iniciação científica, também com vista à tomada de dados para pesquisa. Com aulas às sextas-feiras, das 21h às 22h40min (turno noturno), tinha 45 alunos matriculados e frequência média de 30 alunos. Foram usadas três câmeras, sendo uma fixa e

²⁸ Processo FAPESP n°. 03/00146-3

as outras duas com os encarregados da filmagem. As filmagens também aconteceram em novembro do mesmo ano.

▪ **E. E. Prof. Dr. Laerte Ramos**

Diretoria de ensino Sul- 3

Rua Aníbal dos Anjos Carvalho, Bairro Cidade Dutra - São Paulo, SP

A escola possui: 19 salas de aula sendo dezoito de uso normal e uma cedida para o centro de línguas, duas salas de vídeo, uma sala de informática, uma quadra coberta e uma biblioteca.

A quadra não consegue atender todas as turmas no horário da educação física, o que gera bastante barulho nas salas de aula. As salas de vídeo têm TV 29 polegadas, videocassete, DVD e 45 cadeiras para os alunos. A biblioteca, com cerca de 500 livros, tem uma professora readaptada que atende ao público. A sala de informática tem dez computadores novos, com banda larga e em rede, e para seu uso o professor precisa apresentar um projeto à direção.

A escola funciona em três turnos, sendo no período da manhã somente ensino médio, no período da tarde, ensino fundamental II e no período noturno ensino médio e educação de jovens e adultos (EJA). Tem cerca de 2000 alunos, sendo 810 no período da manhã. Oitenta por cento dos professores da escola são efetivos.

A escola usa distribuição das aulas em módulos para todas as disciplinas. Cada módulo contém o total bimestral de aulas da disciplina, que são ministradas em dias subsequentes. Este total varia de acordo com a grade aprovada pela diretoria de ensino. As disciplinas como física, que têm 30 aulas bimestrais, são organizadas em 10 dias seguidos de aulas simples, um intervalo de duas semanas e 10 dias seguidos de aulas duplas.

A turma filmada, que será chamada de turma C, da 3ª série do turno da manhã, tinha 30 aulas de física no último bimestre de 2007. Foram utilizadas 6 aulas para o bloco seis, luz, cor e visão, e 12 para o bloco sete, espectroscopia, das quais dez foram filmadas e as duas últimas a professora utilizou para o fechamento do bimestre. As filmagens aconteceram em novembro, com duas interrupções: uma devida aos feriados e suas extensões entre os dias 15 e 20, e outra, em 22 de novembro por ser a final do campeonato interno de futebol.

Essa turma, segundo a professora, era considerada uma das melhores da escola por todos os docentes. Interessados nas aulas, os alunos desenvolviam bem os trabalhos propostos, adoravam fazer seminários e teatros. Participavam de todas as atividades da escola, tendo sempre um bom desempenho. No bimestre anterior, participaram de um curso piloto que usou o episódio do éter luminífero e a natureza da luz para a discussão da natureza da

ciência, que os deixou bastante motivados. Com 45 alunos matriculados, duas alunas afastadas por licença maternidade e 4 alunos transferidos, tinha 39 alunos freqüentes. Foi usada uma filmadora e dois gravadores que apresentaram problemas e cujas gravações tiveram que ser descartadas.

4.2.2 Os professores.

O professor da E. E. João Evangelista da Costa participou do grupo de ensino de Termodinâmica entre 2000 e 2002 e do grupo de inovação curricular desde seu início, em 2003. Tem aplicado o curso de dualidade onda-partícula desde então, sendo esta a sua quarta aplicação. Nos anos de 2005 e 2006, participou da implantação do curso de física de partículas elementares (SIQUEIRA, 2006). É bastante experiente em metodologias inovadoras e tem um conhecimento amplo do conteúdo, por ter participado desde o início da elaboração do projeto.

A professora da E. E. Laerte Ramos participou do projeto do laboratório didático virtual (Labvirt), da Escola do Futuro da USP e concluiu seu mestrado pelo interunidades do Instituto de Física da USP em 2007. Participou do curso de formação continuada promovido pela CENP (coordenadoria de estudos e normas pedagógicas) da Secretaria da Educação do Estado de S. Paulo em 2005, modalidade física de partículas elementares. Teve contato com o material dos blocos do curso de dualidade que iria aplicar em sala de aula, em duas reuniões semanais com a pesquisadora antes do início da aplicação do bloco “luz, cor e visão”, e uma antes do início do bloco “espectroscopia”.

4.3 Categorias de análise.

A análise das aulas utilizará categorias adaptadas das situações didáticas e a-didáticas²⁹ e dos tipos de contratos³⁰ desenvolvidos por Brousseau. Através de uma observação cuidadosa do tipo de situação e das seqüências de contratos estabelecidos na sala de aula, pretende-se verificar se a atividade atingiu os alunos, ou seja, se eles aceitaram a devolutiva³¹ do problema, o que daria indicações sobre sua efetividade no ensino.

²⁹ Seção 2.4, p.37.

³⁰ Seção 2.5.2, p.48.

³¹ através da atitude do aluno com respeito à proposta do professor.

Inicialmente, serão analisadas as atividades que compõem a seqüência proposta contida no material escrito, ou seja, o saber a ensinar que ambos os professores conheciam e tinham em mãos. A seguir, será analisada a seqüência de atividades realmente desenvolvidas em sala de aula pelos dois professores. Para isto, serão selecionados trechos das aulas filmadas, associados às observações feitas pela pesquisadora enquanto filmava, ou enquanto assistia às demais gravações.

Para essa análise, serão caracterizadas:

I. o tipo de situação proposta pelo professor.

As categorias abaixo foram definidas de duas formas: primeiro, procurando caracterizar cada uma delas através de um ou mais indicativos claros; segundo, exemplificando o tipo de situação através de atividades mais conhecidas, mais próximas do domínio comum da área de ensino de física. Ou seja, situações de física clássica que também foram abordadas nos cursos, mas de domínio comum, como situações de eletrostática, ondulatória, etc.

a. didática: uma situação será chamada didática quando o professor propõe uma tarefa e os alunos a realizam apenas se o professor insiste, ou diz que vai servir como avaliação. Ou quando o professor dá uma aula expositiva com baixa participação dos alunos e poucas questões são dirigidas a eles ou feitas por eles. Um indicativo dessa situação pode ser também os alunos copiarem a resposta da atividade só para entregar, devido a algum tipo de pressão do professor, ou não se interessarem em executar o que foi proposto. Por exemplo: o professor dá uma lista de exercícios, seja para entregar ou não, ou dá um roteiro de atividade experimental para ser executado. Numa situação didática percebe-se o que os alunos não tomam iniciativa no trabalho: aguardam não só a explicação do professor, mas sua “pressão” para que o executem. Isto aconteceu, por exemplo, na aplicação do curso de dualidade, em 2004, na E. E. Oswaldo Aranha, S. Paulo, SP. A professora propôs a leitura de um texto original de Faraday sobre a indução eletromagnética e posterior resposta a questões sobre o texto. O tema era o campo eletromagnético e indução eletromagnética. Observou-se que a maioria dos alunos não leu o texto. Tentaram responder às questões somente para entregar. A situação permaneceu didática. Em 2005, a professora mudou a situação e preferiu fazer a leitura compartilhada, cada aluno lendo um trecho. Neste caso, muitos alunos não acompanharam a leitura e não fizeram perguntas quando não compreenderam. Quando a professora fazia perguntas para verificar se estavam entendendo, os alunos se abstinham de responder, e a situação também foi didática.

b. a-didática de ação: uma situação será chamada de ação se for observado que o professor dá uma instrução, espera que os alunos trabalhem por conta própria, e isso efetivamente acontece. Ou, se o aluno ou grupo de alunos já usa o material e busca “descobrir” como funciona, para que serve, “brinca” de forma a conhecê-lo, mesmo sem o professor explicitar a tarefa. Ou ainda, se o aluno usa o material fornecido para responder a uma questão, mesmo que o professor não tenha solicitado. Nesta situação o aluno não precisa exprimir seu conhecimento, nem sua escolha.

Por exemplo: no curso de dualidade, numa situação em que se estudam as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, foi usada uma atividade comum em que o professor fornece ao aluno diferentes substâncias e um ímã, e solicita que o aluno selecione as que interagem com o ímã. A instrução é vaga e não exige nenhum preparo prévio e os alunos agem sobre o meio, numa situação de ação. Nesta atividade aplicada em 2004 na escola citada acima, observou-se que os alunos começaram testando o ímã com os metais, o que correspondia ao seu conhecimento espontâneo. A maioria “testou” os materiais antes de a professora encaminhar a atividade, ou usou materiais disponíveis na classe que não faziam parte da lista sugerida pela professora.

c. a-didática de formulação: este tipo de situação é observada quando for solicitado ao aluno que escreva, fale ou desenhe, mostrando suas idéias, explicitando suas hipóteses e argumentos. Na situação de formulação, os alunos explicitam os procedimentos e as soluções, sem justificar sua validade.

Como exemplo podemos citar outra atividade referente às propriedades elétricas e magnéticas, aplicada na mesma escola citada no exemplo anterior em 2004, em que a professora eletrizou um canudo de refresco. A situação aconteceu quando um aluno explicou para outro como deveria eletrizar o canudo de refresco para que conseguisse “grudá-lo” na parede. Ele descreveu um procedimento, sem justificá-lo, com a finalidade de que o colega conseguisse atingir aquele objetivo. Ou ainda, na atividade sobre uso de modelos na física, na escola citada, em 2005: a professora solicitou aos alunos que desenhassem o modelo do mecanismo que deveria estar dentro da caixa preta e num primeiro momento, eles só formularam suas hipóteses através do desenho.

d. a-didática de validação: será classificada como validação a situação em que o professor ou um colega pede ao aluno que justifique sua hipótese ou a resposta dada, ou quando o aluno busca, no diálogo com o professor ou com colegas, saber se o que fez, disse ou pensou está correto.

Por exemplo: na continuidade da atividade citada no item anterior sobre uso de modelos, na mesma escola, depois de cada aluno fazer seu desenho ou sua hipótese do mecanismo que estaria dentro da caixa preta, a professora selecionou os mais significativos e mostrou para a classe. Perguntou se o mecanismo proposto poderia ou não ser responsável pelo movimento observado. O aluno teve que justificar sua proposta e os colegas questionaram a efetividade do mecanismo em produzir o movimento observado. Outro exemplo aplicado em 2004, aconteceu na atividade de questões a respeito de um texto. Após o estudo do texto em que se discutia a existência dos campos elétrico, magnético e gravitacional, a dependência com o quadrado da distância, e outras propriedades gerais dos campos, havia a seguinte questão:

“Um astronauta chega a um planeta desconhecido, chamado X. O que ele deve fazer para verificar se esse planeta tem campo magnético? E gravitacional? Justifique.”

A resposta exige que o aluno descreva um procedimento (formule) e depois que ele justifique o porquê deste procedimento ser adequado. Isto gerou uma discussão interessante entre os alunos de cada grupo e com toda a classe sobre a validade do procedimento experimental e seus limites.

e. de institucionalização: esta situação acontece quando o professor, partindo dos conhecimentos explicitados durante a(s) aula(s), organiza as conclusões que ficaram dispersas, inclui este saber no saber oficial, ou verifica se os alunos conseguem se expressar de acordo com o saber a ensinar. É uma aula expositiva ou de exposição dialogada que remete ao que foi anteriormente discutido ou feito em sala de aula.

Um exemplo desta situação aconteceu durante o estudo de ondas e fenômenos ondulatórios. Os alunos discutiram a existência de ondas eletromagnéticas e a gaiola de Faraday. Depois “descobriram” o que é frequência e comprimento de onda em uma atividade usando o computador, e pesquisando em livros as características de uma onda. A professora, então, com uma mola slinky retomou as idéias de comprimento de onda e frequência dos alunos e as definiu de acordo com o saber que está nos livros didáticos.

II. O tipo e a alternância de contratos usados.

Além de verificar a seqüência de situações que o professor efetivamente desenvolve em sala de aula, serão analisados quais contratos foram estabelecidos no decorrer destas situações. Procurar-se-á observar a existência de modulações que facilitaram ou que tenham

permitido a devolução do problema ao aluno, ou seja, a aceitação pelo aluno de sua responsabilidade no aprendizado.

Serão usados os tipos de contrato resumidos no quadro da página 46 e representados por meio de diagramas, em busca da “modulação” dos contratos que representem o “ritmo” da aula.

CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.

De acordo com o que consta do capítulo 4, metodologia, no item 5.1 será analisada a forma como está estruturada a proposta de trabalho que os professores tinham em mãos para planejar suas aulas. No item 5.2 serão apresentadas as alterações que os professores fizeram na seqüência didática ao levar este saber a ensinar para a sala de aula. No ítem 5.3 serão analisadas as aulas “observando lâmpadas” e no item 5.4, as aulas “astrônomo mirim”.

5.1 O saber a ensinar.

O quadro sintético de cada bloco do curso conforme a proposta desenvolvida na dissertação de Brockington (2005) encontra-se no anexo A (p.152). Ambos os professores cujas aulas foram gravadas para este trabalho conheciam esse quadro, conforme relatado no item 4.2.2, além de conhecer a proposta de trabalho.

O bloco de espectroscopia está organizado prevendo aulas de 50 minutos. O que no quadro sintético é chamado de **momento**, na realidade corresponde às situações didáticas a serem propostas. O tempo é estimado, e está no quadro mais como um guia, já que na realidade é um fator de difícil controle, especialmente devido às interferências externas na aula.

Além dessa informação, os professores conheciam a proposta de trabalho, ou seja como se esperava que a aula se desenvolvesse. Esta proposta é resultado das discussões do grupo de professores e procura especificar não só os objetivos de cada atividade, mas também propor questões, metodologia e alternativas para os diferentes conteúdos. O professor das turmas A e B participou ativamente na elaboração da proposta, enquanto a professora da turma C tomou conhecimento dela um mês e meio antes do início das filmagens.

5.1.1 Quadro sintético e proposta de trabalho para o bloco de espectroscopia.

Nesta pesquisa foi escolhido o bloco de espectropia cujo quadro sintético e proposta de trabalho sugerida pelo grupo de professores do projeto de inovação curricular³² estão apresentados a seguir.

³² Processo FAPESP nº. 03/00146-3

Quadro sintético do bloco de espectroscopia:

ATIVIDADE	MOMENTOS³³	TEMPO
1 - Construindo um espectroscópio.	Proposição do problema.	1 aula
	Construção do espectroscópio.	
	Observação da luz solar e das lâmpadas do ambiente.	
2 - Observando lâmpadas e percebendo diferenças entre os espectros.	Observação de espectros de uma série de lâmpadas.	1 aula
	Diferenciação entre o espectro contínuo e discreto.	
	Preenchimento de relatório de observação.	
	Orientação sobre observações de campo.	
	Discussão das observações.	1 aula
3 - Entendendo o funcionamento básico de um espectroscópio e das lâmpadas.	Discussão sobre o funcionamento do espectroscópio.	1 aula
	Discussão sobre o funcionamento das diferentes lâmpadas e explicação sobre seus espectros.	
4 – Avaliação.	Resolução das questões propostas.	2 aulas
	Discussão das questões propostas.	
5 - Espectros de Absorção e Emissão dos elementos.	Observação dos espectros na sala de informática.	2 aulas
	Compreensão do espectro de emissão e absorção. (Internet)	
6 - Astrônomo Mirim.	Distribuição dos espectros das estrelas e elementos.	2 aulas
	Identificação de elementos presentes em estrelas fictícias, através da comparação do espectro das estrelas com o de vários elementos químicos.	
TOTAL DE AULAS		10 aulas

Proposta de trabalho - descrição das atividades

Atividade 1 – Construindo um espectroscópio

Objetivo: Construir um espectroscópio simples para a visualização de espectros.

Conteúdo Físico: Montagem, descrição e funcionamento do espectroscópio.

³³ O que foi chamado de momento se aproxima do conceito de situação.

Recursos de Ensino: Roteiro para Construção de um Espectroscópio Simples e os materiais listados (Anexo C.1), Roteiro de Observação com o Espectroscópio Simples (Anexo C.2), luz solar, lâmpadas da classe acesas.

Dinâmica da Atividade:

- Proposição do problema pelo professor: "depois do que vimos nas aulas anteriores, notamos que diferentes lâmpadas emitem luz branca, mas que o 'branco' não é igual entre elas, nem igual à luz do sol. Por quê?" É interessante que os alunos percebam que as diferenças na cor branca estão relacionadas aos espectros (ou às cores emitidas pela fonte). Se a percepção não for espontânea o professor deverá orientar os alunos na observação desse ponto.
- Construção pelos alunos de um aparelhinho simples que permite a visualização das cores que compõem o espectro das diferentes lâmpadas. Distribuição dos roteiros e do material. (Parte desta aula pode ser suprimida, se o professor levar os espectroscópios prontos).
- Juntamente com o professor, os alunos devem conferir se o espectroscópio que construíram está funcionando. Para isso podem direcionar o aparelho para a luz ambiente ou para reflexos do Sol (apontar para a janela num dia claro em geral é suficiente).
- O professor explica aos alunos como visualizar o espectro e como ter certeza de que o espectro visualizado pertence à fonte escolhida. Ver Roteiro para Construção de um Espectroscópio Simples (Anexo C.1).
- O professor orienta os alunos a observarem diferentes lâmpadas no bairro e em casa. Se desejar, o professor pode fornecer o Roteiro de Observação com o Espectroscópio Simples (Anexo C.2) nesta aula para que os alunos realizem a pesquisa de campo.

Atividade 2 – Observando lâmpadas e percebendo diferenças entre os espectros

Objetivo: Observar várias fontes luminosas e diferenciar o espectro contínuo do discreto. Discutir a observação das lâmpadas e anotações sobre a pesquisa de campo.

Conteúdo Físico: Difração e interferência da luz, linhas espectrais.

Recursos de Ensino: Roteiro de Observação com o Espectroscópio Simples (anexo C.2) e os materiais listados, giz e lousa.

Dinâmica da Atividade:

- O professor fornece o roteiro de observação, se ainda não o fez, e instrui os alunos sobre o seu preenchimento. Em seguida, os alunos devem observar os espectros de uma série de lâmpadas. Deve ser acesa apenas uma lâmpada por vez, e durante a observação, é importante que o professor oriente os alunos a perceber as cores de cada espectro. Também é importante que o tempo para o registro pelos alunos seja adequado.
- O professor também deve orientar os alunos a distinguirem os espectros contínuos dos discretos.
- A ficha de observação deve ser preenchida pelos alunos, inclusive com uma pesquisa de campo (em casa, na rua, etc.), se ainda não tiver sido feita.

Observação: Normalmente os momentos descritos acima preenchem uma aula. Nesse caso, os momentos abaixo acontecem na aula seguinte.

Caso a aula anterior não tenha sido finalizada, realizar com os alunos as observações restantes.

Analisar com os alunos o preenchimento da tabela no roteiro, procurando perceber e estabelecer coincidências nas observações: as lâmpadas de gás (fluorescente, mercúrio, luz negra, etc.) emitem espectro discreto e as lâmpadas por aquecimento (incandescente, dicrónica, etc.) emitem espectro contínuo.

Atividade 3 – Entendendo o funcionamento básico de um espectroscópio e das lâmpadas

Objetivo: Esclarecer sobre o funcionamento das diferentes lâmpadas e do espectroscópio. Organizar as idéias que foram discutidas durante as observações.

Conteúdo Físico: Interferência da luz, emissão das lâmpadas de gás e emissão por aquecimento.

Recursos Instrucionais: Texto de apoio Espectroscópio (Anexo C.3), giz, lousa.

Dinâmica da Aula:

- Comentando como foi construído o espectroscópio, retomar, de forma dialogada, o que acontece com a luz ao atravessar a rede de difração do CD, a interferência. Retomar o porquê do interior do espectroscópio ser preto (evitar reflexões indesejadas), o registro e a interpretação a dos espectros.
- Em seguida, o professor deve explicar como a lâmpada incandescente e as lâmpadas de gás emitem luz, para que percebam que num caso a emissão vem de um sólido aquecido e de outro de um gás excitado eletricamente. Espera-se que os alunos consigam associar que as lâmpadas de gás emitem espectros discretos e as de emissão por aquecimento de sólido emitem espectros contínuos.

Atividade 4 – Avaliação

Objetivo: Verificar a compreensão dos fenômenos físicos presentes no funcionamento do espectroscópio e das lâmpadas, e a distinção entre os espectros contínuos e discretos.

Conteúdo Físico: Interferência da luz, espectro contínuo e discreto, lâmpadas incandescentes e de gás.

Recursos Instrucionais: Questões referentes à espectroscopia (Anexo C.4).

Dinâmica da Aula:

- O professor propõe a resolução das questões que estão após o texto, em grupos de até 4 alunos;
- Discussão das respostas às questões.

Atividade 5 – Espectros de absorção e emissão dos elementos

Objetivos: Observar as linhas espectrais de alguns elementos e compreender os espectros de emissão e absorção

Conteúdo Físico: Espectros atômicos (absorção e emissão), espectroscopia das estrelas.

Recursos Instrucionais: Sala de Informática e Roteiro para Atividade sobre Linhas Espectrais na Sala de Informática (Anexo C.5).

Dinâmica da Aula:

- Comentar com os alunos que as diferentes substâncias emitem diferentes espectros quando ganham energia na forma de aquecimento, (fogos de artifício) ou quando percorridos por corrente elétrica, como nas lâmpadas. Associar os espectros com o RG.
- Levar a turma à sala de informática para que os alunos observem no site da UFRGS os espectros dos elementos químicos lá apresentados, diferenciem os espectros de emissão e absorção, e respondam às questões do roteiro.

Atividade 6 – Astrônomo mirim

Objetivos: Compreender a identificação de elementos químicos através dos espectros

Conteúdo Físico: Espectros atômicos e espectroscopia das estrelas

Recursos Instrucionais: Roteiro da Atividade “Astrônomo Mirim” e materiais listados (Anexo C.6).

Dinâmica da Aula:

- Retomar a idéia de que o espectro é o "RG" do átomo e a idéia de que os astrônomos identificam os elementos químicos presentes na estrela à distância.
- Os alunos comparam os espectros e anotam os resultados.

5.1.2 Análise da proposta (saber a ensinar).

A atividade 1 inicia-se com uma questão e a proposta de construção do espectroscópio para tentar respondê-la adequadamente. O professor pode tentar fazer a devolutiva do problema “por que as lâmpadas não emitem todas a mesma luz branca?”, procurando que os alunos se interessem pela resposta. Neste caso, a situação pode ser **a-didática de ação**, se houver busca da resolução pelo aluno, e não se apenas o professor sugerir a construção do espectroscópio. Se o professor propõe a execução de uma tarefa (construir um espectroscópio) pode-se considerar que esta é uma **situação didática**: o aluno não sabe como o espectroscópio vai ajudá-lo a responder à questão e normalmente espera-se que ele o construa, porque os

alunos gostam quando há atividade manual envolvida, ou quando eles têm um “produto” manuseável do trabalho.

A situação em que é solicitado ao aluno que observe espectros de diferentes lâmpadas em classe e em casa, corresponde à atividade 2. Pretende que os alunos percebam a diferença entre os espectros, apenas pela sua observação. Pode-se considerar como uma situação **didática de ação**, pois os alunos vão manipular o espectroscópio, anotar o que vêem sem ter que explicar, fazer hipóteses ou argumentar.

A atividade 3 pode ser considerada como proposta de uma **situação didática**, aula expositiva, pois o professor procura retomar conteúdos já vistos, e explicar o funcionamento das lâmpadas a gás e das lâmpadas incandescentes. Poderá ser uma **situação de validação**, se o professor conseguir levar os alunos a validarem sua classificação dos espectros e a associação espectro discretos – lâmpada de gás, espectro contínuo – lâmpada de filamento.

A atividade 4 pode corresponder a uma **situação de institucionalização** se tudo o que foi pensado ou discutido for incluído no saber oficial (texto a ser lido). As questões visam avaliar se os alunos realmente apreenderam o que foi proposto. Pode também ser uma **situação didática**, se o professor mandar os alunos lerem e responderem às questões para avaliação.

A atividade 5 corresponde a uma **situação didática** em que novos conceitos são apresentados aos alunos, na forma de um texto e de um objeto de aprendizagem.

A atividade 6, astrônomo mirim, é uma aplicação do que foi discutido em classe, e corresponde a uma **situação de validação**: os conhecimentos discutidos e lidos, agora são usados para resolver um problema: de que elemento compõe cada estrelas apresentada.

Nota-se que, mesmo que a intenção do saber a ensinar seja de um ensino por construção, com a apresentação de situações que levem o aluno a agir, refletir, buscar explicações, todas as atividades propostas podem tornar-se situações didáticas, se o professor não se preocupar em fazer a devolutiva da situação, ou se o aluno não aceitar a devolutiva e executar as tarefas apenas para cumprir o que foi solicitado. Nesse sentido pode-se considerar a análise acima como levantamento das ações possíveis ao professor, oferecidas pela proposta.

5.2 As alterações efetuadas pelos professores.

Como sugere a transposição didática, o professor, ao adaptar o saber a ensinar, trabalha na transposição interna, tornando-o um saber ensinado.

Com essa perspectiva, ambos os professores observados alteraram a seqüência didática proposta. O professor, na turma A, apresentou o bloco de espectroscopia em 3 aulas duplas, ou seja, 270 minutos (turno noturno) ao invés de 500 minutos. A primeira aula dupla, compreendeu as atividades 1 e 2, pois pediu antecipadamente aos alunos que construíssem o espectroscópio em casa e fizessem a pesquisa de campo. A quem não o fez, o professor emprestou espectroscópios. O tempo de aula foi usado para a observação dos espectros das diferentes lâmpadas. As atividades 3, 4 e 5 foram transformadas em uma única aula dupla de 90 minutos, em que, usando duas apresentações em *power point*³⁴, abordou o funcionamento das lâmpadas, os espectros de emissão e absorção além de propor a atividade do astrônomo mirim. A aula seguinte foi usada para sistematizar os conceitos, entregar o texto sobre o modelo atômico de Bohr e apresentar esse modelo como explicação para os espectros discretos e para a coincidência das linhas entre os espectros de emissão e absorção. Estas aulas ocorreram em novembro e após esta seqüência, o professor teria apenas mais uma aula dupla para fechar as avaliações e conceitos do bimestre e encerrar o ano letivo.

Na turma B, esse professor usou quatro aulas duplas totalizando 360 minutos. Na aula inicial explicou: o funcionamento do espectroscópio, como construí-lo, como fazer a pesquisa de campo, e a diferença entre os espectros contínuo e discreto, apresentando o exemplo do arco-íris. Esta aula dupla corresponderia, na proposta, à atividade 1 e parte da atividade 3. Na semana seguinte, sintetizou as atividades 2 e mais uma parte do que estava previsto para a atividade 3 em outra aula dupla: verificou quem tinha construído o espectroscópio, recolheu as pesquisas de campo, apresentou as lâmpadas para observação e classificação dos espectros em sala de aula. No final da aula apresentou slides sobre as lâmpadas, associando o espectro dos elementos químicos ao “RG”. Na última aula dupla gravada, retomou a idéia de espectro e “RG”, e propôs a atividade do astrônomo mirim. No final da aula, usou o modelo atômico de Bohr para explicar as linhas dos espectros discretos, unindo assim parte da atividade 5, a atividade 6 e a primeira aula do bloco modelo de Bohr. Dedicou a aula da semana seguinte ao encerramento do ano letivo.

A professora filmada em 2007, por trabalhar com o sistema de módulos, teve um total de 5 aulas duplas (de 100 minutos cada, no período da manhã), para o desenvolvimento do bloco. Ela se ateu mais à proposta e fez pequenas alterações. Na atividade 2, a observação de campo foi apenas sugerida, sem enfatizar sua importância, nem cobrar sua execução: mesmo

³⁴ Anexo C.8,p.177

os alunos tendo levado o espectroscópio para casa, não houve interesse em saber se alguém tinha feito a observação fora da sala de aula.

Como a sala de informática estava sendo usada para recuperação da turma da tarde, a atividade 5 foi transformada³⁵ em uma leitura de texto acompanhada das imagens impressas dos espectros de emissão e absorção. Deste modo, as questões propostas no anexo C.5³⁶ tornaram-se questões sobre o texto extraído do site que, na proposta, deveria ser consultado pelos alunos. As demais atividades foram preservadas.

Considerando essas modificações, optou-se pela análise de duas atividades que estão presentes nas três turmas: observando lâmpadas, que seria a atividade 2 da proposta, e astrônomo mirim, que seria a atividade 6. Na medida do necessário, serão incluídos trechos do que aconteceu antes ou depois, para esclarecer melhor como foi a dinâmica na sala de aula.

5.3 Apresentação dos dados.

Fazem parte dos anexos desta dissertação as transcrições das aulas, que foram organizadas de acordo com o tempo de gravação mostrado pelo *windows media player*. Além da atenção às falas dos alunos e do professor, buscou-se registrar os gestos e atitudes que auxiliassem na caracterização da situação e do tipo de contrato. Foram feitas pequenas correções de português, e eliminadas as duplicações de falas (gaguejo) quando se percebeu não alteravam o seu sentido, nem atrapalhavam a interpretação do episódio, já que não há um consenso sobre isto entre os pesquisadores (CARVALHO, 2005, p.36; CAPECCHI, 2004, p.100) Os episódios estão separados em trechos seqüenciais que evidenciam os contratos estabelecidos ou as mudanças de contrato ou de situação. Foram utilizadas normas adaptadas a partir de Preti (1997 apud GURGEL, 2006) que serão apresentadas no anexo D³⁷.

As transcrições estão apresentadas em três colunas: a primeira com a indicação do tempo decorrido desde o início da aula, a segunda com a notação de quem está enunciando (P: professor, A: aluno, Aa: aluna) e a fala do participante. A terceira em que estão descritos atitudes, gestos, comportamentos do professor ou do(s) alunos e outros fatos que foram considerados relevantes para a análise. Quando durante uma fala houver um gesto, será inserida a notação (1) para indicar o momento da ocorrência do gesto. Serão numerados para diferenciar dois ou mais gestos durante a mesma fala.

³⁵ Anexo C.7, p.175

³⁶ Anexo C.5, p.171

³⁷ Anexo D, p. 180.

5.4 Análise da aula 1 : observando lâmpadas.

5.4.1 Turma A.

Esta aula transcorreu no laboratório da escola e, na sua maior parte, com a iluminação da sala muito fraca para não interferir na observação da luz das lâmpadas. Deste modo, a identificação da fala de cada aluno foi dificultada. Como não se consegue essa identificação com segurança, indicou-se por A1, A2, A3 quando, num trecho de gravação, se percebia que eram diferentes rapazes que falavam, provavelmente o grupo mais próximo da câmara. Quando as vozes eram femininas, anotou-se com Aa1, Aa2. Falas que puderam ser identificadas como sendo da mesma pessoa no mesmo episódio, receberam a mesma notação. Conforme a necessidade foram usadas as gravações em áudio para auxiliar na transcrição das falas.

Acontecimentos anteriores.

Duas semanas antes da aula em questão, o professor entregou os guias para a construção do espectroscópio e para a saída de campo, em que lâmpadas seriam observadas. Explicou como montar o espectroscópio e o que deveriam observar quando o dirigissem para as lâmpadas na rua. Mencionou os dois tipos de espectro: o contínuo e o discreto. Colocou na lousa uma tabela semelhante à do anexo C.2³⁸, que os alunos anotaram no caderno para ser preenchida com as observações realizadas.

A aula: descrição, transcrições e análise³⁹.

A aula começou com o professor anotando quem construiu o espectroscópio e fez as observações de campo. A seguir, ele emprestou espectroscópios para os alunos que não o tinham. Anotou quem pegou o espectroscópio emprestado e responsabilizou o aluno pelo material. (t = 2:20)

Enquanto isso, os alunos começaram a observar espontaneamente com o espectroscópio, enunciando as cores que observavam.

05:34	A1: no meu aparece vermelho, laranja... Tem dois negocinho...	
05:52	A2:tem roxo rosa vermelho	Alunos enunciam as cores.
06:00	A3: é lâmpada fluorescente...	

³⁸ Anexo C.2, p.164

³⁹ Anexo E, p.178

Pode se dizer que a aula iniciou com uma **situação espontânea de ação**: entre t=3:00 e t: 6:27, os alunos agem, isto é, observam espontaneamente com o espectroscópio, antes mesmo que o professor explicasse o procedimento e o objetivo da observação. Os alunos perceberam cores e formas (dois "negocinhos") que não sabem o que é, mas havia um interesse em explorar o material.

06:18	P: Pessoal olha... na última aula... faz muito tempo... vocês receberam um roteiro para a construção do espectroscópio e um direcionamento para pesquisa de campo ... (1) ()	(1) Interrompe pois aluna se levanta do lugar, vai até a frente e ele indica que volte ao lugar.
06:38	P: E um roteiro para pesquisa de campo... Para fazer a observação aí de algumas lâmpadas. Bom. Alguns alunos fizeram, outros não então nós vamos utilizar esta aula para fazer a observação aqui no laboratório das lâmpadas. Então o MESMO quadro que vocês escreveram na última aula, a orientação para fazer a observação: marcar a lâmpada, se o espectro é discreto ou contínuo as luzes/as cores das luzes que aparecem e... a que tem maior destaque a mais intensa, a faixa mais larga, a que aparece/a que aparece mais e também a que aparece menos, a menor banda. Então eu vou colocar as lâmpadas lá no fundo e a D. Elza vai apagar pra nós e nós vamos fazer aí a observação dessas lâmpadas.	
07:52		O professor vai para o fundo da sala e coloca a lâmpada fluorescente compacta e a luz se apaga.
08:08		Acende a lâmpada fluorescente compacta.
08:15	A: no::ssa... mas no::ssa	
08:19	P: Pessoal... A lâmpada fluorescente compacta. Você tem que... a lente tem que estar no teu olho.	

Nota-se que o professor **propôs a situação de ação** efetivamente, indicando o que deveria ser feito, mas não explicitou o objetivo da aula, ou seja, que os alunos soubessem reconhecer e diferenciar espectros contínuos e discretos, nem definiu os dois tipos de espectro. Esta **situação de ação** se manteve nesta aula durante todo o tempo, que foi de 56 minutos.

52:13	P: Pessoal... Vamos lá... Esse trabalho vocês vão me entregar hoje. Faltou/ vocês deviam ter feito isso/ essa pesquisa lá fora. Era uma pesquisa de campo. Não fizeram.	Professor volta à frente da classe
		O trecho abaixo foi transcrito de gravação em áudio.
	P: Vocês vão escolher três lâmpadas quaisquer que você encontrar... A de led, que mais? De sódio, não fizeram a observação da luz de sódio amarelo...led ... Essas luzes de controle... Algum controle tem luz... de celular, vocês vão escolher qualquer iluminação ... Três lâmpadas diferentes... Anotar o tipo de lâmpada e anotar o espectro dela... Vocês vão ter que entregar isso. Faltam poucos minutos... Três lâmpadas diferentes...	
	P: Pessoal... os que pegaram o espectroscópio comigo ... por favor...	
53:49		Acende a luz da sala. A transcrição volta a ser da filmagem.
53:53	P: Pessoal, por favor, Vamos sair... Subindo para a sala... Deixando aqui o trabalho.	

No final da aula, o professor passa uma tarefa para casa, pedindo que completem o trabalho de classe. É uma **situação didática**: os alunos devem cumprir a tarefa, pois está subentendido em “vocês vão ter que entregar isso” que a tarefa será usada como avaliação.

Quanto aos contratos.

Na transcrição acima, percebe-se que o professor iniciou a aula propriamente dita com um **contrato “d’ostention”**⁴⁰: em t= 06:38, ele esperava que os alunos classificassem a observação em duas categorias: contínuo e discreto. Supunha que os alunos soubessem ou lembrassem o que é cada categoria, ou que fossem capazes de perceber que o fenômeno observado era representante de uma classe e que elaborassem o conceito de discreto apenas pela observação. Dois minutos após as instruções, durante os quais os alunos estavam observando por iniciativa própria, ele informou como usar o espectroscópio (**contrato de informação**).

⁴⁰ Seção 2.5.1 p.45

08:19	P: Pessoal... A lâmpada fluorescente compacta. Você tem que... a lente tem que estar no teu olho .	
08:41	A: eu só tô vendo uma... ()	
08:42	P: A lente fica encostada no olho e o orifício vazado na outra extremidade... aponta para a lâmpada e observa o espectro.	

09:34	A1: Oh lá ... oh. Dá licença aí ô... P: pessoal... Esse espectro aí ele é discreto ou contínuo? Aa: então a gente quer saber...	
09:43	A1: contínuo. A2 contínuo.	
09:46	P: Contínuo não aparecem linhas ... na tarja aí com as várias cores ... quando ele é contínuo não aparecem linhas no meio.	
09:56	Aa: então é discreto.	
09:58	P: se aparecem linhas ele é discreto.	
10:05	A Ah:: então ele é discreto. P: o espectro é discreto. A: Ah.	
10:08	P: Quais são as cores das linhas?... anote.	
10:18	A4: verde. A5 preto. A: violeta.	
10:35	A2: tem branco.	
10:38	A3: roxo vermelho, azul, preto.	
		Os alunos enunciam cores.
10:59	P: Se tem linhas? É discreto. Tem linhas? A: Tem. P: Então é discreto. Quais são as cores das linhas? A: Roxo, verde, vermelho. P: Tem que anotar. A: Vermelho, azul, verde, amarelo.	
11:08	P: Pessoal, detalhezinho: as cores que nós usamos como referência ... Vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. A1: E branco. P: Então não é roxo, é violeta... Junto ao anil... A1: Violeta.	Enquanto o prof. fala, os alunos ainda enunciam cores.

11:34	P: O azul é o tom um pouco mais claro, o outro é o anil, é o anil.	
-------	--	--

Ao perceber que os alunos não classificavam corretamente o espectro como discreto, o professor assumiu um **contrato de informação**: explicou o que é contínuo, e a diferença entre contínuo e discreto. Quando retomou o espectro da luz branca como referência para que os alunos usassem o nome de violeta, em vez de roxo, e para que diferenciassem o azul do anil, manteve o **contrato de informação**.

Enquanto os alunos observavam, o professor andava pela sala, atendia os alunos. Alguns perguntavam o tipo de lâmpada, outros enunciavam as cores que estavam vendo. Em nenhum momento observado o professor disse “está certo” ou “está errado”.

16:09	P: PESSOAL, tomem um certo cuidado porque o espectroscópio tem uma fenda muito grande, ele pode(...) as cores, ele pode acabar aparecendo. PESSOAL... olha , quando a fenda do espectroscópio é muito grande... a luz vai aparecer numa forma de uma janelinha do formato da fenda e ela pode se sobrepor ... Acaba borrando então aparece uma cor falsa, no meio, então... Dê preferência para usar um espectroscópio que tenha uma fenda um pouco mais fina, que aí dá pra ver uma distinção melhor das linhas.	Faz gestos para explicar.
-------	--	---------------------------

18:56	P: Lâmpada incandescente... contínuo ou discreto? Alunos: Contínuo. Aa: Contínuo?	
19:05	P: Se fosse discreto apareceriam linhas no meio da tarja.	Faz gesto.
19:11	Aa: Professor, discreto é com linhas ou sem linhas? P: Discreto é com linhas.	
		Enunciam as cores que estão vendo

Nos episódios transcritos acima, nota-se que quando o professor percebeu alguma dificuldade que julgou importante, chamou a atenção de todos para garantir o resultado, mantendo o **contrato de informação**. Neste caso, além de garantir a validade e a novidade de

sua mensagem, o emissor/professor busca a aceitação do aluno e aceita fornecer-lhe provas, fontes ou mesmo justificar suas afirmações⁴¹

25:52	P: Pessoal...contínuo ou discreto? A2: contínuo. A1: discreto.	
25:58	A2: contínuo. A1: discreto.	
26:00	P: como é que você vê que é discreto? A1: Tem um pretinho lá.	
26:06	P: tem um pretinho aonde?... A1: no azul.	
26:10	P: Como é que é o discreto pessoal?	
	A1: É discreto. A2: É contínuo. A3: Contínuo é aquele...	
26:26	A: Separa uma cor da outra. P: Discreto tem a separação das cores. A: Contínuo é... Tudo junto.	
26:36	P: É contínuo ou discreto? Alunos: contínuo. A: discreto.	
26:40	P: Tem linhas no meio do espectro? Aa: Tem. A3: Tem.	
26:46	P: Se tem linhas é contínuo? A: Não. A2: Ah não!	
26:56	P: É contínuo ou discreto? Aa e A2: Discreto. É discreto.	
27:00	P: Olha... Quando nós colocamos essa lâmpada, ela estava dessa cor? Aa: Não. A1: Não.	
27:09	Aa2: Ela está mais forte agora...	
27:14	A1: Ela mudou... A2: Professor, essa é a luz de mercúrio?	
		Comentam sobre a mudança no espectro. Voltam a enunciar cores.

A aula já estava no meio. O professor buscava verificar se os alunos estavam conseguindo atingir os objetivos. Mudou a lâmpada para uma lâmpada de mercúrio mista e questionou sobre o tipo de espectro que estavam vendo. Ao perceber que os alunos ainda não estavam seguros, mudou o contrato para a **maiêutica socrática**⁴¹, a partir de t= 26:10. Pediu para explicitarem a diferença entre contínuo e discreto e esperou que fossem coerentes na

⁴¹ Seção 2.5.1 p.45

resposta. Neste contrato, o professor supôs que através do diálogo, o aluno exteriorizasse e adaptasse critérios e usasse estes conceitos. Como se tratava de uma lâmpada mista, o espectro inicial era contínuo: a luz que é emitida pelo aquecimento do filamento vai provocar a emissão luminosa do gás. Depois de iniciada a emissão de luz pelo gás, percebe-se o espectro discreto. Sem dar estas informações, o professor questionou para ver se os alunos perceberam a mudança do espectro.

Após este tempo de diálogo com os alunos, o professor continuou mudando lâmpadas e deixando os alunos enunciar cores e verificar entre eles a validade das observações, como no trecho transcrito abaixo:

34:19	Aa: eu acho que é contínuo. A: É contínua A2: e as cores? A3: vermelha, um pouquinho de laranja, azul, verde e violeta. A3: tem cinco cores oh, vermelha, amarelo, roxo, verde. A4: verde, um pouco de amarelo. A5: que vermelho que nada.	Confirmando a observação da colega.
		Os alunos discutem sobre as cores, as alunas questionam sobre ser amarelo ou laranja.
35:39	A2: A maior banda é uma banda grande...	Continuam discutindo quais cores tem no espectro, confirmando seu resultado com os colegas.
35:41	A3: A maior banda é verde.	
35:56	Aa: A maior banda.	
36:05	A3: Tem amarelo? A2: Eu vi amarelo.	
36:13	Aa: A maior banda é a verde e a menor é azul.	

O mesmo continuou acontecendo até $t = 47:45$. Ou seja, o professor permitiu que a interação aluno/meio acontecesse, supondo que, apenas o contato com o meio e a repetição das circunstâncias fosse suficiente para a aprendizagem. O contrato, neste caso, é o de **aprendizagem empirista**⁴².

A situação a-didática subentende a aceitação da **devolutiva** pelo aluno. Pode-se verificar que isso aconteceu, pois durante a aula a maioria dos alunos agiu, procurou ver os espectros, procurou identificá-los. Por outro lado, este compromisso apareceu num diálogo

⁴² seção 2.5.1, p.45

registrado entre dois alunos em que um ajuda o outro a fazer a observação, o que mostra que o **aluno assumiu a responsabilidade sobre a proposta** do professor.

19:37	A: vira o buraco lá... mas olha de lado não olha pra luz ... vira o bagueio lá que dá certinho A2: verde, amarela, vermelha...	
-------	--	--

Após o término da aula aconteceu um episódio que mostrou claramente a aceitação da devolutiva pelo aluno. A maioria dos alunos já havia saído da classe, algumas alunas sentadas na frente da sala terminavam o preenchimento da folha com as observações para entregar, e o professor estava na frente da sala com este grupo. Um aluno se aproximou de outro, que estava no fundo da sala também terminando a redação de suas observações, pediu o espectroscópio dele e se dirigiu à lâmpada de mercúrio ainda acesa:

54:39	A1: Vou fazer uma experiência com uma luz vermelha	
54:50	A1: Dá o seu negocio aí...	O aluno pega o espectroscópio do outro e se aproxima da lâmpada de mercúrio, que continua acesa, dirigindo o espectroscópio para a luz.
54:56	P: Você entregou a pesquisa de campo? Aa: Não P: Então você leva...	
55:03	A1: Aí professor, tô conseguindo ...	
55:06	A1: Tô vendo vermelho	Risos das alunas da frente.
	A1: É sério, ó. Vermelho, laranja verde e violeta e é discreto. Está separado.	Faz gesto mostrando as linhas, E sai sorrindo.

No final da aula, o professor passou como tarefa para casa (**situação didática**) a pesquisa de campo solicitada anteriormente, especificando o número de lâmpadas a serem observadas e dizendo: - “Vocês vão ter que entregar isso” (t= 52:13). Pediu de volta o espectroscópio e para que entregassem as observações feitas em aula.

Síntese.

Pode-se observar pelas transcrições, que durante a aula, o professor mudou os contratos de modo a garantir a **situação de ação**, buscando que os alunos atingissem o objetivo de distinguir os tipos de espectro com o mínimo de informações possível. Boa parte dos alunos aceitou a devolutiva e conseguiu diferenciar os espectros contínuo e discreto.

Quadro de síntese Aula 1 – Turma A.

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Ação	<i>D'ostention</i>	03 min
	Informação	16 min
	Maiêutica socrática	03 min
	Informação	06min
	Aprendizagem empirista	12 min

5.4.2 Turma B.

Da mesma forma que na aula da turma A, a iluminação da sala também estava fraca para não interferir na observação da luz das lâmpadas. No entanto, a identificação das falas dos alunos foi facilitada pela posição do microfone. Indicou-se com a inicial do nome em maiúscula os diferentes alunos, e com a inicial maiúscula seguida de “a” minúsculo, as alunas. A identificação A1, A2, A3 foi usada nos casos em que a identificação da voz não foi possível. Nesta sala foram utilizadas duas câmeras. A gravação com a câmera mais próxima do professor enquanto falava, ficou como referência, a outra foi usada para completar ou esclarecer trechos difíceis de entender. Em muitos momentos da aula enquanto o professor falava, alunos conversavam entre si. As normas para transcrição de Preti (1997)⁴³ indicam o uso de linhas para intercalar as falas. Neste estudo, como o que acontece não é um intercalar de frases, mas sim conversas paralelas, será usado o itálico para indicar tais superposições.

Acontecimentos anteriores.

Na aula anterior, que aconteceu quinze dias antes da aula gravada, o professor mostrou o espectroscópio e ensinou os alunos a construí-lo. Explicou seu funcionamento e como deveriam fazer a observação de campo. Diferenciou espectro contínuo e discreto, e os relacionou com o espectro da luz solar. Colocou na lousa uma tabela semelhante à do anexo C.2, que os alunos anotaram no caderno, e que deveria ser preenchida com as observações feitas. Nesta aula havia cerca de 15 alunos por ser sexta-feira.

No dia da gravação, a aula foi “adiantada” (dada antes do horário previsto) e o professor acabou juntando duas classes, já que todos os alunos seriam dispensados.

A aula: descrição, transcrições e análise.

⁴³ Anexo D, p..180

Esta aula iniciou-se com os alunos do grupo próximo da câmera preocupados com os trabalhos solicitados na aula anterior. A maioria dos alunos da classe construiu o espectroscópio, conforme a gravação onde aparecem mostrando para o professor, e boa parte se preocupou em fazer pelo menos parte da pesquisa de campo.

00: 14	<p>P: PESSOAL! Aa: pode falar. P: Vamos adiantar aí esse trabalho () hoje vocês deveriam estar trazendo o espectroscópio.</p>	
00:24	<p>Não sei se todos conseguiram fazer... aqueles que porventura não conseguiram fazer, eu tenho aqui alguns que eu vou fornecer pra que a gente faça a nossa atividade que estaremos filmando... (1) vocês deveriam também ter feito também a pesquisa de campo () quem fez aqui? ... Alguns fizeram... então eu vou... os que fizeram, por favor, me passem. Aqueles que não fizeram, nós faremos aqui... nós vamos aproveitar a experiência dos que já fizeram na rua, nós vamos aproveitar a experiência deles () nós vamos fazer aqui... Eu tenho aqui algumas lâmpadas: A: tem amarela? P: Lâmpada mista... que tem filamento e também vapor de mercúrio, uma lâmpada fluorescente compacta, uma lâmpada econômica... lâmpada incandescente, lâmpada comum, que tem em casa... dicróica, que é uma lâmpada de foco dirigido, daqui a pouco eu vou abrir e mostrar, uma dicróica com filtro azul... Bom são essas. Ah... e a luz negra. Ga: Ai que emoção... P: <i>Então nós vamos ver como e que ficam os espectros dessas lâmpadas...</i> A1: <i>na negra não vai ter nada...</i></p>	<p>(1) Aluno observando as luzes da sala com espectroscópio.</p> <p>Enquanto o professor fala os alunos estão preocupados em colocar o nome nos espectroscópios com fita crepe e com a pesquisa de campo para entregar.</p>
2:00	<p>P: Quando você utiliza a lâmpada, a intenção é que... a gente conseguisse reproduzir... a claridade, a luz solar () ilumina com esta finalidade. Vocês vão notar que as lâmpadas têm espectros... que têm algumas peculiaridades. Então, antes, por favor, espectroscópio... quem fez? 3° B... 3° B espectroscópio: quem fez?</p>	

6:40	P: olha, agora nós vamos fazer o seguinte: nem todos fizeram... provavelmente alguns fizeram () nós vamos fazer a observação de algumas lâmpadas. Quem não tem espectroscópio? G: Você tem aí professor? Oh! Os do professor é moderno... ()	
------	---	--

8:27	P: nós temos que fazer aí exatamente a tabela que vocês fizeram, mas escrevam () quem tem lápis colorido, quem não tem anotem.	Alguns alunos olham a lâmpada da sala com o espectroscópio.
------	--	---

Enquanto o professor explicava, os alunos estavam organizando os trabalhos para entregar/mostrar. Nota-se a preocupação do professor em recolher a atividade que teria sido feita em casa. A proposta do trabalho em sala pareceu apenas complementar o que fora apresentado na aula anterior. A situação neste caso é **didática**: há uma clara intenção de que os alunos desempenhem uma tarefa. O primeiro trecho grifado acima parece indicar que o professor só emprestou os espectroscópios porque a aula seria filmada, ou que o objetivo da aula é a filmagem. No segundo trecho a atividade de classe parece se justificar pelo fato de que nem todos fizeram a observação em casa.

9:20	P: ENTÃO VOCÊS TÊM QUE FAZER um quadro ou fazer um relatório... anotar as mesmas coisas que deveriam ter feito na pesquisa de campo. Então, primeira lâmpada é essa... fluorescente... tem que anotar o que? Lembra do quadro? Nome da lâmpada: fluorescente compacta, espectro se é discreto ou contínuo. A, por favor, apaga a luz...	Os alunos arrancam folha do caderno para anotar
------	--	---

No decorrer desta aula, percebeu-se uma preocupação do professor na execução da tarefa. Em vários momentos, como os descritos acima, ele “cobrou” a realização da tarefa.

10:11	P: pessoal, esse trabalho... no final da aula eu vou recolher esse daí então alguém do grupo vai anotando. Essa lâmpada é fluorescente compacta. A: <i>quem tá anotando?</i> A2: <i>eu.</i>	Os alunos arrancam folha do caderno para anotar
-------	--	---

	<p>G: <i>anota aí R.</i> P: segunda coisa, o espectro aqui... é discreto ou contínuo? R: é contínuo P: observe a lâmpada...</p>	
21:18	<p>P: PESSOAL!... eu acho que vou ter que deixar alguns alunos pra gente voltar pra fazer em dezembro Vários alunos: Não, não, não. G: seria uma boa idéia professor... Aa: SILÊNCIO, GENTE P: Vamos lá pessoal, vamos lá... não? Vamos colocar qual é a maior banda, vamos colocar qual é a mais intensa? Anote <i>qual a mais intensa.</i> R: <i>a verde clara</i> P: a que aparece mais e a que aparece menos.</p>	

O professor pressionou os alunos quando falou em “vir em dezembro”, visando diminuir a conversa, e poder continuar a atividade. Como já havia mostrado e explicado os dois tipos de espectro na aula anterior, procurou verificar se os alunos estavam classificando os espectros corretamente.

Durante toda a aula percebeu-se essa ênfase na anotação das observações para a entrega. Não ficaram aparentes nem a proposta de devolutiva, nem a apresentação da situação na forma de um problema que pudesse ser apropriado pelos alunos.

No final da aula, mostrou uma apresentação sobre os tipos de lâmpadas e seu funcionamento⁴⁴; retomou a dispersão da luz pelo prisma; a seguir apresentou os tipos de lâmpadas e suas características mais tecnológicas (duração, temperatura atingida, etc) sem aprofundar em como é emitida a luz. E assim terminou a aula mantendo a situação **didática**.

Quanto aos contratos.

Na primeira transcrição acima fica claro (t=00:14), que o professor informou os alunos sobre a finalidade do uso das lâmpadas, depois de apresentar a tarefa: “Quando você utiliza a lâmpada a intenção é que ... a gente conseguisse reproduzir ... a claridade, a luz solar”. Configurando assim, um **contrato de informação**.

10:11	Os alunos arrancam folha do
-------	-------	-----------------------------

⁴⁴ Anexo C.8, p.

	<p>G: <i>anota aí R.</i> P: segunda coisa, o espectro aqui... é discreto ou contínuo? R: é contínuo P: observe a lâmpada...</p>	<p>caderno para anotar.</p> <p>.....</p>
	<p>G: anota aí R. R: Ga, você está aí anotando? Não? A2: eu tô anotando. G: anota aí, anota aí, eu vou falando.</p>	
10:50	<p>P: Aparecem todas as cores? Vários alunos respondem: <i>não.</i> G: <i>roxo, azul e verde.</i> P: As sete aí? R: <i>roxo, azul e verde.</i> Vários alunos respondem: <i>não</i> P: isso já indica que o espectro não é contínuo. Segunda coisa... olha... COMO É QUE VOCÊS DISTINGUEM UM ESPECTRO DO OUTRO? PESSOAL Aa: oi? P: você vê uma tarja colorida, Aa: isso. P: nessa tarja se você/aparecem linhas ou quadros reforçados, onde está com maior... mais intenso... aparecem várias linhas, então esse espectro é discreto e não contínuo.</p>	

O professor usou como referência mais a aula anterior, em que associou espectro discreto e lâmpada de gás, do que a observação dos alunos, quando disse “o espectro é discreto ou contínuo?” e a seguir “observe a lâmpada”. Mesmo quando perguntou “Como é que vocês distinguem um espectro do outro?”, não esperou que os alunos tentassem responder, dando ele mesmo a resposta, o que caracteriza o contrato de **informação**.

11:53	<p>P: pra percebermos a diferença... A: Sai do meio aí professor. R: e aí professor vai deixar anotar ou não? P: Eu quero que vocês observem esta. G: já mudou? P: não, eu vou voltar. Para percebermos a diferença eu vou voltar esta, mas pra você ver a diferença entre o espectro discreto e o contínuo. Esse espectro é contínuo.</p>	<p>Apaga a lâmpada fluorescente. A sala está muito escura.</p> <p>Acende a lâmpada dicróica</p>
-------	--	--

12: 30	A3: Esse é da hora. Como chama essa lâmpada? G: Incandescente R: Lâmpada incandescente Você não sabe? A3 Lâmpada amarela, espectro contínuo R: não, não é contínuo, não aparecem todas as cores	
12:49	P: Põe o lado do plástico da lente encostado no olho e o furo aponta para a lâmpada. (...)	
13:03	P: mais ou menos onde você está segurando na lateral aparece uma faixa colorida. Conseguiu ver? Qual é o espectro dessa lâmpada? R: é discreto P: Você tem que dizer nesse espectro, que cores aparecem aí. R: Pera aí professor, não apaga não P: achou? A: Fala as cores aí... P: pessoal.	
13:38	R: <i>violeta azul verde claro um amarelo meio pro vermelho</i> P: pessoal, a luz é a luz branca. Porque branca? Ela é a composição de todas as luzes que você está vendo aí no espectro: luz vermelha, luz alaranjada, luz amarela, luz verde, luz azul, anil e violeta. R: <i>vermelho, alaranjado... primeiro é o laranja, depois o vermelho</i> A: laranja e vermelho?	
13:59	P: Se o espectro é contínuo aparecem estas cores aí. A3: quais cores? P: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.	
14:14	R: Podes crer é isso aí mesmo.	

Ao perceber que os alunos não conseguiam distinguir os tipos de espectro, colocou uma lâmpada incandescente, e propôs que identificassem através da observação, num contrato *d'ostention*. Mas o contrato não evoluiu já que o professor interrompeu e deu a informação. (ver a transcrição acima em negrito)

Durante toda a aula, o contrato de **informação** se manteve: informou sobre luz azul e anil (t=14:25), sobre a maior banda emitida pela lâmpada incandescente (t=15:24).

24:39	<p>P: Que tipo de lâmpada tem o espectro discreto? A: fluorescente. R: fluorescente. A: lâmpada fluorescente. P: porque que tem gás. Que tipo de lâmpada tem o espectro contínuo? R: a que tem filamento... A: Olha pra ver de novo o bagulho mudou de mais P: a que tem filamento. Essa lâmpada é mista, o que é que ela tem dentro? R: gás e filamento. P: Essa lâmpada tem gás e filamento. Quando nós acendemos, ela o filamento foi aquecendo o gás. Ela estava a principio um tanto amarelada, olha só a claridade...</p>	
-------	--	--

Os diálogos que o professor estabeleceu com os alunos objetivavam, no máximo, verificar se eles lembravam da aula anterior. Nota-se que o aluno não formulou seu conhecimento, ao contrário, o professor respondeu e ele mesmo explicou, conforme pode-se perceber nos trechos grifados.

19:01	<p>P: PESSOAL A PERGUNTA AÍ Ó... ALGUM DE VOCÊS, (...) ALGUÉM TEM UM ESPECTRO EM QUE APARECEM LINHAS? G: pessoal vamos ter educação aí... P: Em algum dos espectroscópios aí da pra ver o formato da lâmpada? A: ele separa, ele separa. P: observe A3 ele separa... dá pra ver os quadradinhos Quadradinhos P: Dá pra ver o formato da lâmpada? Alunos: dá, dá. P: Para alguns dá pra ver o formato.</p>	
19:40	<p>P: o do Q dá prá ver linhas... Q? Como é que é a entrada do seu espectroscópio? (1) A fenda... como é que é a fenda... A3: Tem uns riscos aí. P: Q, como é que é a entrada do seu espectroscópio?</p>	(1) risos
20:03	<p>(...) P: Pessoal como é que é a fenda? É grande, pequena, quadrada... Pessoal em qual espectroscópio dá pra ver o formato</p>	

	<p>da lâmpada? R: Opa! A: Esse aqui dá. P: como é que é a fenda? A: quadrada... P: Que tamanho ela tem mais ou menos? A: retangular, mas que tamanho? A: um cm. P: um cm mais ou menos, a entrada aí do espectroscópio, PESSOAL...</p>	
20:45	<p>Aa: SILENCIO P: Quando o espectroscópio tem a fenda muito grande, muito aberta, dá pra ver o formato da lâmpada. Você vai ver várias lâmpadas com cores diferentes. Quem tem o espectroscópio com a fenda muito fina... então você vai ver linhas no meio do espectro. No espectro discreto tem um fundo colorido e no meio dele linhas.</p>	

No trecho acima, nota-se que o professor encaminhou uma discussão, buscando que o aluno elaborasse a relação entre tamanho de fenda - espectro de linhas ou formato da lâmpada, que seria uma situação de formulação, mas o professor foi quem concluiu, interrompendo a situação e dando a informação.

23:38	<p>R: Professor da licença aí, professor, por favor, tá atrapalhando... () P: pessoal essa lâmpada tem gás. Espectro discreto ou contínuo? R: contínuo. Um ou dois alunos: discreto. P: <i>discreto...</i> R: <i>não.</i> P: Essa lâmpada tem filamento. Espectro discreto ou contínuo? Vários: contínuo. P: contínuo. Qual é o espectro que você está vendo aí? Quando começaram a ver estava contínuo () G: você não sabe a diferença entre discreto e contínuo não? P: olha agora. Vê se ainda é contínuo. R: <i>Tem gás.</i></p>	
24:11	<p>P: observa novamente... G: <i>tem gás, mas é contínuo.</i></p>	

24:23	Aa: É contínuo mas o verde e o amarelo tá meio separadinho...	
24:39	<p>P: Que tipo de lâmpada tem o espectro discreto?</p> <p>A: fluorescente.</p> <p>R: fluorescente.</p> <p>A: lâmpada fluorescente.</p> <p>P: porque que tem gás. Que tipo de lâmpada tem o espectro contínuo?</p> <p>R: a que tem filamento..</p> <p>A: Olha pra ver de novo o bagulho mudou de mais</p> <p>P: a que tem filamento. Essa lâmpada é mista, o que é que ela tem dentro?</p> <p>R: gás e filamento.</p> <p>P: Essa lâmpada tem gás e filamento. Quando nós acendemos, ela o filamento foi aquecendo o gás. Ela estava a principio um tanto amarelada, olha só a claridade...</p>	24:39
25:20	<p>G: Agora tá uma beleza...</p> <p>P: O espectro agora é o que?</p> <p>G: Ela se soltou</p> <p>A: Já mudou já, tá vendo?</p> <p>P: discreto</p> <p>R: a incandescente tem filamento</p> <p>P: Quais as cores vocês estão vendo nesse espectro?</p> <p>G: eu tô vendo azul, verde, laranja, vermelho.</p>	

Nestes dois trechos percebe-se o contrato **de utilização do conhecimento**: o professor queria que os alunos identificassem o espectro através da utilização das informações da aula anterior, em que a lâmpada de gás foi associada ao espectro discreto, e a lâmpada incandescente, ao espectro contínuo.

O mesmo aconteceu quando apresentou a lâmpada dicróica com filtro azul. Questionou a ação do filtro, mas foi ele quem justificou o porquê de ainda restarem frequências do vermelho visíveis com o espectroscópio (t=34:37).

No final da aula, decidiu apresentar o *power point* sobre lâmpadas de forma expositiva, estabelecendo um contrato de **informação** (a partir de t= 44:08 até o final da aula, em t= 53:57).

Quanto às atitudes dos alunos:

4:32	P: PESQUISA DE CAMPO? Quem fez a pesquisa de campo?	
------	---	--

	<p>Vários: Aqui ó. Ga: Só olhei a do poste lá perto de casa, só que é branca... Amarela tinha lá embaixo. G: Da varanda do meu quarto tem uma luzona amarela. BV: <i>Você chegou a olhar?</i></p> <p>Ga: E pra ir lá em baixo , eu não conheço ninguém.</p> <p>A2: E você não quis nem teve vontade de sair na varanda pra olhar a luz, né? G: Aquela luz enche o saco. Qualquer dia vou pegar um estilingue e () ela</p>	
--	---	--

16:35	<p>P: E aí pessoal terminaram com essa lâmpada? BV: Não. Pêra aí to tentando aqui. A2: A laranja é a menor. BV: É amarelo. G: É laranja R... BV: Amarelo, ô. Va: R é porque o amarelo e o laranja estão juntos. A2: Quem tem certeza aí? G: É o laranja. BV: É o amarelo. W: Escrevi laranja, vai ser laranja. BV: Mas eu acho que tem que fazer o certo.</p>	
-------	---	--

30:15	<p>W: Você vai falando e a vai anotando... e aí a gente confere ... Aí é a parte daltônica, e aí também.</p>	
-------	--	--

Percebe-se que os alunos entraram no jogo didático: havia uma preocupação entre eles com a anotação das respostas, desde o início da aula. Quando perguntaram ao professor, buscavam a informação para poder desempenhar a tarefa e responder do melhor modo possível, conforme pode-se ver nos trechos acima porém, não houve a apropriação do problema.

Síntese.

Nessa aula, a situação se manteve **didática**. As situações a-didáticas não aconteceram. O professor, apesar de propor, não deu tempo para que os alunos respondessem, não estimulou o suficiente para que a devolutiva acontecesse. Alguns fatores podem ter influenciado neste comportamento:

- estarem duas classes juntas;
- necessidade de terminar a aula rápido, já que os demais alunos da escola tinham sido dispensados;
- saber que só teria mais uma aula para terminar o conteúdo;
- a pressão causada pela filmagem que, caso não ocorresse, prejudicaria a pesquisa, cujo trabalho conhecia.

Quadro de síntese Aula 1 – Turma B.

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Apresentação da tarefa e verificação de quem a fez em casa		10 min.
Didática	De informação	02 min.
	<i>D'ostention</i>	01 min.
	De informação	20 min.
	Utilização do conhecimento	02 min.
	De informação	25 min.

5.4.3. Turma C.

A aula aconteceu no turno da manhã, na sala de vídeo, pois a sala de aula normal recebe muito ruído externo, devido à sua localização. Além disso, esta sala tem cortinas *blackout*, o que reduz a interferência da luz solar externa. Estavam presentes 29 alunos. As transcrições da filmagem em vídeo obedeceram ao padrão já apresentado nas transcrições anteriores.

Acontecimentos anteriores.

Na aula anterior, ocorrida na véspera, a professora propôs a construção do espectroscópio para que observassem que a luz, apesar de branca, é composta de cores diferentes. Nesta aula, os alunos observaram as lâmpadas da classe e alguns observaram a luz solar que entrava pela janela. A professora explicou a diferença entre espectro contínuo e discreto e propôs, sem grande ênfase, que os alunos levassem o espectroscópio para casa e olhassem as lâmpadas de sódio na rua.

A aula: descrição, transcrições e análise.

A aula iniciou com a professora entregando uma ficha de observação, nos moldes da ficha do Anexo C.2⁴⁵, em que solicitava que o aluno anotasse para cada lâmpada: se o espectro era discreto (separado), ou contínuo (junto); que representasse a imagem ou anotasse as cores observadas. A seguir, a professora propôs a observação das lâmpadas e organizou o trabalho: como os espectroscópios foram construídos na véspera por duplas, a observação deveria ocorrer de forma alternada: enquanto um observava, o outro anotava para ele, depois inverteriam as funções. Ela já informara como reconhecer cada tipo de espectro. Enquanto a professora falava, à medida que recebiam o roteiro, alguns alunos o liam, enquanto outros observavam com o espectroscópio.

1:44	P: Não precisa chegar aqui tão perto para observar: basta direcionar o espectroscópio na direção da luz. Depois que todo mundo observou eu vou desligar e acender a outra lâmpada. Então pra cada lâmpada vocês vão ter que anotar aqui nessa fichinha, se o espectro é contínuo ou discreto. Então deixa explicar como é que vocês vão perceber a diferença. No espectro contínuo, vocês vão ver as diferentes cores meio que como um <i>dégradé</i> : então, o vermelho, o vermelho vai mudando a tonalidade pro laranja, que vai passando num <i>dégradé</i> pro amarelo.. então esse é o contínuo, então é como se ele mostrasse todas as possibilidades do amarelo, do vermelho, do laranja, é o <i>dégradé</i> , tá?	
2:30	P: o discreto vocês vão enxergar faixas bem definidas. Por exemplo do vermelho, aí do vermelho já passa pro verde. Vocês não tem aquele <i>dégradé</i> que vocês observam no contínuo. E vocês não vão enxergar um risco preto dividindo uma cor da outra, mas vocês vão perceber a diferença do contínuo pro discreto dessa forma.	
2:51	P: o contínuo é como se fosse um <i>dégradé</i> , que vai mudando, o discreto você vê uma faixa grudada na outra, mas ela é bem definida. Do verde ela já passa, por exemplo, pro vermelho, ou pro:: tá?	
3:07	P: então, o que vocês vão ter que anotar: pra cada lâmpada se o espectro que vocês estão vendo, se ele é discreto ou se ele é contínuo.	A professora mostra na folha impressa as instruções e locais para anotar.

⁴⁵ P. 164

	<p>E vocês vão escrever as cores que vocês estão observando pra cada lâmpada, porque embora seja luz branca ali, apesar que tem duas coloridas ali, o espectro pode ser diferente, numa você pode ter o verde, na outra pode não ter, então vocês têm que anotar, na seqüência, as cores que vocês estão observando e é importante que isso seja individual, porque os problemas de visão aí podem interferir, vai que tem alguém daltônico, ou... então cada um olha o seu, tá?</p>	
		A professora olha o roteiro de observação impresso.
3:53	<p>P: É:: A luz negra a gente não tem, tá? Então na luz negra vocês vão anotar essa luz aqui, pode colocar em cima, risca a luz negra e coloca luz é:: ... lâmpada dicróica. Vários alunos: o que? P: Lâmpada Aa: Pera aí, pera aí, pera aí... A1: o que professora? P: no lugar da luz negra escrever lâmpada dicróica: A2: di o que? P: d-i - c-r-o dicróica. A1: Dicróica A3: Repete ai</p>	
4:48	<p>P: Os letreiros luminosos vocês vão observar é:: quando vocês estiverem à noite... E vocês vão acrescentar aqui na tabela é:: lâmpada vermelha e lâmpada azul aqui embaixo, ó, lâmpada vermelha A2: onde professora? P: lâmpada vermelha... Aqui embaixo é que acabou ai a tabela, mas anota aí que vocês vão observar. Aa: calma aí</p>	Mostra no papel do roteiro
5:28	<p>P: A moral da historia é a seguinte: conforme eu for acendendo as lâmpadas, vocês têm que ir observando, vão trocando o espectroscópio. Depois que todo mundo olhou e anotou é que eu vou mudar de lâmpada. Eu não vou poder ficar indo e voltando, tá?</p>	
5:59	<p>P: olha... PRESTA ATENÇÃO... PRESTA ATENÇÃO! Na lâmpada mista, aí na tabelinha tem lá, lâmpada mista logo ao ligá-la e lâmpada mista depois de aquecida. É a</p>	

	mesma lâmpada só que vocês têm que observar logo que acende porque depois que ela aquece, muda o espectro. Então, eu vou avisar a lâmpada, eu vou avisar e vocês... tentem... A: avisar a lâmpada...	Risos. Comentários
--	---	-----------------------

Nota-se que a professora propõe uma ação (observar e anotar os espectros das lâmpadas) e procura dar todas as explicações para que os alunos possam executá-la com êxito. De certa forma antecipa o que será feito, deixando aos alunos a tarefa de observar e anotar. Tira dúvidas, distribui espectroscópios para alunos que estavam ausentes na aula da véspera, ou que esqueceram o espectroscópio em casa. Durante a aula, interferiu pouco no trabalho dos alunos. Algumas vezes fez perguntas gerais para verificar se estavam diferenciando corretamente os tipos de espectro, esclareceu dúvidas específicas sobre a identificação dos espectros. Observando só a forma com que a professora propõe a atividade, poder-se-ia dizer que a situação é **didática**, já que há uma tarefa a ser cumprida, uma ficha a ser preenchida.

Por outro lado, considerando-se o acolhimento dos alunos, seu interesse e participação, a ponto de perceberem que a lâmpada que foi colocada não era a indicada, conforme transcrição abaixo nota-se que é uma **situação de ação**.

32:03	P: Agora é a lâmpada... De vapor de mercúrio. () Aa: esse é contínuo. Roxo azul, vermelho, verde, amarelo, verde claro, verde limão. Aa: Azul escuro, verde limão, amarelo, laranja e vermelho.	A sala fica escura por alguns segundos.
33:15	P: É discreto ou é contínuo? Alguns: Contínuo. A3: Discreto. A2 é discreto ou é contínuo? Aa: contínuo.	Enunciam cores...
34:20	L: oh o meu tá discretão, o Ca Ca: É? Eu vi contínuo. É discreto? L: é discreto, o meu é discreto.	
34:30	Aa2: ah não, agora eu preciso falar: este lado tá contínuo, e esse lado está discreto! () A2: ô professora e agora? A3: essa luz era amarela A1: Vermelho, laranja, lilás, verde limão. A: Verde radioativo. Violeta.	
35:45	Aa: Professora essa não é a lâmpada que	

	esquenta, não?	
35:45	Aa: Professora essa não é a lâmpada que esquenta, não?	
36:26	Aa: professora, PROFESSORA, essa não é a luz que esquenta, não?	
		Comentam sobre o que viram.
36:58	<p>P: PESSOAL... PESSOAL... olha, presta a atenção essa daí na verdade é igual à mista que vocês têm que olhar antes e um pouquinho depois. Porque mudou. Vocês perceberam a diferença? ela é igual a essa daqui. então Eu vou desligar ela e vou ligar essa daqui e é o antes e depois do aquecimento. Vocês observam a diferença, tá? Na verdade ela não é a de mercúrio, tá errado, entendeu? Ela é a mesma que a mista. A de mercúrio não veio.</p> <p>A2: essa ai é qual professora?</p> <p>P: Então eu vou acender essa outra que é mista,. Gente presta atenção que eu estou falando... Essa daqui não é a de vapor de mercúrio ela é igual à de baixo, que seria mista por isso tem aluno tá ah, mas no começo ela tava de um jeito e depois ela ficou de outro... Então essas duas são iguais. na verdade essa lâmpada ela é a mista, que tem que olhar logo no começo e depois que ela aquece. Então eu vou desligar essa e vocês vão observar de novo a diferença nessa daqui.</p> <p>Aa: Professora a lâmpada de mercúrio então deixa em branco?</p> <p>P: A de mercúrio deixa em branco.</p>	

Como na **situação de ação**, a instrução do professor leva a um trabalho efetivo dos alunos, pode-se dizer que nesta aula foi o que aconteceu.

Nos últimos dez minutos de aula, a professora relacionou a observação dos espectros luminosos com as aulas anteriores. Retomou discussões sobre a cor dos objetos, e deixou a questão sobre a cor refletida pela roupa, como motivação para a seqüência do curso, já que esta explicação será dada quando for estudado o modelo atômico de Bohr.

1:11:27	O PESSOAL PRESTA ATENÇÃO eu vou precisar da colaboração de vocês presta atenção um pouquinho... gente, depois vocês conversam ó, presta atenção eu quero que vocês... agora é importante o que a gente já	
---------	---	--

	<p>viu de experiência, tá? A gente primeiro eu trouxe aquela caixa para vocês onde tinha algumas figuras lá dentro, eu iluminava com lâmpadas de cores diferentes e cada grupo que vinha enxergava as figuras com cores diferentes, estão lembrados dessa atividade? Outro vinha e falava eu enxerguei a estrela vermelha, outro vinha e falava eu enxerguei verde. Tá? Complementando com os textos que a gente leu sobre aquela primeira parte do curso e agora que vocês verificaram o espectro de diferentes fontes de luz inclusive branca, diferentes fontes de luz branca, emitindo espectros diferentes de cores. Então a pergunta é gente: como vocês relacionam... lembra que quando você olharam a caixa com diferentes figuras em que cada grupo via as figuras com cores diferentes, e agora observando o espectro de cada lâmpada, como que vocês explicam pra mim, agora com as palavras de vocês como que cada grupo enxergou as figuras com cores diferentes?</p>	
1:14:10	<p>P: tinha grupos que a mesma figura vocês enxergavam com cores diferentes. Aa: Professora... Aa: sei lá cada um tem um olho diferente. Aa: O papel. () P: o pessoal o que vocês acham que influencia, ou influenciou na hora daquela experiência cada um ter visto cores diferentes? Aa: a cor da luz.</p>	A aluna se levanta e entrega o espectroscópio
1:15:11	<p>P: vocês viram ali que a luz azul e a luz vermelha, a lâmpada, a lâmpada azul e a lâmpada vermelha, na verdade tem um filtro ali ela não deixa passar todas as cores, todas as luzes ali do espectro. Mas ela não deixa passar só o vermelho, vocês viram que passa o vermelho, que passa um pouquinho do amarelo, passa um pouquinho/... Se é um filtro perfeito deveria passar só o vermelho. Então o que que vocês/ a minha pergunta é o que vocês acham que influencia na hora de ver a cor dos objetos? Aa: A lâmpada. Aa2: O olho, a cor do olho.</p>	Risos. Vários falam
1:16:15	<p>P: Ó o olho, o pessoal de cada um, o F falou aqui que a fonte de luz, porque</p>	

	<p>dependendo da fonte de luz o espectro que ela vai emitir é diferente, vocês verificaram aqui, agora, certo? Mesmo para várias lâmpadas de luz branca os espectros são diferentes, certo? Então já entrou o olho, já entrou a fonte de luz, que mais?</p> <p>()</p> <p>P: Vamos melhorar a pergunta, vai, a blusa do L... A blusa do L, todo mundo tá enxergando vermelha. Por que que eu to enxergando a blusa do L vermelha?</p>	
1:16:58	<p>Aa: Porque tingiram.</p> <p>L: Vai D, vai...</p> <p>Aa: Porque a luz branca está refletindo o vermelho.</p>	
1:17:54	<p>P: Ó, a Ca tá dando a explicação, vamos ajudar a dar respostas.</p> <p>Ca: eu sei que a luz branca reflete no objeto e a gente enxerga vermelho, agora o que eu acho ()ele absorve</p> <p>P: ela reflete todas a cores,/ absorve todas as cores e reflete o vermelho.</p>	
1:18:00	<p>Aa: Professora porque justo o vermelho e não o preto, o amarelo?</p> <p>P: porque a luz branca é a composição de todas as cores a diferença gente das luzes depende da frequência da emissão dela cada.. lembra do outro texto que a gente leu pra cada luz pra cada cor tem uma frequência diferente?</p> <p>A3: a gente vê vermelho, não é?</p> <p>P: Vermelho da luz que está iluminando.</p>	
1:19:25	<p>Aa: ... as cores e reflete o vermelho.</p>	
1:19:42	<p>Aa: Por que que reflete justo o vermelho?</p> <p>Aa2: é verdade...</p> <p>Aa3: Professora ó a pergunta da La.</p> <p>P: Vai, vamos ouvir a pergunta da La. Olha, as perguntas são importantes porque a gente vai prosseguir com as explicações pra poder entender isso. Mas justamente levantar as questões é importante pra saber o que que vocês não estão entendendo.</p> <p>La: Professora se bate a luz branca reflete todas/absorve todas as cores, e reflete o vermelho, porque justo o vermelho? Porque não roxo, azul, verde...</p> <p>Vários alunos: e ,e ,e, e.</p>	Batem palmas...
1:21:10	<p>P: Oh .cenas dos próximos capítulos.</p>	

	Alunos: AH! Aa: não sabe responder, professora? P: não, não, o curso vai...	
--	---	--

Esta é uma situação de **institucionalização**, na medida em que resgata conhecimentos anteriores e procura inserir os novos conhecimentos (diferentes espectros de lâmpadas que emitem luz branca, a existência de espectros discretos), se não no saber estruturado, mas num caminho que leva a este saber, no caso, as próximas aulas.

Quanto aos contratos.

O início da aula, em que explicou e organizou o trabalho correspondeu a um contrato de **informação**, pois diferenciou os dois tipos de espectro e disse o que eles deveriam observar.

14:56	P: Primeiro tem que anotar se é discreto ou contínuo L: Ô professora quando ele é contínuo ele:: quando é discreto, ele define bem a core? ()	
15:02	P: ele define bem cada cor, uma do lado da outra. No contínuo parece que é um <i>dégradé</i>, que elas vão mudando ...	

22:18	L: Eita nós pêra aí, pêra aí,... Rosa pink, vermelho laranja. A3: Roxo azul, Verde água, ... () A2: Professora, PROFESSORA, PROFESSORA, professora, é pra botar se é verde escuro, verde água, verde limão?	
23:20	P: só se isso ajudar você a determinar depois se é discreto ou contínuo. () A: Esse tá melhor? Ca: Fala L. L: Vermelho..., laranja,... verde claro, Aa: Vermelho, laranja, amarelo, verde claro, verde escuro, azul e roxo L: Azul... Violeta, e roxo. É contínuo.	

25:44	P: posso mudar? Aa: Não eu não sei se ainda é... Aa: Ah professora eu não sei eu não entendi ainda.	
-------	--	--

26:00	<p>P: o espectro contínuo a luz é um dégradé. Aa: mas pra mim é tudo igual professora. P: calma. ... O discreto tem um espaço bem definido de uma para a outra. A3: aí você vê um preto assim.</p>	
-------	---	--

Durante a maior parte da aula estabeleceu um **contrato construtivista**: a seqüência das observações, que consta na ficha deve ser suficiente para que os alunos aprendam a identificar os espectros das diferentes lâmpadas apresentadas. A professora organizou o meio e os alunos aprendem na interação. A professora verifica, em alguns momentos, se a ação dos alunos está sendo suficiente para a aprendizagem.

20:05	P: vamos fazer uma enquete aqui:	
20:10	<p>P: Oh. Presta atenção: quem viu o espectro contínuo levanta a mão? A1: eu. A2: Xiii... P: Quem enxergou o espectro como sendo discreto? Aa: Eu. A3: Calma aí pessoal! L: oh professora sabe o que aconteceu? Ele fica definido ali no:: nas pontas ele fica bem definido, as cores parece que é discreto, mas não é. P: oh eu vou apagar a vela. Todo mundo viu, né? Vários alunos: parabéns a você... EEEE</p>	

29:06	<p>A2: Ai o que a falta de ter o que fazer não faz. L: Vermelho, laranja, verde limão. P: e esse é discreto ou contínuo? Vários falam juntos: Discreto.</p>	
29:26	P: Então perceberam a diferença? E olha que é luz branca também hein!	

30:18	<p>P: vocês viram agora como é que é espectro discreto... Aa: é () de quadradinhos () A2: e esse á bonito hein?</p>	
-------	--	--

A professora usou o **contrato de informação** em duas situações: a primeira, quando aproveitou a observação da lâmpada azul para relembrar a função do filtro de luz, e a imperfeição do filtro na seleção de frequências, já que alterara as observações da caixa de cores realizadas anteriormente. A segunda, quando explicou aos alunos a possibilidade de interferência de outras fontes de luz (no caso, da luz solar) na observação dos espectros, e os informou como poderiam verificar se o espectro observado correspondia à luz da lâmpada que o estava emitindo.

49:33	<p>P: Vocês percebem que a lâmpada é azul, mas como ela tá emitindo, como está passando ali outras cores também. Não só a luz azul.</p> <p>Aa: eu to vendo verde, azul e roxo</p> <p>P: Por isso que naquela caixa quando eu trouxe a primeira vez uns achavam, ah mais tá mais pro verde, ah mais tá mais pro outro. Essas lâmpadas coloridas não tá emitindo só luz azul. ela tá emitindo outras cores também...</p>	
-------	--	--

1:00:28	<p>P: O PESSOAL, PRESTA ATENÇÃO!... GENTE, PRESTA ATENÇÃO! se uns estão vendo algumas cores e outros não, pode ser que da posição em que vocês estão sentados esteja vendo uma interferência que está vindo da luz do sol. Então pra vocês checarem se está tendo interferência ou não, focaliza e põe a mão na frente da lâmpada e ver se você continua enxergando. Alguém está vendo cores aí que não é próprio dessa lâmpada. Então é sinal que está havendo interferência.</p> <p>()</p>	
---------	---	--

1:01:05	<p>P: Se vocês tamparem a lâmpada vermelha, aí no caso, vocês vão estar enxergando só o espectro do que está interferindo. se vocês tamparam... porque se tem gente que não está enxergando e tem outros que estão, quem tá enxergando cor a mais, tá pegando algum tipo de interferência. Então precisa checar e por a mão na frente</p>	
---------	--	--

	<p>Mudar de posição... porque todo mundo tem que enxergar as mesmas cores.</p> <p>A2: Professora mesmo pondo a mão na frente eu continuo vendo verde.</p> <p>Aa: eu não sei como é que põe a mão.</p> <p>Professora é assim?</p> <p>P: vocês tão vendo roxo...</p> <p>Aa: eu vi roxo.</p> <p>A2: Eu só vi o roxo, mas não vi nenhum a cor entre o verde e o roxo.</p> <p>Aa: Eu também não vi nada, só vi vermelho, laranja depois tem um preto, depois vem o roxo.</p>	
--	--	--

No final da aula, para institucionalizar, a professora usou a **maiêutica socrática**: (t=1:15:11, p.100) partiu do conhecimento que os alunos tinham, do que eles já vivenciaram, para estruturar uma linha de raciocínio que iria conduzir à resposta da pergunta sobre a cor dos objetos.

A devolutiva aconteceu e neste caso, envolveu vários alunos: há uma pergunta de fundo, que está presente para eles, e não é apenas de um aluno, como pode-se observar na transcrição da página ,em t = 1:17:54 (p.101).

Síntese.

Neste caso, a **situação de ação** aconteceu mais pelo interesse demonstrado pelos alunos, do que pela orientação da professora. No início ela explicou calma e detalhadamente como fazer, procurou organizar o trabalho e depois os alunos assumiram para si a identificação dos espectros. A aceitação da devolutiva ficou evidente no episódio da lâmpada mista. A **institucionalização** também aconteceu de uma forma aberta: a professora não respondeu à dúvida dos alunos, mas manteve a questão como motivadora para a sequência do curso. Aconteceu uma quebra do contrato de ensino tradicional (o aluno pergunta e o professor responde), manifestada pela observação da aluna: - “não sabe responder, professora?”

Quadro de síntese: Aula 1 – Turma C.

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Ação	De informação	12 min
	Construtivista	37 min
	De informação	01 min
	Construtivista	11 min
	De informação	05 min
	Construtivista	04 min
Institucionalização	Maiêutica socrática	10 min

5.4.4 Estudo comparativo das três aulas.

Comparando as três aulas, percebe-se que nas turmas A e C em que se estabeleceram situações de **ação**, a devolutiva aconteceu. Nesses casos, os contratos utilizados proporcionaram aos alunos mais responsabilidade pela sua aprendizagem.

Nota-se que, o que define a situação como a-didática não está diretamente relacionado à experiência do professor, mas a quem ele se propõe: o mesmo professor (das turmas A e B), em condições semelhantes, estabeleceu a devolutiva em uma aula e na outra não. E a professora, apesar de não ter a mesma experiência que ele, conseguiu a aceitação da devolutiva.

Poder-se-ia argumentar que a professora teve todas as aulas necessárias para desenvolver o bloco inteiro, ou seja, que o tempo seria um fator determinante nas escolhas do professor. No entanto este argumento fica inválido quando se considera que nas duas turmas (A e B) o professor teve que definir prioridades e reorganizar a proposta devido ao final do ano letivo, e as reorganizou de forma semelhante, mesmo com tempos disponíveis diferentes.

O uso de contratos de **informação** na turma B pode ter sido uma opção do professor, face a interferências da escola: dar uma aula para duas classes juntas em um dia que os demais alunos da escola já haviam sido dispensados.

O compromisso da filmagem para obtenção dos dados para pesquisa pode ter influenciado mais do que o esperado, no desenrolar da aula. O professor, por participar do ambiente do LAPEF, sabia que os dados, quando obtidos em situações reais de sala de aula, estão sujeitos

a todas as interferências comuns à escola pública. Sabia também que, por ter chegado ao bloco de espectroscopia no final de novembro, o tempo era limitado tanto para o desenvolvimento das atividades e conclusão do curso quanto para a tomada de dados para a pesquisa.

Conhecendo os alunos, ele valorizou o fato de terem ficado para participar da aula, o que mostrava o respeito pelos pesquisadores e, por isso mesmo, não queria demorar mais que o necessário para terminar a aula e a filmagem.

Quadro de síntese da Aula 1 .

SITUAÇÃO	TIPOS DE CONTRATO	TEMPO
TURMA A		
Ação	<i>D'ostention</i>	03 min
	De informação	16 min
	Maiêutica socrática	03 min
	Informação	06min
	Aprendizagem empirista	12 min
TURMA B		
Didática	De informação	02 min
	<i>D'ostention</i>	01 min
	De informação	20 min
	Utilização do conhecimento	02 min
	De informação	25 min
TURMA C		
Ação	De informação	12 min
	Construtivista	37 min
	De informação	01 min
	Construtivista	11 min
	De informação	05 min
	Construtivista	04 min
Institucionalização	Maiêutica socrática	10 min

5.5. Análise da aula 2 : astrônomo mirim.

5.5.1 Turma A.

Esta aula foi realizada na sala de informática da escola, uma semana depois da atividade com os espectroscópios⁴⁶. Os alunos posicionaram-se em trios ou quartetos na frente

⁴⁶ Transcrição completa no anexo H, p.220

dos computadores. O professor contou com o auxílio de um monitor de informática. As telas que fizeram parte da apresentação podem ser vistas no Anexo C.8. O registro foi feito com uma câmera de vídeo e dois gravadores digitais. Como a câmera apresentou problemas aos 37 minutos de filmagem, as transcrições foram complementadas pelas gravações digitais e totalizaram 60 minutos de aula.

Será utilizado o mesmo tipo de identificação para as falas dos alunos e dos professores que nas transcrições anteriores.

A aula: descrição, transcrições e análise.

A aula iniciou com o professor e o monitor instalando o cd com a apresentação em *power point*⁴⁷ e resolvendo os problemas que surgiram a fim de que todos os alunos pudessem acompanhar a explicação. O computador foi usado como lousa, e a apresentação como forma de ilustração.

O professor orientou a troca de *slides* da apresentação, que fora utilizada na aula 1 da turma B, explicando as informações conforme apareciam na tela. Retomou a dispersão da luz pelo prisma, apresentou os tipos de lâmpadas e suas características tecnológicas. Esta situação foi uma situação **didática**, com a clara intenção de informar aos alunos algumas características das lâmpadas. Durante a explicação, em t = 12:20, o professor pediu aos alunos que enunciassem a diferença entre os espectros contínuo e discreto. A questão ainda fazia parte da situação **didática**, uma vez que não houve busca de evolução pelo próprio aluno, o que caracterizaria uma **situação de formulação a-didática**.

11:50	P: lâmpada mista. Ela tem filamento e também vapor de mercúrio. Nós fizemos/nós fizemos, observamos o espectro desta. Vocês... Por acaso alguém se lembra como é que dava o espectro dessa lâmpada? Se era contínuo ou discreto? <u>A1: contínuo.</u> A2: acho que não.	
		O professor leva a mão ao rosto, como se estivesse decepcionado com a resposta.
12:16	P: o que que é um espectro contínuo. A: é quando a lâmpada... A2: é o da lâmpada mista.	
12:23	<u>P: o que é um espectro discreto?</u>	

⁴⁷ Anexo C.8

12:28	A2: quando há separação das cores. P: tem a separação das cores. Dá pra ver linhas no meio do espectro. Lâmpadas a gás geralmente o espectro é discreto. E a lâmpada mista?	Professor faz gesto representando as linhas.
12:39	P: alguém se lembra de algum detalhe... do espectro? A1: () P: oi? A1: ()	

Em $t = 20$ minutos, propôs a questão do astrônomo mirim: - “Como é que se sabe qual é a atmosfera dos planetas? Que elementos estão presentes nas estrelas?” Buscava, assim, que o aluno usasse a informação da relação espectro-elemento químico para resolver o problema. Seria uma **situação de formulação**, mas isso não se verificou já que os alunos não se manifestaram nem tentaram responder às perguntas.

20:46	P: um aluno comentou: esse espectro que nós estávamos fazendo aqui ele falou: a NASA utiliza isso?... E utiliza mesmo... Eles não fazem espectroscópio com caninho de papel higiênico, e outras coisas, não. Não é plástico de CD, mas eles direcionam o telescópio, pegam a luz proveniente, emitida de uma estrela e fazem o espectro dela e vocês viram aí pessoal que cada elemento tem um determinado espectro... E às vezes sai a notícia... ou em jornais ou em livros, aparece os comentários aí: tal planeta a atmosfera. Não dá para o homem pensar um dia conquistar porque lá a atmosfera é tal gás. Como eles sabem que gás tem naquele planeta?...	Ajuda a explicação com gestos
21:53	P: como é que se sabe qual é a atmosfera dos planetas? Que elemento tem nas estrelas?	
22:13	P: vamos ninguém?... Ninguém arrisca aí? A2: não. A1: qual foi a pergunta?	
22:22	P: o que nos fizemos a NASA faz. Pega aí a luz que vem de determinada estrela e faz o espectro da estrela e aí eles dizem tem tais os elementos como é que eles fazem isso? A3: prossiga.	
22:47		O professor fala para a pesquisadora: “Praticamente eu já dei todas as respostas.”

22:55	<p>P: pessoal, olha... eu vou entregar para vocês... aqui tem o espectro de uma estrela, tá? Estrela nº 9. A NASA fez este favor para mim.</p> <p>A3: pessoalmente?</p> <p>P: passou pelo espectroscópio e fez esse espectro.</p> <p>A3: meu pai mandou...</p> <p><i>P: e aqui nós temos o espectro de alguns elementos. Você vai ter que comparar o espectro desta estrela, estrela nº 9 com o espectro dos elementos, que estão nessa folha.</i></p> <p>A3: ah:: então eu acho que é...</p> <p>P: Veja que você vai ter que dizer quais são os elementos que estão presentes nesta estrela.</p> <p><u>A4: não e dessa maneira que eles vê.</u></p> <p>P: dessa maneiras.</p> <p>A3: esse é fácil./está fácil.</p>	
-------	---	--

Houve a tentativa de estabelecer uma situação **a-didática**, ao apresentar um problema que pudesse ser apropriado pelo aluno na busca de sua solução. Como não houve resposta após cerca de um minuto, o professor retomou a pergunta, fornecendo parte da resposta (t = 22:22). Como ainda assim os alunos não participaram, não responderam, comentou com a pesquisadora que ele praticamente já respondera à questão. Em t = 22:55 o professor propôs a situação de forma **didática**: a identificação dos elementos químicos presentes nas estrelas tornou-se uma tarefa para ser realizada em grupos e entregar para ele. Observa-se que o professor transformou a situação em **tarefa**, mas deixou alguns aspectos indefinidos: não fixou os componentes do grupo, nem quantas estrelas precisariam ser analisada.

Embora acompanhe os grupos percebe-se que, pelos diálogos gravados, sua preocupação é a conclusão da tarefa:

28: 20	<p>P: <u>aqui tem amarelo, o vermelho não coincide, o verde não coincide, isso quer dizer que não tem...</u></p> <p>P: <u>não tem vermelho, não tem amarelo</u>, então não tem magnésio.</p> <p>P: <u>deixa ajudar</u>. Tem alumínio? Não. Porque só o alumínio tem vermelho, então nessa estrela não tem essa linha vermelha, então nessa estrela não tem alumínio. <u>Tem cálcio?</u></p> <p><u>Não porque aqui tem vermelha e aqui não</u></p>	Vai aos grupos ensinando a comparar...
--------	---	--

	<u>tem.</u> <u>Aa: ()</u> <u>P: põe o nome do símbolo Ca. Tem Ca?</u> <u>Aa: ah entendí.</u>	
29:16	P: Pessoal... ainda que não saibam o nome do elemento em questão é só colocar o símbolo tem a-l? Tem C-a? Marca A-l, C-a.	

34:15	<u>A: estrela número 1,ó.</u> <u>P: tem alumínio?</u> <u>A: tem.</u> <u>P: veja ela não em tem! Tem que ter todas essas linhas.</u>	Professor em um grupo.
-------	--	------------------------

No final, apresentou *slides* sobre os espectros de cada lâmpada, buscando organizar as idéias abordadas nas duas aulas, o que pode ser chamado de situação de **institucionalização**.

Quanto aos contratos.

A primeira parte da aula, em que os alunos acompanharam no computador os *slides* enquanto ouviam as explicações, corresponde a um **contrato de informação**: o professor informou-lhes os tipos de lâmpadas e suas características. Mesmo quando fizeram perguntas, a participação dos alunos não era o foco da atuação do professor. No máximo aconteceu uma informação dialética, em que o aluno solicita esclarecimentos para se convencer da validade do conhecimento. Incluem-se nessa fase, os 4,5 minutos dispendidos pelo professor e monitor para que *software* funcionasse em todos os computadores.

Quando propôs a tarefa de identificação dos elementos presentes no espectro da estrela, o contrato passou a ser de **utilização do conhecimento** (em t = 20:46, p.104). Mostrou que ser possível identificar os elementos presentes nos gases através de seus espectros é conhecimento útil: a atividade reforça essa utilidade. Enquanto acompanhou os grupos, retomou o contrato de **informação**, mostrando como fazer, dando exemplos, tirando dúvidas na execução da tarefa. Na interação com os grupos, usou contrato de **reprodução formal**: solicitou ao aluno que explicasse o porquê da estrela que estava sendo investigada ter, ou não, determinado elemento em sua composição, conforme a transcrição abaixo:

36:25	P: que elemento é este? Que elemento é este que você esta vendo? A1: esse é Na.	
36:44	P: na estrela 10 tem? Tem esse elemento?	Professor num grupo

	A: a 10 tem () P: tem esse elemento? Como você está verificando? Por que tem? A2: vai T. A: todas as linhas que tem... tem.	
36:57	P: qual outro elemento na estrela 10. A: cálcio aqui desta folha só esse aqui. P: só esse? Já verificou todos? A: aqui dessa folha só. P: já viu esta folha ou não. A: essa não.	
37:09	P: pera aí tem alumínio aí. A: não. P: Por que não? () P: não? porque não.	

No final da aula, o contrato voltou a ser de **informação**: praticamente não houve participação dos alunos que assistiram passivamente à apresentação de *slides*.

Não houve **devolutiva**: em nenhum momento da aula se observou que os alunos se apropriaram do problema, executaram as tarefas por si, ou buscaram respostas às questões.

Síntese.

A primeira parte da aula visou informar os alunos sobre as lâmpadas. A seguir, o professor tentou propor um problema, mas não conseguiu que eles se interessassem pela proposta. Apoiou-se na utilidade dos espectros para a identificação dos elementos. Talvez pressionado pelo tempo, transformou o problema em tarefa e buscou garantir sua execução. A não adesão dos alunos pode ter sido resultado da adaptação feita pelo professor quando da passagem do saber a ensinar para saber ensinado: só houve menção ao espectro de absorção, quando da apresentação feita no início da aula. Com isso a associação espectro-elemento químico não teve a ênfase necessária para que a identificação dos elementos se tornasse um problema. No final da aula, usou a outra apresentação de slides para fazer uma institucionalização, mas estes dois temas não foram retomados.

Quadro de síntese Aula 2 – Turma A.

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Didática	Informação	02 min
	Informação (para resolver problemas técnicos)	4,5 min
	Informação	12 min
	Utilização do conhecimento	04 min

(Cont.) Didática	Informação	07 min
	Reprodução formal	10 min
Institucionalização	Informação	05 min

5.5.2 Turma B.

Esta aula, seqüência da analisada em 5.4.2, aconteceu na sala normalmente usada pelos alunos. Estavam divididos em três grupos: dois com seis e um com cinco integrantes. A gravação foi feita com três câmeras: uma fixa, outra focalizando preferencialmente o grupo de alunos que será chamado grupo 1 e a terceira, focalizando preferencialmente o grupo 2, que será usada como referência para as transcrições e para a contagem do tempo de aula, uma vez que registrou a aula do início até o final. Esse registro foi transcrito na íntegra, e se encontra no anexo I p.233.. A transcrição da filmagem da câmera que acompanhou o grupo 1 apresenta os trechos não-coincidentes com a da câmera de referência e estão no anexo I.1,p.255. A filmagem da câmera fixa foi usada para observar a dinâmica da aula e eliminar dúvidas nas transcrições. A identificação dos alunos e a transcrição mantêm o padrão das aulas anteriores.

A aula: descrição, transcrições e análise.

O professor iniciou a aula lembrando a construção do espectroscópio, a observação do espectro discreto, e dizendo que a explicação do porquê desses espectros seria dada na segunda parte da aula. Associou então o espectro ao elemento químico, e sugeriu o site de Universidade Federal do Rio Grande do Sul para quem quisesse se aprofundar no assunto. Passou então à proposta do problema da aula:

02:17	<p>P: então de vez em quando nós ouvimos é... informações, jornais, pegamos alguma revista que diz que tal estrela, tal planeta tem tal atmosfera. Ora como eles sabem... que gás, que atmosfera tem no planeta ou numa estrela? Através da luz pelo planeta refletida ou pela luz emitida por uma estrela. Aqui eu tenho o espectro de uma estrela. (1) Põe um telescópio e na chegada da luz ele põe um espectroscópio com uma rede de difração e tira o espectro da estrela. Então este é o espectro de uma estrela. (1). Que elementos são estes que deixa estas linhas? Então eu tenho as linhas dos elementos que eu conheço na terra e tenho o espectro da estrela então eu vou colocar um sobre o</p>	<p>(1) Mostra a transparência com o espectro da estrela.</p> <p>(2) mostra como coloca e faz gesto para explicar</p>
-------	---	--

	outro (2) e procurar os que as linhas coincidem.	
03:17	<p>P: se as linhas todas do elemento, do alumínio estiverem todas na estrela três, quer dizer que nessa estrela que eu estou observando, lá tem alumínio. Então o que eu vou fazer? Vou entregar um conjunto para vocês de estrelas: estrela 3,7, 4, e vou entregar a tabela de alguns elementos que há nestas estrelas. Vocês vão ter que simplesmente comparar e vão me entregar uma folha dizendo a estrela três tem e marcar o símbolo dos elementos que lá tem. É um trabalho bem tranqüilo, mas é o que exatamente fazem aí...</p> <p>R: Quem tem caneta aí?</p>	

GRUPO 2:

05:03	<p>L: <i>e você?</i> Aa2: <i>oito.</i> P: <i>o que vocês receberam são os espectros dos elementos. Agora eu vou entregar os das estrelas que vocês têm que verificar.</i></p>	Entrega a o material.
05:10	<p>L: Seu nome é... Aa3: Aa3. L: nº ? Aa3: <i>sete</i> P: <i>estrela 2, 3,...</i></p>	
05:24	<p>L: D, que nº você é? D: Treze. L: RG de cada um aí, por favor... Ma: Eu não tenho nº ouviu L. Esqueci em casa. e não sei de cor. <i>Esqueci em casa.</i> R: <i>Tem que deixar na reta.</i> P: <i>Pessoal espera um minuto que eu</i></p>	Enquanto L anota, Aa2, Aa3 e R começam a comparar os espectros das estrelas com o dos elementos.

GRUPO 1:

05:18	P: estrela 7, 8, 4. Pessoal espera um minuto que eu vou entregar uma folha... caiu uma.	A1 se abaixa para pegar. Aa1, um A4 conversa com D do grupo 2, A5 segura uma estrela
05:35		A1 e A2, A3 pegam as estrelas e começam a comparar.
05:40	Aa1: eu não to achando nada.	
06:12	Aa1: a minha aqui encontrou.	

O professor contextualizou a atividade, buscou criar uma situação que pudesse ser apropriada pelos alunos. Percebe-se que em ambos os grupos filmados a ação dos alunos ao receberem o material foi quase imediata: parte dos alunos de cada grupo começou a comparar os espectros das estrelas e dos elementos. Pode-se dizer que é uma **situação de ação**, porque o professor deu uma instrução e os alunos trabalharam por conta própria, sem necessidade de sua intervenção.

GRUPO 1:

07:37	P: E aí? Algum já bateu aí? Aa1: já. Aa1: estrela 9 aqui ó. P: tem que comparar todos os elementos. Aa1: aí gente, cadê? A2: é esse mesmo.	O professor dá a volta para ver o que amenina está falando.
07:51	P: olha uma de cada vez. Aa1: essa aqui ó tá certo. P: Ah não sei, ele tirou. Aa1: a não ó aqui ó. P: cadê? Não to vendo nada.	
07:51	P: Olha uma de cada vez. Aa1: Essa aqui ó, tá certo. P: Ah não sei, ele tirou. Aa1: A não ó aqui ó. P: Cadê ? Não tô vendo nada. P: Cadê mostra aqui.	O professor contorna o grupo para ver o que amenina está falando.
08:38	P: cadê mostra aqui... coincide ou não? A2: essa aqui, por exemplo, não bate. P: essa aqui que você tá falando, tem linhas a mais que a estrela 9. Todas essas linhas do N estão na 9. Quer dizer que na 9 tem nitrogênio. Quer dizer, aqui tem mais linhas. Esse aqui é um outro elemento. Você vai ter que olhar um por um pra descobrir qual é o outro. Aa1: aí escreve na estrela 9 tem.... P: Tem nitrogênio, agora que mais tem lá? Aa1: entendi.	A aluna vira a folha para o professor.

GRUPO 2:

10:30	P: Vai lá. P: E aí achou algum elemento? R: Achamos. P: Cadê? L: cadê a dois. R: essa aqui ó. L: A dois.	
-------	--	--

27:28	L: lascou tudo agora. D: Ah professor.	
27:35	A5: o professor L espera sua vez aí ô.	Aluno do grupo1 chama.
27:40	Aa2: nossa me deu sono agora. Aa3 a gente ficou parada.	
28:00	P: pega a estrela 8... deixa eu dar uma olhada, tem muitos elementos aí, devia ter uns 5.	
28:08	L: então vai ter que fazer de novo professor? R: não.	
28:18	P: Esse primeiro aqui. Aa2: Vermelho tem . L: esse amarelo aqui tem. L-i tem. P: M-g. tem m-g? Não, não tem. Olha as linhas do m-g. Essas linhas verdes não estão na estrela, então não tem. Aa2: a gente não pôs professor.	
28:37	L: o próximo que a gente colocou foi N. D: direto o N. P: tá então N, vamos ver se tem N. Não tem N. Vários: Por que? P: porque olha aqui ó vários um monte de linhas no verde e não tem aqui. Essas duas não tem aqui, essas não tem. Tem que bater todas praticamente,	
28:55	L: E não foi isso que nós fez... L e Aa2: Ah P: vocês pegaram se tivesse uma, duas,... Tem que ter todas: todas vermelhas, todas amarelas, todas verdes, as azuis , anil. Aa2: ó tem.	
29:11	P: Vocês vão ter que conferir. Vocês vão ter que ser um pouco mais rápidos. Tem N-a? Aa2: tem. L: tem. P: não tem, não tem.	
29:18	Aa2: nem aqui? P: porque esse amarelo tá aqui. Até tem um vermelho aqui até parece, mas olha aqui no laranja tem umas linhas que não tem, no verde tem umas linhas que não tem. L: Não tem N-a.	
29:40	Aa3: X-e tem aí? P: X-e, xenônio, tem xenônio? Alunos: tem. P: nem pensar! Tem milhões de linhas no xenônio, quer dizer uma centena aí olha aí não tem nada dessas linhas aí.	

Quando o grupo 2 parecia ter concluído, o professor foi verificar e percebeu que eles não estavam procedendo corretamente. A situação continua sendo de **validação**, com as mesmas características apresentadas anteriormente. Quando os alunos entenderam como era o procedimento correto, se reorganizaram e refizeram as observações e anotações.

O professor informou então a todos os grupos:

31:39	P: Pessoal! Pessoal! Eu falei no começo. As estrelas devem ter aí 4 ou 5 elementos. Não tem 10 elementos, não. Tem não. Não está correto.	
-------	---	--

A seguir foi ao grupo 1 e fez o mesmo tipo de verificação, mantendo a situação de **validação**:

33:08	P: Vamos fazer uma aqui. Não tem esse, não tem esse, esse, Não tem não, não coincide,tem? Tem, coincide com todos. Tem? Tem hidrogênio? Tem, coincide o vermelho aqui. A4: Aa1, coloca H aí ó. Tem h aqui na 4. P: Tem? A4: Não. P: Não precisa nem olhar, né? Esse tem milhões de linhas.	
-------	--	--

35:41	A1: 4 é L-i o Aa1, 4. Aa1: L-i? A1: L-i. P: e aí magnésio? Não. Tem neônio? Não. Tem nitrogênio? Não tem oxigênio? A4: pera aí, calma! P: tem sódio? Não tem xenônio? A4: xenon. P: o gás é xenônio. o nome que se dá aí pra lâmpada é xenon mas o gás é / oi?	
36:35	P: é isso aí.() Aa1: agora tá certo né? A4: quem tá fazendo agora? Quem tá fazendo? P: que é que tem? Aa1: tem essa folha aqui, o A1: cadê 9 dá a 9	

	<p>P: o que que ela tem? Tá aqui ó. A1, dá a estrela nove... você tá fazendo a estrela 9? P: ó que você tá vendo? A1: é que eu já olhei. P: O que você tá olhando tem ou não? A1: não. P: oxigênio, tem ou não? Tem ou não? A1: não. P: porque não? ()</p>	
37:05	A2: me dá outro número, agora.	
37:13	<p>P: o vermelho, laranja, esse amarelo, o verde, o azul, na 8 todas as linhas do oxigênio estão... na estrela tem mais coisa, essa aqui é outra coisa, que não é oxigênio. Aí você tem que sair procurando o que é a outra coisa. A2: olha aqui, olha aqui. A3: já olhei todos praticamente. A3: A4 você que trabalha com essa coisa dá uma força pro A2 aí. A2: Tá embaçado. ()</p>	O professor vai mostrando a coincidência das linhas.

Depois de se certificar que os alunos entenderam o procedimento, e concluíram a atividade, o professor recolheu o material fornecido e as respostas dos alunos, e iniciou uma situação **didática**. Explicou de forma sucinta o modelo de Bohr, justificando o porquê das linhas discretas existirem e serem características do elemento químico. A situação é **didática**: o professor estava explicando e parte dos alunos não estava interessada na explicação. No grupo 2 os alunos brincavam com o microfone, cantavam baixinho (t= 44:02, t=44:40, t=59:27). Poucos alunos participaram da discussão.

53:26	<p>P: O átomo de hidrogênio tem um próton e um elétron só que quando nós olhamos o espectro do átomo do hidrogênio ele tem cinco linhas, mas só tem um elétron. Por que aparecem cinco linhas se só tem um elétron? A: ()</p>	<p>Conversas paralelas durante a explicação. Aluna tenta responder, mas a resposta é indecifrável.</p>
53:58	<p>P: a única coisa que você pode utilizar para tentar elaborar sua resposta é que existem várias possibilidades de posição do elétron. Ele pode estar no nível um, no nível dois, no nível três, no nível quatro, mas o importante é que só tem um elétron. Quando você excita...</p>	

	<p>A: ele sobe. A6: opa! P: Aí ele emite um fóton, emite a luz que vai marcar aqui o espectro, ele emite a luz e aí desce. Por que que aparecem cinco linhas no espectro?</p>	
54:48	<p>R: então e aí Aa2: faltam 15 minutos professor. P: Tem um elétron? Tem. (1) A pergunta já está valendo. Eu estou esperando vocês... A: ah::: P: eu estou observando e eu marco aqui no final, olha aqui ele sobe, o elétron. Excitou o elétron. Excitou o elétron ele vai subir. Depois ele sobe, ele vai estar numa posição não muito estável. Ele vai emitir... luz, uma onda eletromagnética, um fóton e quando ele desce. Quando ele desce, Aparece (2)... Ele pulou de um nível para o outro aparece (2) uma linha aqui.</p>	<p>R levanta e L fala pra ele sentar (1) O professor olha o relógio. Explica usando desenho na lousa (2) Desenha uma linha do espectro</p>

O professor propôs uma questão em $t = 53:26$. Para respondê-la o aluno deveria usar o conhecimento do modelo de Bohr para explicar o aparecimento de 5 linhas visíveis no espectro de hidrogênio. É uma situação de **formulação**. Alguns alunos se interessam, e participam da discussão. O professor tenta estimular com a nota, quando diz “**eu estou observando e eu marco aqui no final**”. Após algum tempo, o professor termina por encaminhar a resposta, retomando a situação **didática**.

1:01:35	<p>P: Uma amostra, Pessoal vamos. Uma amostra de gás você tem milhões de átomos, milhões de elétrons. Subiu para o três desceu para o dois, apareceu essa linha. Um outro átomo subiu para o três desceu para o dois é a mesma linha, Um outro átomo subiu pa./ é a mesma linha A1: só que cores diferentes. P: agora Um outro átomo subiu... quantos quantos elétrons subiu para o quatro, para o três desceu para o dois? tantos milhões. E quantos subiu para o quatro desceu para o dois? Talvez uma quantidade bem menor A2 do grupo um: quanto mais se repete... P: quanto mais se repete, mais intenso. Aluna ar do grupo 1: professor? ()</p>	<p>R volta a cantar rap no microfone.</p>
---------	--	---

	P: oi? Não entendi!	
--	---------------------	--

A pressão exercida pelo tempo é evidente. Alguns alunos vêm a aula como última do ano letivo e o professor deixa clara sua intenção de dar mais uma aula.

43:43	<i>P: Como não vai dar tempo, como não vai dar tempo, eu vou fazer uma apresentação... e deixar duas perguntas pra vocês. Se vocês prestarem atenção, vão tirar...</i> <i>R: nós fazemos.</i>	
-------	--	--

46:47	L: com certeza. P: Infelizmente não teremos tempo para maiores relações. A6: ()	
-------	---	--

1:03:00	P: Olha se for possível... semana que vem tem aula... certo? Provavelmente Quinta e sexta nós temos conselho, mas durante a semana tem aula... PESSOAL EU VOU PEDIR PRA/Se for possível eu quero mais uma aula com vocês. Aa: ah não professor. P:Pessoal eu vou pedir pra vocês sentarem um minuto eu/ eu quero...	A partir daqui usou-se a gravação em áudio Os alunos devolvem a apostila levantam
---------	--	--

Quanto aos contratos.

No início da aula, o contrato foi de **informação**, enquanto retomou a aula anterior e propôs o problema da aula, como pode ser percebido na transcrição t= 2:17 e t= 3:17, no item acima (p. 113 e 114). Depois de fornecer as informações que julgou necessárias, o professor permitiu aos grupos que trabalhassem de forma independente, sem sua intervenção direta. Esta atitude corresponde a um contrato **construtivista**: o professor preparou o meio, entregou todo o material necessário, o modo de fazer. A aprendizagem deveria acontecer quando o aluno agisse sobre o meio, buscando por si as respostas. Este contrato durou para o grupo 2 até que o professor viesse verificar se estavam fazendo corretamente, em t= 28:00, conforme transcrições na página 117.

Os alunos estabeleceram contratos de **informação** entre si. Em ambos os grupos filmados houve membros do grupo, que por ter entendido melhor ou ter ascendência sobre os colegas, assumiram a liderança. No grupo 1, a aluna Aa1 exerce este papel, no grupo 2, R e Aa2 dividem a liderança.

Observe-se os trechos abaixo do trabalho do grupo 1:

10:03	Aa1: tem que ().	Aa1 explica o que fazer para A5.
10:14	A2: Professor faz favor. A1: olha aqui. Essa aqui é essa aqui ó.	
10:40	Aa1: tem que por aqui ó. Põe o nome da estrela e a letra.	
10:59	A1: acho que bateu hein. Aa1: tem que marcar, não tira não. A1: marcar o que? Aa1: no papel. Põe estrela tal... tem...	
13:29	A4: que n° é ... n° 2 ... e letra H. Aa1: oito, Na? A3: bateu com a de cima, com a de baixo, não. ... oito é O A4: empresta outra estrela aí. A3: presta atenção, presta atenção... A1: e agora o que que eu faço? Esse aqui já não é. Deixa aqui? Aa1: não agora você vai procurar, aonde bate nas outras. A1: com essa mesma?	
25:41	P: olha aí o que não tem é na estrela. Olha essas linhas do verde. Não tem nitrogênio nesta estrela. Aa1: não, mas aqui bate professor? P: não, mas bate como? Isso é como um rg, tem que bater quase/praticamente todos. () P: nã::o. A3: Aa1, 8 () Aa1: tem que bater todos da de cima na de baixo. P: isso. Aa1: ah:: P: o que tem em cima tem que ter embaixo. Aa1: agora entendi. P: agora tem que ser um pouco mais rápido.	

A aluna Aa1 revelou-se também interessada durante a explicação do modelo de Bohr, tentou fazer hipóteses para explicar porque o espectro do hidrogênio tem 5 linhas, se cada elétron, ao ser excitado emite radiação de uma determinada frequência.

Considerando o fato de ser esta praticamente a última aula do ano, e que não haveria mais avaliação, cobrança etc., pode-se afirmar que parte dos alunos acabou por aceitar a devolutiva, embora tenham sentido dificuldade em formular hipóteses e buscar a resposta.

56:36	<p>Aa1: Por que ele reflete professor? A5: Porque tem cinco... Em volta do núcleo? P: Cinco o quê?</p>	
56:46	<p>A: Tem cinco círculos em volta do núcleo... P: Cinco níveis de energia... A: Isso. P: Tem até mais. Mas digamos que tenha 5 níveis de energia. E aí? L: Ele bate e volta. A: Aparece. (vários falam ao mesmo tempo)</p>	
57:07	<p>P: Só tem/só tem um elétron. Ele já falou que... Por que que aparecem várias linhas? Ele falou porque ele é excitado várias vezes e emite luz e desce várias vezes, aí eu falei: só se ele sobe... É excitado, sobe para o nível três, cai para o nível dois, aparece essa linha. Aí de novo, ele é excitado, sobe para o três, desce para o dois, é a mesma linha. Aa1: Mas se ele sobe para o 4? E desce para o três é outra linha? P: Se ele sobe para o quatro e desce para o três ele emite uma outra onda eletromagnética... As linhas espectrais na verdade vão aparecer quando ele descer para o dois. Do 4 para o 2 então, vai aparecer uma segunda linha. A: Você quer saber por quê... Existe a linha? P: OK. Por que as outras linhas? Por que aparecem as outras linhas? A2: Boa pergunta. A1: Porque ele sobe de nível mais de uma vez e desce. A2: Porque ele sobe de nível, e aparecem linhas. P: Se ele sobe para o 3 desce para o 2 é essa linha.</p>	L e R conversam
58:26	<p>Aa1: Agora se ele subir pro quatro e descer pro 3. P: Se ele subir para o quatro e descer para o três ele emite uma outra onda eletromagnética, mas nem dá nem pra ver no espectro visível, vamos descer para o 2. Subir para o 4 e descer para o 2, tá aqui a segunda linha. E a outra linha?</p>	

	<p>Aa1: Subiu para o 5. P: Subiu para o 5. Aa1: Desceu para o quatro. P: Desceu para o 2, é outra linha. Aa1: Ah para o 2?</p>	
--	--	--

No grupo 2 as atitudes foram semelhantes. A liderança foi de R e de Aa2. A diferença é que R não estava muito disposto a participar. As alunas Aa2 e Aa3 se preocuparam em entender e executar o que foi pedido, como se pode verificar na transcrição abaixo:

08:37	<p>R: já viu esse daí? A 2? Aa2: essa daqui é essa.</p>	D, que não estava participando, começa a fazer observado pela Ma. R continua fazendo.
08:52	<p>D: já achou uma? R: a estrela 2 então tem alumínio. Aa3: É alumínio. Aa2: não é, ó.</p>	
09:05	<p>Aa3: Nossa, mas parece, L: Como é que vai responder vai colocar...? R: a estrela dois tem alumínio.</p>	
09:25	<p>Aa3: tem mais uma aqui, ó. L: Como é que é R? Estrela 2... R: Estrela dois... alumínio.</p>	

16:26	<p>R: se tiver um só igual aí marca? Aa2: é. R: ah então. Empresta aqui a dois já fez, né?. Aa2: a dois já fez... R: agora eu entendi. Aa2: () R: Porque eu achei que tinha que ser igual todo, no total. Aa2: ah é?</p>	
-------	--	--

17:50	<p>R: vê do começo: se tiver uma linha assim, por exemplo, essa aqui ó... tem que deixar na mesma linha.</p>	
18:04	<p>D: não. R: aqui ó. Aa2: tem mais ó.</p>	
18:13	<p>R: mas uma linha não tá batendo?Então.</p>	
18:18	<p>D: nossa to bocejando toda hora, que sono... R: você vê do começo. Se tem uma linha só batendo tem o troço lá, hélio, hidrogênio ...</p>	

Após a intervenção e correção de rumos que o professor impôs entre $t= 28:00$ e $t=1:21$, os alunos do grupo 2 assumiram rapidamente a situação como **didática** e refizeram rapidamente o trabalho para entregar. No período entre $t= 31:21$ e $t= 42:55$ os contratos entre os alunos são de **informação e reprodução formal**: fazem o que o professor indicou. As atitudes e as falas dos alunos mostram que eles não entenderam o significado do espectro como o conjunto de ondas de frequências bem determinadas e características de cada elemento químico, nem que o espectro da estrela representada na transparência corresponde a uma “superposição” de espectros dos diferentes elementos químicos que a compõem. A transcrição acima, $t= 16:26$ a abaixo mostram essa não compreensão:

32:11	<p>A4: Aqui professor P: Tá certinho: todas as linhas do Helio estão na estrela. A5: Me fala uma coisa onde é que está a estrela aí, que eu não estou vendo.</p>	Risos.
-------	--	--------

Durante a explicação do modelo de Bohr, no final da aula, o grupo 2 não participou da discussão, e ainda fez comentários que mostraram a não aceitação da devolutiva, como demonstram as transcrições:

52:36	<p>P: Até aí a ciência pensava que o elétron poderia ocupar... Pessoal... qualquer posição ele poderia estar aqui, poderia estar aqui, girando aqui, <i>girando aqui, girando...</i> R: <i>Você vê, é sexta feira e o cara consegue falar isso.</i></p>	Mostra na lousa.
-------	--	------------------

1:00:58	<p>P: E aí? R: eu não to conseguindo... eu não to com cabeça pra pensar. P: essa fala é importante. O que está acontecendo contigo hoje? R: Sei lá. Não to conseguindo raciocinar, é o calor professor. L: tá preocupado com o leite que tem que levar pras crianças em casa. R: to preocupado com o jantar, minha mulher vai chegar e vai me matar...</p>	
---------	---	--

Na transcrição da p.116, t= 1:01:35, percebe-se que o professor começou a ajudar os alunos a responder, queria que eles pensassem na quantidade de átomos existentes em uma mostra de gás, mas não houve receptividade. Este efeito, em que o professor vai simplificando, fornecendo elementos, até dar a resposta ele mesmo, é chamado por Brousseau de efeito Topaze.

Vale ressaltar que no grupo2, a aluna Ma não participou, colocando-se à margem da discussão e do trabalho durante toda a aula.

Síntese:

Nesta aula houve acompanhamento do trabalho dos grupos separadamente. Em termos de situações e contratos, observou-se que os mesmos foram usados num e noutro grupos. A diferença se deu em termos de tempo; enquanto o professor fazia a validação em um grupo, o outro agia por si, e enquanto um grupo realizava a tarefa, o outro passava pela situação de validação.

Deste modo, optou-se por fazer a síntese da aula tomando como referência o mesmo grupo usado como tal para a transcrição: o grupo 2.

Quadro de síntese Aula 2 – Turma B (grupo 2).

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Ação	Informação	04,5 min
	Construtivista + informação	23,5 min
Validação	Informação	03 min
Didática	Reprodução formal	11,5 min
	Informação	08,5 min
Formulação	Construtivista + informação	10,5 min

5.5.3 Turma C.

A aula ocorreu novamente na sala de vídeo. Era a penúltima aula de física do ano. A professora pretendia aplicar uma prova na última aula, mas não conseguiu porque muitos alunos não compareceram. Vale ressaltar que, como a escola utiliza sistema de notas de zero a dez, a maioria dos alunos dessa classe já tinha os pontos necessários e estava praticamente

promovida. O módulo seguinte, em dezembro, seria parte do processo de recuperação adotado pela escola.

Acontecimentos anteriores:

Na aula seguinte àquela de observação das lâmpadas, a professora fez a leitura do texto Espectroscopia⁴⁸ em classe e os alunos responderam às questões que acompanhavam o texto. A seguir, houve uma interrupção prevista, devida aos feriados de 15 e 20 de novembro e respectivas emendas. As aulas foram retomadas após 6 dias. A professora fez uma recapitulação dos conteúdos, leu com os alunos o texto “Espectros de emissão e absorção”⁴⁹, que substituiu a atividade na sala de informática. Nessa aula a professora relatou sua experiência pessoal de trabalho em indústria, em que verificava a composição química de diferentes tipos de aço, usando espectroscópio. Como não pôde usar a sala de informática, foram mostrados os espectros impressos de emissão e absorção e os alunos responderam às questões do texto. No dia seguinte, houve um jogo de final de campeonato, e as aulas foram suspensas. Só depois a atividade do astrônomo mirim foi levada para a sala de aula.

A aula: descrição, transcrições e análise.

A aula iniciou com a proposta da atividade do astrônomo mirim. A professora explicou cuidadosamente o que deveriam fazer. Propôs a entrega individual dos resultados, mesmo sem ter material em número suficiente para cada aluno.

2:12	P: isso daqui, ó, é o espectro... de uma estrela. Então, a luz que uma estrela está emitindo, olhando pelo espectroscópio, ela tem esse espectro aqui, que é característico dela, e através aqui da análise desse espectro dá pra saber que elementos químicos que tem lá naquela estrela. É isso que vocês vão fazer.	Mostra uma transparência do espectro de uma estrela.
2:39	P:Cada aluno, presta atenção, isso vai valer nota pra mim... Cada aluno vai ter que fazer três estrelas. Têm várias aqui. Não sei se vai dar pra distribuir, por exemplo, já uma para cada um, mas cada aluno vai ter que fazer 3, necessariamente. São várias, tá vendo esta daqui é a estrela nº 6. Então, terminou de analisar a estrela nº 6 passa esse papelzinho para outra pessoa, porque cada um tem que analisar três estrelas. Tá, a Ga vai ficar com a 1, a estrela 1, 2 e 3, e a... Bel com a 9, 5, 7, mas cada aluno tem que analisar 3 então, é	

⁴⁸ Anexo C.3, p165.

⁴⁹ Anexo C.7, p.175

	<p>isso aí. Vocês vão receber um padrão, o espectro padrão de alguns elementos químicos que eu vou pegar. Ó...</p>	<p>A professora busca a folha dos elementos para mostrar.</p>
03:40	<p>P: A folha padrão, eu também não tenho uma cópia para cada aluno. Então vocês vão sentar mais ou menos em dupla ou em trio, <i>vocês vão se ordenando</i>.</p> <p>L: eu você e a ()</p> <p>Então o que vocês vão fazer: essa aqui é a estrela, vocês têm que casar direitinho, pontinha com pontinha, aqui, por exemplo, com o elemento hélio, bem certinho, tá? Esse daqui eu to pegando o hélio. Está vendo aqui o espectro do hélio? Essa linha, essa linha e essa daqui? Vocês têm que procurar no espectro da estrela se tem exatamente essas linhas. Se tiver é porque o elemento Helio está presente aqui no espectro dessa estrela... então, cada estrela tem pelo menos três elementos que vocês vão ter descobrir quais são, deu pra entender o que é que vocês tem que fazer? Pra afirmar que tem o elemento Helio, tem que ter essas três se não, não tem. Se tiver faltando uma linha não tem o elemento... certo? E cada aluno tem que fazer três estrelas. Pode ser variado.</p>	<p>Mostra para a classe</p>
05:04	<p>Aa2: é individual?</p> <p>P: é individual, cada um produz o seu. Vocês podem até sentarem juntos, mas a Ia vai pegar a estrela 2 e a Ca a estrela 5. Vocês estão com uma folhinha padrão, vão trocando, terminou vocês podem trocar as estrelas, tá? Vocês vão ter um tempinho pra fazer isso, depois nós vamos () o modelo de Bohr. Não é o dia inteiro hoje pra fazer isso aqui não...</p>	
08:00	<p>P: é individual, hein, gente.</p> <p>Aa2: e quem não ganhou folha?</p> <p>P: vocês vão se trocando entre si aí.</p> <p>Aa3: pega essa.</p>	<p>Começa a entregar as transparências dos espectros das estrelas.</p>
8:30	<p>P: você tem que () que elementos químicos tem no espectro dessa estrela. Você vai olhar o espectro dela e você vai conferir o padrão com o ferro se tiver todas as linhas você pode afirmar que lá tem ferro.</p>	
8:52	<p>Aa2: <i>mas quem não ganhou papel?</i></p>	

	<p>L: <i>professora dá uma ajuda aqui!</i> P: não vai olhar os dois papeis ao mesmo tempo. Vocês vão se trocando, entendeu? Um olha empresta pro outro ir olhando. Aa3: mas neste caso, todo mundo tem que fazer... P: todo mundo tem que fazer. Aa3: todos. P: todos. Aa: mas todos tem que fazer todos os...() P: três, só três. Três papezinhos deste aqui... Você vai me entregar três, <i>mas olha quantos elementos... você vai ter que encontrar pelo menos três elementos</i> químicos em cada estrela. A1: <i>olha, essa daqui bateu.</i> A2: eu achei!</p>	L fala com a Ca sobre o padrão.
9:41	P: você vai ter que olhar pra essa estrela aqui e falar: nela tem o hélio, tem o ferro e tem o cálcio. Pronto. Cabo. Muda de estrela.	

A professora delegou a organização do trabalho aos alunos: que troquem as estrelas e os espectros dos elementos entre eles de modo que cada um investigue a composição do espectro de três estrelas quaisquer e encontre pelo menos três elementos em cada estrela. Propôs uma **situação de ação**.

19:35	L: essa não tem alumínio. A1: <i>essa daqui não tem nada.</i>	
19:43	L: não possui cálcio. A1: <i>essa também não possui cálcio.</i> P: <i>cada estrela tem mais que o elemento.</i>	Professora atende aluna no fundo da sala.

31:27	Aa: a 3 a 8 e a 7.	(referem-se a estrelas observadas)
	Aa: a 9 a 2 e a 8.	
31:36	Aa7: entrega para a professora? () terminamos.	Aluna pergunta para a pesquisadora, acenando com 2 espectros de estrelas para devolver.
31:41	Aa7: pro... Aa6: professora quem terminou pode fazer mais? Aa5: pode entregar? L: alguém quer a 7? Aa6: isso é manero. É legal. P: isso é legal? Aa7: gostei.	Acena agora para a professora..

	A6: professora, uma estrela pode ter mais de 3 elementos: P: pode. Tem que achar pelo menos 3.	
--	---	--

Poder-se-ia pensar que se trata de uma situação didática. O que caracterizou **a ação**, no caso, foi a atitude dos alunos durante essa situação: mesmo alunos que estavam fazendo juntos, não copiaram o resultado um do outro, fizeram estrelas diferentes, como pode-se observar em t = 31:27. Em t = 34:45 boa parte dos alunos já havia terminado, enquanto algumas duplas ainda faziam a atividade e continuaram sem se preocupar em copiar para entregar. Trocaram idéias e estrelas, cada um fazendo o seu trabalho. Esta atitude caracteriza a **situação a-didática**.

Em t = 45:37 a situação passou a ser de **institucionalização**: foram resgatados os conteúdos anteriores, retomada a questão que se tornou problema para os alunos na aula anterior: o casaco vermelho, porque emite só luz vermelha?

45:37	P: vamos só retomar o que a gente fez até agora: a luz é uma onda eletromagnética, e cada frequência corresponde a uma cor. Conforme o material e a cor que está iluminando vemos o objeto com uma cor diferente, pois ele reflete alguns comprimentos de onda e absorve outros.	Começa a ler uma síntese.
-------	---	---------------------------

46:21	P: vimos que a luz branca é o conjunto das cores do arco íris e que podemos ter espectros contínuos e discretos, dependendo do gás ou do tipo de lâmpada que estamos utilizando. Recapitulando aquela parte de lâmpadas, que vocês viram cada lâmpada tinha um espectro diferente: para umas era contínuo, pra outras era discreto. Depois vimos que a espectroscopia permitiu um jeito de identificar o elemento químico através do seu espectro. É o que vocês fizeram agora: vocês identificaram quais elementos químicos que tem naquela estrela observando o padrão do espectro para cada elemento químico e se esse padrão tinha nas estrelas que vocês estavam observando. Hoje vamos ver e explicação que corresponde à pergunta que tinha ficado no ar nas outras aulas.: por que aquele material emite só aquela linhas? Ou por que aquele material é vermelho? O casaco, lembra? Bom	
-------	--	--

	alguém se arriscaria a dizer?	
--	--------------------------------------	--

A professora propôs então, a leitura do texto (t = 53:21) como fonte de informações para responder à questão.

53:21	<p>P: Tem a ver com o que a Ca falou, tem a ver com o modelo atômico,... então nós vamos dar uma lida aqui no modelo atômico de Bohr, que foi através dos postulados de Bohr que a gente vai encontrar a explicação pra isso. Pshh L. E a gente vai encontrar as explicações pro espectro de cada elemento, do porque isso acontece... Hoje tem um monte de voluntário para ler, o texto é grande.</p> <p>Aa: nem é.</p> <p>P: então eu vou deixar cada um ler um pouquinho.</p>	
-------	---	--

A leitura do texto é uma situação **didática**: os alunos desempenham a tarefa, lêem, quando solicitado. Há alguns que estão distraídos, outros bocejam. Em t = 1:20:44 a professora retomou a questão buscando estabelecer a relação entre a pergunta sobre a cor do objeto e a emissão de luz segundo o modelo atômico de Bohr. Após a **situação de ação** ter sido seguida por uma **situação didática**, a leitura do texto, a professora busca estabelecer uma nova **situação a-didática**, agora **de formulação** que não acontece.

A professora não se preocupou com a tarefa, responder às questões, mas em **institucionalizar** o conteúdo do texto, especialmente a excitação do elétron e a emissão de luz. Interrompeu a leitura em diversos momentos para explicar o texto, como exemplificam os trechos abaixo.

58:37	<p>P: ó espera um pouquinho. É aquela primeira figurinha aí ó você tem uma lâmpada, tem ali um... prisma, né? E aí vocês estão vendo aqui um espectro contínuo, tá?</p> <p>.....</p>	
-------	--	--

01:03:48	<p>P: olha vocês estão acompanhando, né? Nós estamos no modelo de Rutherford, nós temos o núcleo atômico, positivo, e os elétrons girando em torno desse núcleo. Só que isso tinha alguns problemas. Um deles era a força de atração coulombiana, carga positiva com negativa se atraem. Por que o elétron não iria</p>	
----------	---	--

	de encontro ao núcleo, já que carga negativa e positiva se atraem? O outro problema é que elétron girando emitiria radiação, perderia energia e também iriam se colidir com o núcleo. Então, esse modelo tinha problemas que agora a gente vai ver como é que foi solucionado. Vocês viram que... a gente já viu isso no segundo bimestre. Tá lembrando? Tá? Vam'bora?	
--	--	--

A situação de **institucionalização** se estabeleceu em t = 1:20:44, ao propor a retomada da questão de fundo sobre a cor do casaco, e foi até o final da aula, com alguns alunos ainda discutindo o assunto com a professora, enquanto outros se preparavam para ir embora.

1:20:44	P: bom, então gente, vamos lembrar das frequências que a... Ta... lembra que a Ta falou? A cor depende da frequência da onda eletromagnética? Essa frequência tem a ver com a energia que o elétron recebe quando ele tá numa determinada órbita, ele recebe uma determinada quantidade de energia, pula de órbita, e quando ele volta pra órbita original, ele emite essa energia em forma de onda eletromagnética, que possui uma frequência específica, e que vai mostrar lá aquelas várias raias de luz que vocês viram agora no espectro dos elementos. Por isso que cada elemento químico tem seu espectro característico, por que depende da quantidade de elétrons que ele tem e dos vários saltos possíveis que esse elétron pode () Ca: professora... professora e da onde vem esses elétrons?	
1:21:54		Ruídos de conversas paralelas impedem de transcrever o diálogo com Ca.
1:23:00	Aa1: não vai dar tempo de Aa2:... entregar segunda prontinho...	A professora olha as questões do texto.

Quanto aos contratos.

No início da aula, a professora propôs o problema e deixou a ação livre para os alunos, como em t = 03:40 e t = 05:04, transcritos no item anterior. Neste caso, o contrato é

construtivista: o meio foi organizado, material entregue, e os alunos assumiram a responsabilidade pela execução da proposta.

Durante a aula, quando atendia os alunos o contrato era de **informação**, como no trecho t= 8:30, p.129.

Quando fez a síntese, entre t = 45:17 e t = 47:42, p.130, o contrato é de **informação**. Depois, retomou a questão do casaco e buscou fazer perguntas que os alunos soubessem responder: usou a **maiêutica socrática**, buscando estabelecer uma **situação de formulação**, que não aconteceu.

47:57	P: pensa. L: o D sabe. P: ó alguém se arrisca L: ele disse que se arrisca P: então arrisca... voltando àquela historia do casaco, alguém se arrisca a dizer por que o casaco vermelho só reflete o vermelho e absorve as outras cores? A1: levanta a mão P: vai, vai. A1: porque foi feito assim, né?	Risos.
48:27	P: essa daí não serve. Ca. Ca: não, é porque::: tem aquele negócio de:: uma cor ser diferente da outra, da freqüência, dependendo da freqüência, (), sei lá. Eu não sei. To chutando P: você acha que tem a ver com o átomo que compõe lá o material?	
	P: Vai, vai. A1: Porque foi feito assim, né?	
48:27	P: essa daí não serve. Ca. Ca: não, é porque::: tem aquele negócio de:: uma cor ser diferente da outra, da freqüência, dependendo da freqüência, (), sei lá. Eu não sei. To chutando P: você acha que tem a ver com o átomo que compõe lá o material?	
49:00	P: você acha que depende da luz que está iluminando, bom. () P: isso por que? A gente já sabe o que acontece? Ele absorve algumas e reflete outras. Por que que isso acontece? A3: reflete o vermelho, o anil e...	Um aluno fala em voz baixa.
49:32	P: pera aí, deixa eu escutar o que ele está falando.	

	A7: as mais fracas ficam e as mais fortes conseguem bater e refletir? P: você acha que é isso, que tem a ver o que, com a intensidade? Quem mais? () P: hum hum, ela já deu. L: professora, eu sei.	Uma aluna fala mas não se entende na gravação.
50:07	P: bom ó a Ca levantou que tem a ver com a composição atômica aí do material que... a camisa dele. Vai depender dos átomos que compõe ali a camisa dele () ela não sabe explicar porque mas acha que tem a ver com o átomo. L: professora, eu sei. P: então vai. L: no início Deus criou o céu e a terra e disse haja luz. E houve luz.	Risos...
50:44	P: ó, ó.	
50:58	P: você acha que depende do objeto, e da luz que está iluminando.	Ca fala de novo, não dá para entender.
51:16	P: Ô ô pessoal... Vamos ouvir o E.	Ruído de quebra. Os alunos protestam.
51:32	P: tá bom. Todo mundo vai falar, vai.	O aluno fala baixo.
51:40	Aa: fala alto.	
51:47	P: uma responsabilidade do átomo?	
51:53	Quem queria falar?	
52:11	Aa: as cores mais fortes... elas absorvem e as mais claras...	
52:25	Aa: as cores mais fortes, mais escuras... elas absorvem e as claras elas refletem. P: presta atenção aqui, se você for por esse caminho, então teriam poucas cores da natureza que a gente conseguiria enxergar () você está querendo dizer que as mais fortes seriam absorvidas e as mais claras, mas aí () Você concorda comigo que aí a gente não teria todas as cores ().	

Quando conseguiu uma relação entre a cor emitida e o material (átomo) que compõe o material, propôs o texto como fonte para uma explicação mais completa. O contrato é de **direção de estudos**: supõe que a leitura do texto leve o aluno a aprender, o que é equivalente a indicar como o saber pode ser apreendido.

Em 1:20:44, transcrito no item acima, resumiu as informações do texto: contrato de **informação**. A seguir iniciou uma série de questões visando verificar se os alunos entenderam o texto. É um contrato de **reprodução formal**: os alunos deveriam reproduzir as idéias do texto, visava mais a fixação dos conceitos do que sua construção ou aplicação.

1:24:29	<p>P: então ó shhh. Tem uma idéia que precisa ficar clara hoje. Presta atenção os meninos aí. E essa. Gente, presta atenção. Uma idéia básica que vocês têm que sair hoje daqui, tá? Que é a seguinte: nós estamos no modelo atômico de Bohr, nesse modelo nós temos um núcleo positivo e temos elétrons girando em torno dele. Primeiro, pergunta: os elétrons podem girar em qualquer lugar em torno desse núcleo?</p> <p>L: não.</p> <p>Aa: não.</p> <p>Aa2: não.</p> <p>L: órbitas definidas.</p> <p>P: órbitas circulares e determinadas. Um elétron ele:: pra ele sair de uma/quando ele está numa determinada órbita ele está estável. Pra ele ir para uma outra órbita o que ele precisa?</p> <p>Aa: <i>ganhar energia.</i></p> <p>Aa2: <i>energia.</i></p> <p>Ca3: <i>perder ou ganhar energia.</i></p> <p>P: e ele pode absorver qualquer quantidade de energia?</p> <p>Vários: Não.</p> <p>P: uma quantidade determinada.</p> <p>Ca: ()</p> <p>P: () da constante de Planck E igual a h f. Quando ele pula de órbita, ele fica estável ou instável?</p> <p>Ca: instável.</p> <p>P: e aí ele vai procurar a estabilidade? E quando ele volta pra órbita que ele estava o que que acontece? O que acontece nessa volta?</p> <p>Ca: emite...</p> <p>P: ele emite a energia.</p> <p>A: eu ia falar isso.</p> <p>P: E essa energia é o que? Ele perdeu/emitiu radiação. É uma onda eletromagnética de frequência característica, que corresponde às várias frequências da luz... Mas ele só pula se ele receber... senão ele fica naquela órbita dele.</p>	
---------	---	--

A participação espontânea dos alunos na atividade do astrônomo mirim, o interesse em continuar fazendo mesmo quando poderiam copiar resultados para entregar, mostra que houve **devolutiva**. A discussão do texto no final da aula teve participação dos alunos: às vezes, vários responderam simultaneamente, o que dificultou a transcrição das respostas.

Síntese.

Nessa aula percebe-se que a utilização de **situação didática** não foi empecilho para acontecer a **devolutiva**. No caso, a **situação de ação** ocupou a maior parte do tempo de aula. A existência da questão sobre a cor do casaco ajudou a manutenção das características **didáticas**, mesmo durante as situações **de institucionalização**.

Quadro de síntese Aula 2 – Turma C

Situação	Contratos na ordem em que aparecem	Tempo aproximado
Ação	Construtivista/Informação	45,5 min
Institucionalização	Informação	2,5 min
	Maiêutica socrática	6,5 min
Didática	Direção de estudos	26,5min
Institucionalização	Informação	04 min
	Reprodução formal	02 min

5.5.4 Estudo comparativo das três aulas.

Ao comparar as três aulas, percebe-se que na turma A o professor não conseguiu que os alunos participassem: estabeleceu uma situação **didática** e a atividade do astrônomo-mirim tornou-se uma tarefa. Uma justificativa poderia ser que agiu pressionado pelo tempo de aula, ou por seu plano de explicar o modelo de Bohr antes de terminar o ano letivo. Mas esta pressão também havia na turma B.

Nas outras duas turmas (B e C) houve uma efetiva aceitação da devolutiva, com evidente compromisso dos alunos na realização da proposta e durante a explicação, após a atividade. Essa explicação foi encaminhada diferentemente pelos professores: enquanto o professor da turma B explicou o modelo de Bohr através de uma situação didática com contrato de informação, a professora usou a direção de estudos seguida de institucionalização com contrato de informação e reprodução formal.

A escolha de um ou outro modo de explicar o modelo de Bohr pode estar relacionada à formação dos professores: enquanto o professor da turma B conhecia profundamente o conteúdo, a professora teve pouco contato com o conteúdo. O professor, pressionado pelo tempo, passa a informar o aluno sobre o assunto enquanto a professora, trilha um caminho que lhe dá segurança. Os contratos escolhidos por ela, ao responsabilizarem mais o aluno pela aprendizagem, facilitaram a aceitação da devolutiva.

Quadro de síntese da Aula 2.

SITUAÇÃO	TIPOS DE CONTRATO	TEMPO
TURMA A		
Didática	Informação	05 min
	Utilização do conhecimento	27 min
	Informação	08 min
Institucionalização	Informação	05 min
TURMA B		
Ação	Informação	04,5 min
	Construtivista + informação	23,5 min
Validação	Informação	03 min
Didática	Reprodução formal	11,5 min
	Informação	08,5 min
Formulação	Construtivista + informação	10,5 min
TURMA C		
Ação.	Construtivista/informação	45,5 min
Institucionalização	Informação	02,5 min
	Maiêutica socrática	06,5 min
Didática	Direção de estudos	26,5min
Institucionalização	Informação	04 min
	Reprodução formal	02 min

5.6. Analisando situações e contratos.

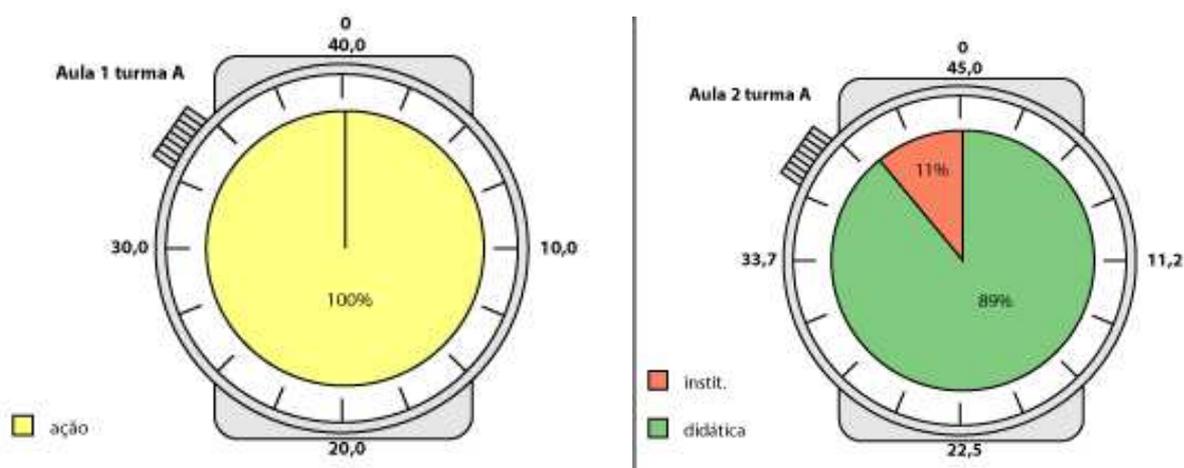
Este trabalho se propôs a analisar uma seqüência didática com a finalidade de discutir sua efetividade, buscando caracterizar as atividades em sala de aula de uma maneira menos subjetiva. Para isso construíram-se categorias de análise, tendo como referência a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau e a dinâmica dos contratos didáticos.

A análise feita permite que sejam encaminhadas algumas respostas quanto à transposição interna, ou seja, às adaptações que o professor faz para transformar o saber a ensinar em saber ensinado.

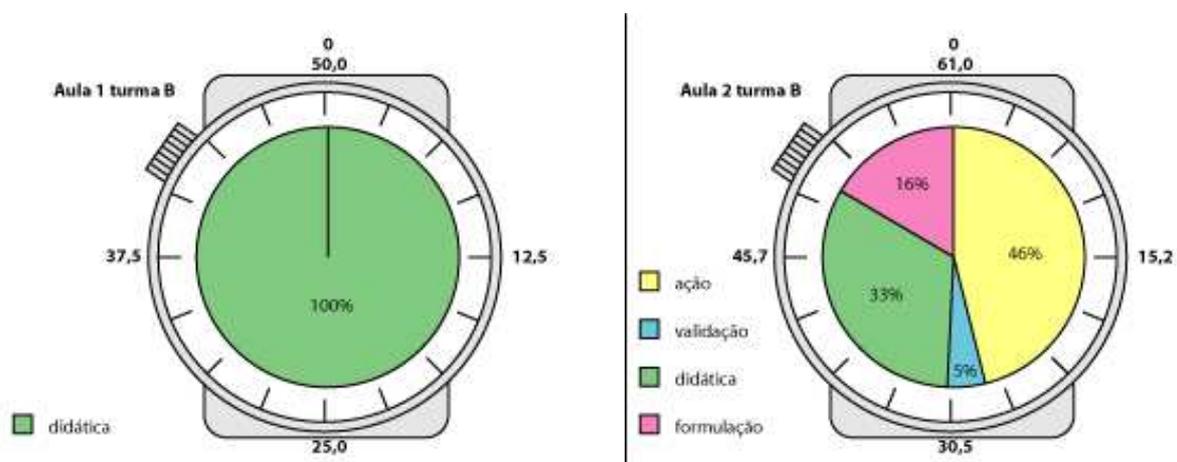
O professor tendo em mãos o material (no caso: o quadro sintético, os textos, a proposta de trabalho) prepara a aula. Percebe-se que há limitações nas possibilidades de

transposição do saber a ensinar. Por mais que, no caso do curso em questão, a proposta fosse de levar o aluno à construção do conhecimento, o material de ensino que se constitui no saber a ensinar permite alternativas. O professor pode optar por estabelecer na aula as situações que julgar convenientes, independente do material. Assim a aula 2, que nas turmas A e C teve o predomínio de situações **a-didáticas**, tornou-se uma aula expositiva na turma B. O uso da tecnologia, no caso apresentação em *power point*, não alterou sua característica, enquanto na turma C, praticamente sem recurso didático diferente, apenas com o texto, a professora conseguiu que a devolutiva fosse aceita e os alunos participassem da aula.

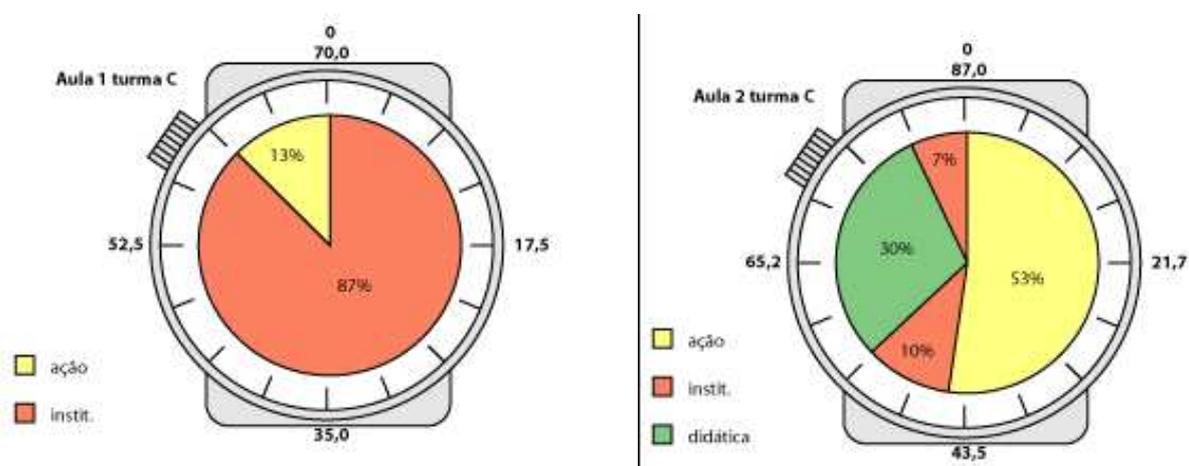
Os diagramas abaixo, representando as “situações” desenvolvidas ao longo das aulas, podem sugerir novas inferências. Nestes diagramas o tempo de aula filmado está representado pelo relógio sobre o qual foram marcadas as situações que se sucederam no decorrer do tempo.



As aulas das turmas A e B, com duração estimada de 90 minutos, tiveram seu tempo reduzido por imprevistos, o que influenciou nas opções do professor. O fato da aula 1 da turma A ter ocupado menos da metade do tempo previsto, deixou o professor preocupado com a finalização do período letivo, o que ficou muito evidente na aula 2. Na impossibilidade de estudo do modelo atômico de Bohr, procurou concluir o curso de alguma forma e por isso transformou o astrônomo mirim em tarefa, explicando superficialmente a associação espectro-elemento químico.



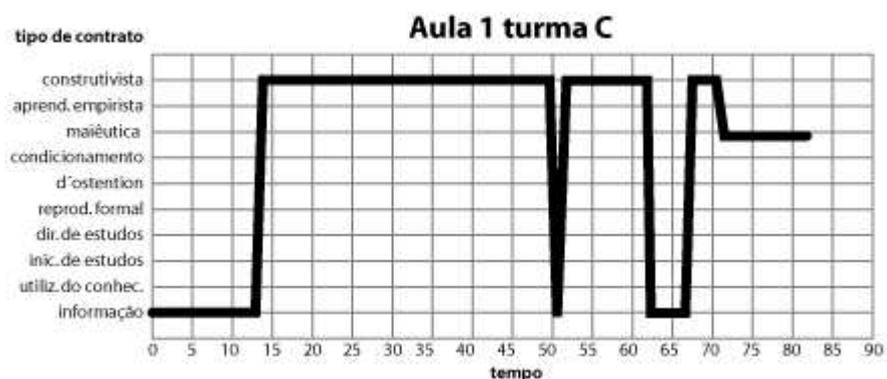
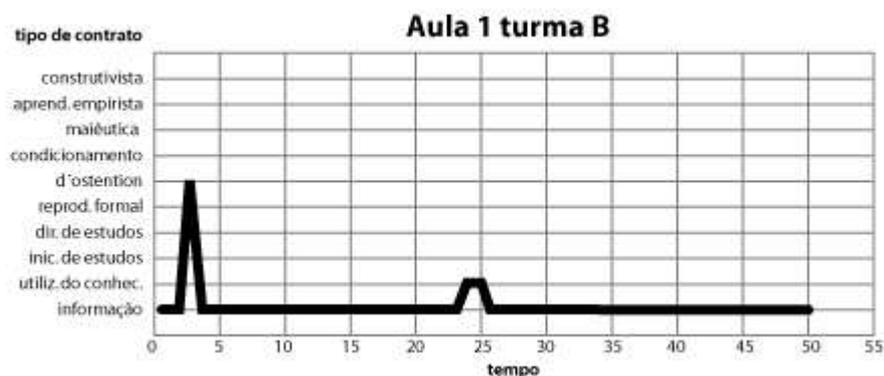
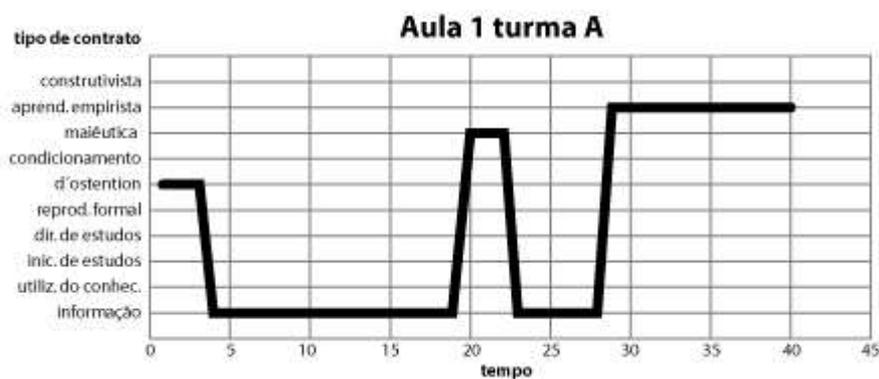
O professor, no final da primeira aula da turma B, apresentou o *power point* sobre os espectros das lâmpadas e com isso os alunos tiveram mais tempo e maior liberdade para trabalhar na aula 2. Os alunos puderam agir por conta própria e o professor pôde validar ou não a atividade. A situação **didática** aconteceu, e mesmo assim, o professor conseguiu colocar uma questão que foi capaz de estabelecer nova situação **a-didática**, agora de **formulação**.



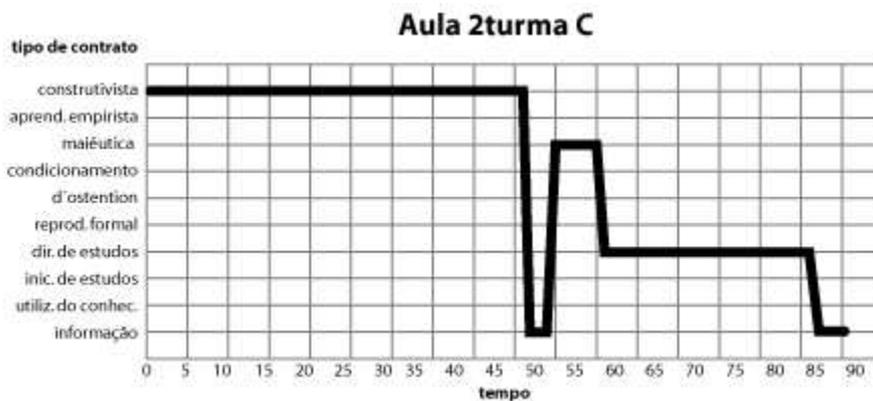
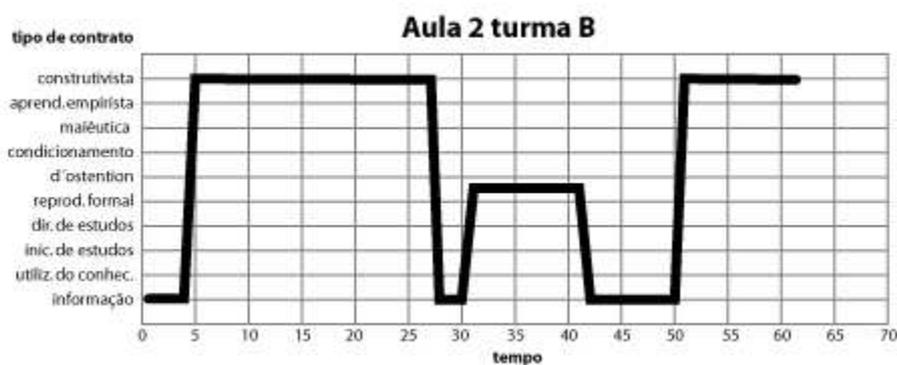
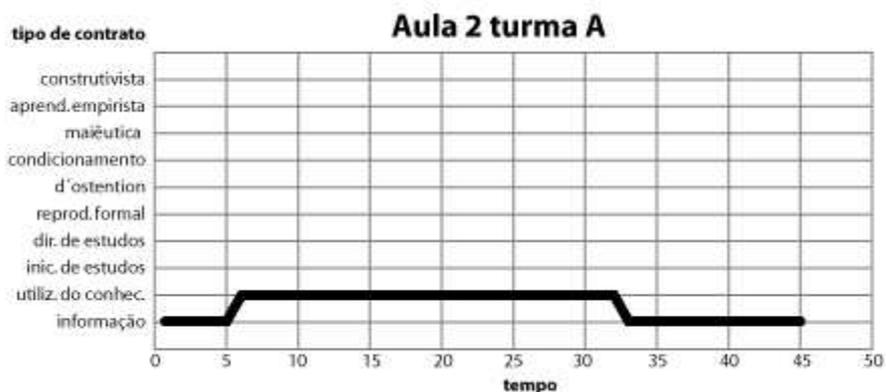
A professora da turma C não teve problemas com o tempo: conforme planejado, conseguiu concluir a explicação do espectro discreto com o modelo de Bohr e em ambas as aulas conseguiu manter as situações **a-didáticas** na maior parte do tempo.

Percebe-se que a existência de situações **didáticas** não foi empecilho para que acontecesse a devolutiva. Certamente, as aulas que tiveram maior duração, como as da turma C e a aula 2 da turma B, possibilitaram que situações a-didáticas acontecessem, o que favoreceu a aceitação da devolutiva pelo aluno.

Como exposto anteriormente, procurou-se observar a alternância dos contratos durante as aulas. Os diagramas abaixo propõem-se a representar as “modulações” dos contratos, a revelar a “linha melódica” escondida nas relações professor–aluno–saber.



Os contratos mais abertos que permitem ao aluno uma relação mais direta com o saber, estão intimamente relacionados com as situações **a-didáticas**. São contratos em que o compromisso com a aceitação da devolutiva pelo aluno é mais evidente e com isso o aluno assume cada vez mais a responsabilidade por sua aprendizagem.



As situações de **ação** que puderam ser observadas associavam contratos mais **didáticos** como: de aprendizagem empirista, maiêutica socrática e construtivista a contratos de informação e, nestes casos, observou-se a aceitação da devolutiva por parte dos alunos.

As situações de **institucionalização** cooperaram para a aceitação da devolutiva, na medida em que associaram o contrato de informação à maiêutica socrática e à reprodução formal. Quando a institucionalização usou apenas de informação, a situação foi didática.

As situações didáticas apareceram associadas a contratos fracamente didáticos, como a utilização do conhecimento e informação.

O contrato *d'ostention* foi usado durante pouco tempo nas atividades analisadas, mostrando-se inadequado ao reconhecimento dos tipos de espectro das lâmpadas: o professor, ao perceber que mostrar não era suficiente para a classificação dos espectros, passou a dar informações ao aluno.

A **validação**, nas aulas filmadas, só apareceu nos trabalhos em grupo, quando o professor se aproximava para verificar como os alunos estavam trabalhando. No caso, a validação apresentou dois sentidos: o aluno buscava que o professor validasse seu procedimento, enquanto o professor perguntava e querendo validar o entendimento do problema pelo aluno.

Nota-se que em todas as situações observadas, houve intervalos de tempo maiores ou menores em que o contrato de **informação** foi evidente. O papel do professor como o que dá informação, que é predominante em metodologias mais tradicionais, subsiste em contextos que visam uma maior responsabilidade do aluno em sua aprendizagem. Na aula 1 turma C, por exemplo, mesmo durante o contrato **construtivista**, houve vários momentos de informação, em que a professora fez pequenos esclarecimentos ou respondeu a perguntas específicas e que não impediram a ação dos alunos.

As diferenças observadas entre as aulas das turmas A e B, que aconteceram na mesma escola, no mesmo período, mostram a importância da atuação do professor para que um saber a ensinar se torne saber ensinado. O professor que tinha profundo conhecimento do material e da proposta do curso de dualidade onda-partícula implementou dinâmicas bastante diferentes nas duas classes ora conseguindo, ora não, a aceitação da devolutiva pelos alunos. Por exemplo: na aula 1 da turma A, deixou que os alunos fossem descobrindo as diferenças entre os espectros, enquanto na turma B, descaracterizou a atividade ao querer que associassem o tipo de lâmpada (gás ou incandescente) ao tipo de espectro (discreto ou contínuo), conforme ensinara na aula anterior.

A professora da turma C, ao contrário, tinha pouca intimidade com o material e com conteúdo. Isso pode tê-la ajudado a seguir com mais fidelidade a proposta de trabalho e a estabelecer situações **a-didáticas**, já que em alguns momentos, “descobriu” respostas nos textos junto com os alunos.

Nessa direção, Carvalho afirma que “um aprendizado significativo dos conhecimentos científicos requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos que, habitualmente, se transmitem já elaborados.” (CARVALHO et al, 2000, p.10). Além disso,

um conhecimento cuja função limita-se à sala de aula, em particular para a realização de provas, é serio candidato a ser descartado. Os alunos terminam por estabelecer com ele vínculos profissionais, pois enquanto são submetidos ao contrato didático portam-se como *profissionais da sala de aula*. Não estabelecem vínculos que extrapolem a escola e suas exigências. Enxergar o conhecimento físico como meio eficaz de entender a realidade que nos cerca garantiria vida pós-escolar ao mesmo, permitindo o estabelecimento de vínculos *afetivos*, que seriam duradouros (PIETROCOLA, p.18, grifos do autor)

A partir destas considerações, se o aluno se apropriar do problema, a aprendizagem dos conceitos e a construção do conhecimento acontecem na busca de sua solução. Deste modo, pode-se dizer que se o professor consegue que o aluno aceite a devolutiva, ou seja, que o aluno aceite sua parte da responsabilidade na aprendizagem, esta acontece.

Este trabalho não tem o “saber aprendido” entre seus objetivos, mas pode-se dizer que há fortes indicações de que houve aprendizagem ao contemplar a dinâmica dos contratos associada à aceitação ou não da devolutiva pelos alunos. Esta parece ser uma condição necessária, talvez não suficiente, para que a aprendizagem ocorra, se o objetivo é um ensino por construção.

CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Considerando que a Física está presente nos currículos escolares brasileiros apenas desde o século XIX, quando visava preparar os estudantes para o ingresso nos cursos superiores, observa-se que, nestes dois últimos séculos, mudanças importantes aconteceram: de uma disciplina preparatória para uma disciplina de formação geral; de uma metodologia que descrevia experiências, para metodologias em que o aluno realiza experiências; e finalmente, a proposta de atualização dos conteúdos por meio de inserção de tópicos de FMC.

Discutida e pensada desde os anos 80 do século XX, essa inserção foi tratada nos trabalhos de Brockington (2005) e Siqueira (2006), em que cursos foram propostos e aplicados em escolas públicas. Estes cursos superaram as dificuldades discutidas no capítulo 1, por meio da adoção de enfoques que privilegiam o caráter epistemológico e a abordagem conceitual e fenomenológica, sem que haja perda do significado físico dos conteúdos estudados.

Em termos de Teoria da Transposição Didática⁵⁰, ambos os cursos fizeram a transposição externa: partindo do saber sábio, criaram seqüências didáticas, elaborando o saber a ensinar materializado no quadro sintético⁵¹ e nas propostas de trabalho de cada curso. O saber a ensinar do curso de dualidade onda-partícula, ou parte dele, foi utilizado, entre outros, por dois professores da rede pública de São Paulo. Estas aulas, dadas na terceira série do ensino médio, abordaram o tema escolhido para esta dissertação: espectroscopia.

A partir da proposta de Brockington (2005), esses professores trabalharam na transposição interna, transformando e adaptando a seqüência de atividades de acordo com suas condições, convicções e necessidades, e levando em consideração o tempo didático. Este saber, na sala de aula, tornou-se saber ensinado.

As relações professor-saber-aluno se estabelecem na sala de aula de acordo com as situações⁵² propostas pelo professor. O professor gerencia as relações na sala de aula, por meio do que Brousseau chama de contratos didáticos⁵³. A teoria das situações e o estudo dos contratos didáticos (BROUSSEAU 1986, 1997), não trazem em si juízo de valor e, foram usados neste trabalho para a elaboração das categorias de análise, possibilitando a classificação e análise das situações e contratos que se sucederam na sala de aula.

⁵⁰ Seção 2.1, p.29.

⁵¹ Anexos A p.157 e anexo B, p.159.

⁵² seção 2.4 p.37.

⁵³ seção 2.5, p.44.

Através da análise das aulas filmadas, percebe-se que um mesmo problema proposto pode resultar numa situação **didática** ou **a-didática**, dependendo de como o professor gerencia a aula e de como os alunos aceitam ou não as propostas do professor. Há um contexto que influi nas escolhas do professor, mas suas opções são muito importantes.

As filmagens das aulas das turmas A e C, feitas com uma câmera focalizando a dinâmica da aula, permitiram observar as características mais gerais das situações e dos contratos estabelecidos. Enquanto as filmagens da turma B, com câmeras acompanhando o trabalho de grupos de alunos, mostraram melhor como os alunos discutiram ou dividiram o trabalho e como o professor acompanhou esses grupos. Em ambos os casos, nota-se que a forma como se estabelecem as relações professor–aluno–saber através dos diferentes tipos de contrato, faz com que a situação se torne a-didática ou didática e assim, que a devolutiva aconteça ou não. Temos como exemplo os contratos de aprendizagem empirista, (aula 1 turma A), maiêutica socrática (aula 1, turma C), construtivista (aula 2 turma B e turma C) que estimularam a ação e a reflexão por parte dos alunos. Os contratos de informação, quando usados em situações didáticas, reprodução formal (aula 2, turma B), utilização do conhecimento (aula 1 turma B e 2 turma A), permitiram uma atitude mais passiva por parte dos alunos.

Examinando as questões levantadas no item 1.5, as categorias de análise⁵⁴ elaboradas a partir da teoria das situações e a observação da dinâmica dos contratos didáticos mostraram ser ferramentas úteis para a modelização das situações de sala de aula e da verificação da aceitação da devolutiva pelos alunos.

Considerando que, a aceitação da devolutiva pelo aluno é condição necessária para a aprendizagem, numa aula em que os contratos se sucedem de modo que esta devolutiva aconteça, a atividade tem condições de ser incluída no saber escolar, pois poderá ser apropriada pelos alunos.

Assim, diante de uma atividade cuja efetividade em sala de aula seja desconhecida pode-se, observando a sala de aula, verificar os contratos que aconteceram, o tipo de situação que o professor conseguiu desenvolver e assim perceber se a devolutiva aconteceu, ou não. Se a devolutiva acontece, há forte evidências de que o saber transposto tornou-se um saber escolar, pois é passível de ser aprendido pelo aluno.

Essa ferramenta teórica complementa assim a Transposição Didática, permitindo uma visão detalhada do que acontece em sala de aula.

⁵⁴ seção 4.3,p.64

O saber a ensinar tem limites e possibilidades. Nos casos de inovações e atualizações curriculares, essa análise pode ser usada também para rever as seqüências didáticas quando aplicadas em sala de aula, de maneira a conseguir maior efetividade por meio de maior compromisso, com a aceitação da devolutiva pelo aluno.

Outra utilidade deste estudo foi mostrar que um professor, ao ter em mãos um material de referência – saber a ensinar – pode trabalhar na transposição interna, de modo a estabelecer intencionalmente os contratos necessários para que o aluno aceite a devolutiva e assim que a situação a-didática se estabeleça, seja trabalhando com o conjunto da classe, como nas aulas das turmas A e C, seja em grupos menores, como na turma B.

Em ambos os casos, a efetividade deixa de estar relacionada apenas ao “feeling” do professor e pode ser buscada de uma forma mais estruturada.

BIBLIOGRAFIA

ALMOULOUD, S. **Fundamentos da didática da matemática e metodologia de pesquisa:** CEMA: Caderno de Educação Matemática. Programa de estudos pós-graduados. São Paulo: PUC, 1997.

ARONS, A.B. **A guide to introductory physics teaching**, New York, John Wiley, 1990.

ARSAC, G. ; TIBERGHEN, A.; DEVELAY, M. **Transposition didactique em Mathématiques, em Physique, en Biologie**. Lyon: Edition d'IREM et Lirays de Lyon, 1989.

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.

ASTOLFI, J.-P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 2ª edição. Campinas: Papirus, 1991. 132 p.

_____; DAROT, E.; GINSBURGER-VOGEL, Y.; TOUSSAINTE, J. **Mots clés de la didactique des sciences:** Repères, définitions, bibliographies. Bruxelas: De Boeck Université, 1997. 193 p.

AZEVEDO, M.C.P.S.; PIETROCOLA, M. Pré - requisitos: necessidade ou não. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro. **Caderno de resumos**. Sociedade Brasileira de Física. p. 79.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:** Conhecimentos de Física. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília, 1999.

BRASIL. **PCN+, Ensino Médio:** Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino Médio-Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, 2002

BREWER, W. F. ; CHINN, C.A. ; SAMARAPUNGAVAN, A.S. Explanation in Scientists and Children. **Minds and Machines**, v. 8, n. 1. p.119-136, 1998.

BROCKINGTON, G. **A realidade escondida:** a dualidade onda - partícula para estudantes do ensino médio. 2005. 341p. dissertação (mestrado em ensino de ciências). IF – FEUSP, São Paulo, 2005.

_____; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em ensino de ciências** (Online), Porto Alegre v.10, n. 3, p. 1-17, 2006.

BROUSSEAU, G. **L'échec et le contrat**, 1980, disponível em <http://pagesperso-orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/echec_contrat.htm>, baixado em 22/11/2006.

_____, Les obstacles épistemologiques et les problèmes en mathématiques. Grenoble, **Recherches en didactique des mathématiques**. v. 4, n. 12. p. 165-198. 1983.

_____. Fondements et méthodes en didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 35 - 115, 1986

_____. ¿Que pueden aportar a los enseñantes los diferentes enfoques de la Didáctica de las Matemáticas ? **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v.8, n.3 . p.259-267, 1990.

_____, **La théorie des situations didactiques**, 1997, disponível em: <<http://perso.wanadoo.fr/daest/Pages%20perso/Brousseau.htm#ligne>>, baixado em 4/01/2006.

_____, **Los obstáculos epistemológicos**, disponível em: <<http://fractus.uson.mx/Papers/Brousseau/ObstaculosBrousseau.htm>>, 1999. Baixado em 1/3/2006.

_____. Les différents univers de la mesure et leurs situations fondamentales. **Quaderni di ricerca in didattica**. Palermo, v.9. disponível em <<http://math.unipa.it/~grim/mesure.pdf>>, 2000, baixado em 12/09/2006

_____; WARFIELD, G. **Le cas de Gaël**, disponível em <<http://pagesperso-orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/CasdeGael.pdf>>, 2001, baixado em 20/11/2007

_____. **Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques**, disponível em : <http://pagesperso-orange.fr/daest/guybrousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf>, 2002, baixado em 04/01/2006.

_____. **Education et didactique des mathématiques**, disponível em <http://math.unipa.it/~grim/brousseau_didact_03.pdf>

_____. **Resumé de la thèse d'état**, disponível em <http://math.unipa.it/~grim/recherche_brousseau_03.pdf>, consultado em 26/01/2007

CAILLOT, M. ; RAISKY, C. **Au-delà des didactiques, le didactique** : Débats autour de concepts fédérateurs. Paris/Bruxelles: De Boeck & Larcier,

CAPPECCHI, M.C.V.M. **Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física**. 2004. 264p. Tese (doutorado em educação). FEUSP. São Paulo, 2004.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. S. Paulo: Cortez Editora, 1995.

_____; SANTOS, E.I.; AZEVEDO, M.C.P.S. ; DATE, M.P.S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO,V.B. **Termodinâmica, um ensino por investigação**, S.Paulo:F.E. USP, 1999.

_____; VANNUCCHI, A. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa, **Investigações em ensino de ciências**, IF,UFRGS, v.1, n.1, p.3-19.1996.

_____. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. In: SANTOS, F. M. T; GRECA, I. M.(org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí. 2006, p.13-48 (coleção educação em Ciências)

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Uma oficina de Física Moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, UFSC - Física - Sta Catarina, v. 21, p. 372-389, 2004.

_____. Uma Caixinha para o Estudo de Espectros. **Física na Escola**, SBF-Brasil, v. 3, n. 2, p. 40-42, 2002.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné**, Grenoble: La pensée sauvage Éditions. 1991. 240 p.

_____. Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives aportés par une approche anthropologique,. In: Brun, J. (dir) **Didactique des mathématiques**. Lausanne: Delachaux et Niestlé, 1996. p.145-196

CHOPIN, M.-P. Le temps didactique em théorie anthropologique du didactique. In : Higuera, L. R. (coord);Castro, A.E. (coord); Garcia,F. J.(coord) **Sociedad, escuela y matemáticas: aportaciones de la teoría antropológica de lo didáctico**. Universidad de Jaén, Servicio de Publicaciones, 2007, p. 301-318.

COLL, C. **Psicologia e Currículo**, 5ªed. São Paulo: Ática, 2003. 200 p.

COLL, C.; GALLART.,I. La importancia de los contenidos en la enseñanza. **Investigación en la escuela**. Sevilla. n.3. p.19-27, 1987.

DOUADY, R. Jeux de cadres et dialectique outil/objet, **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 7. n. 2, p. 5-32, La pensée sauvage éditions, Grenoble,1986.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da Física**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1962

FORQUIN, J.-C. **L'enseignement d'une « culture commune » et la question des savoirs fondamentaux**, disponível em <http://www.ac-nancy-metz.fr/ia54/zeprep/Ressources%20diverses/Outils%20de%20r%C3%A9flexion%20et%20d'action/ECOLE%20POUR%20TOUS/COLLOQUE/FORQUIN/Culture.pdf>

baixado em 20/12/2007

GASPAR, A.. **Física: Eletromagnetismo e física moderna** - volume 3. São Paulo : Ática, 2003.

———, **Física: Eletromagnetismo e física moderna** – volume 3. Manual do Professor. São Paulo : Ática. 2003.

GIL-PEREZ, D.; SENENT, F.; SOLBES, J. La introducción a la física moderna : un ejemplo paradigmático de cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n.extra, set.1987, p. 209-210.

GIL-PEREZ, D. ; SOLBES , J. The introduction of modern physics : overcoming a deformed vision of science. **International Journey of Science Education**, London, v.15, n.3, 1993, p.255-260.

GILLISPIE, C.C. **Dictionary of Scientific Biography**, New York : Charles Scribner's Sons, v.7, p. 379-383, 540-543, 1981.

GOBARA, S.T. ; PIUBELI, U.G. Contextualização do ensino de física: iluminando o acampamento. In ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004, Jaboticatubas, MG. **Anais**, Sociedade Brasileira de Física. CD ROM 2004

——— **Perfil Conceitual e Situação-Problema:** Novas perspectivas para o processo de aprendizagem de conceitos físicos. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA SOBRE EDUCAÇÃO EM FÍSICA, 7. 2000, Porto Alegre (Canela)

GRACIA, J – C. Règles méthodologiques pour préparer l'enseignement dans sa discipline, disponível em ;

<<http://www.memento.chlorofil.fr/section3/mettre/s32f3som.htm>>, consultado em 14/11/2006

HEMPEL, C. G. Explicação científica. In: **Filosofia da ciência**. MORGENBESSER, S. (org.). São Paulo: Cultrix, 1979.

HETHERINGTON, N.; Mc CRAY, W. P. **Spectroscopy and the Birth of Astrophysics**, disponível em < <http://www.aip.org/history/cosmology/tools/tools-spectroscopy.htm>>

JOHSUA, S.; DUPIN, J.-J. **Introduction à la didactique des sciences e des mathématiques**, Presses Universitaires de France, 1993, Collection Premier Cycle.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**, 1ª reimpressão, S. Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, ,1986

MARANDINO, M., Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro nº26, 2004, p. 95 –108.

MARCHIVE, A. D'Émile à Gaël: Situation, devolution, contrat chez Rousseau et Brousseau. In: SALIN, M.-H., CLANCHÉ, P.; SARRAZY, B.(éditeurs). **Sur la théorie des situations**

didactiques: questions, réponses, ouvertures. Grenoble: La pensée sauvage, 2005. p. 321-327

MARGOLINAS, C. **La production des faits en didactique des mathématiques**, Seminaire de didactique des disciplines technologiques, **Actes**, Cachan, p. 33-53, 1997/1998

MARTINAND, J. L. **Contribution à la caractérisation des objectifs de l'initiation aux sciences et techniques**, Thèse d'Etat, Université de Paris XI, 1982.

MARTINAND, J. L. **Connaître et Transformer la Matière.** Peter Lang, Berna, 1986

MARTINAND, J.-L. La question de la référence em didactique du curriculum. **Investigações em ensino de ciencias**,(eletrônica) v. 8, n. 2, agosto de 2003.

MARTINS, I.; OGBORN, J. ; KRESS, G. Explicando uma explicação, **Ensaio –Pesquisa em Educação em Ciências.** Belo Horizonte, v.1, n.1, p.29 – 46, 1999.

NICOLI JUNIOR, R. B. **O conteúdo de Cinemática nos livros didáticos de 1810 até 1930**, 170 p. dissertação (mestrado em ensino de ciências). IF – FEUSP, São Paulo, 2007.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 5, n.1, 2000 (pagina eletrônica).

_____; CAVALCANTI, C.J.H. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis v. 16, n. 3, p. 267-286, dez1999.

_____; FERREIRA, L.M ; CAVALCANTI, C.J.H. Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio: um texto para professores sobre supercondutividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n.3. 1998(versão eletrônica).

PESSOA JÚNIOR, O. **Conceitos de Física Quântica.** S.Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, 2002.

_____. (org.) **Ensino de física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**, Florianópolis: Editora da UFSC/INEP, 2001. 205 p.

_____; FIGUEIREDO, A. **Luz e cores.** São Paulo: FTD, 1997. 64 p.

PINHO-ALVES, J. Regras da Transposição Didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

_____. **Atividades experimentais: do método à pratica construtivista.** 312p. Florianópolis, tese (doutorado), UFSC, Florianópolis, 2000.

_____; PIETROCOLA, M. Eletrostática como exemplo de Transposição Didática.. In: Mauricio Pietrocola. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001, p. 77-99.

PRETI, D. (org.) 226p. **O Discurso Oral Culto**. São Paulo: Humanitas, 1997.

RICARDO, E. C., **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino médio**, 2005, tese de doutorado apresentada na UFSC. Florianópolis, 2005

_____; SLONGO, I; PIETROCOLA, M. A perturbação do contrato didático e o gerenciamento dos paradoxos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre v.8, n. 2. 2003. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

ROSA, C.N.; Rosa, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n.1. 2005, disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>> consultado em 20 de dezembro de 2006.

SALIN, M.-H., CLANCHÉ, P.; SARRAZY, B.(éditeurs). **Sur la théorie des situations didactiques: questions, réponses, ouvertures**. Grenoble: La pensée sauvage, 2005.

SIQUEIRA, M. R. P. **Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o ensino médio**. 257p. Dissertação (mestrado em ensino de ciências). IF – FEUSP, São Paulo, 2006.

SILVA, C.C.; MARTINS, R. DE A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação** , v.9, n.1, p. 53-65, 2003.

STRAWSON, P.F. **Análise e metafísica: uma introdução à filosofia**. S.Paulo: Discurso Editorial. 2002.

TERRAZZAN, E.A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.3. p. 209-214.1992.

TSOUMPELIS, L.; GEA,J. Essai d’application de la Théorie des situations em sciences physiques. **Recherches en didactiques des mathématiques**. Grenoble,v. 15, n. 2. p. 63-108. 1995.

VALADARES, E.; MOREIRA,M.A. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis,v.15, n. 2, p.121-135, 1998.

VALDEMARIN, V. V. **O discurso pedagógico como forma de transmissão do conhecimento**, Cad. CEDES, v. 19, n. 44. Campinas, 1998. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32621998000100007&lng=en&nrm=iso> . Acesso em: 22 /01/2008.

VEIT,E.A.; THOMAS,G.;FRIES,F.G.;AXT, R.; SELISTRE,L.F. O efeito fotoelétrico ensino médio via microcomputador. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.4. n.2. p. 68-88, 1987.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. In: Brun, J.(dir),**Didactique des mathématiques**, Lausanne:Delachaux et Niestle, 1998. p.197-294

WIENBERG, S. **Can Science Explain Everything? Anything?** Disponível em <<http://www.nybooks.com/articles/14263>> Acesso em 18/julho/2005

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Sites consultados:

Universidade de Lisboa:

<<http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/capitulo1/modulo3/topico3.php>>, acesso em 19/02/2008

The Hebrew University of Jerusalem- Faculty of Sceince

<<http://chem.ch.huji.ac.il/history/wollaston.html>> acesso em 10/02/08

Universidade Federal Fluminense

<http://www.if.uff.br/plasma/espectroscopia.htm>, acesso em 19/02/2008.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul:

<<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>>

Programa de formação de professores de Portugal - Prof 2000

<http://www.prof2000.pt/users/ajleonardo/segredos/espectros_dos_elementos.htm>, acesso em 19/2/2008.

ANEXOS

ANEXO A: QUADRO SINTÉTICO DO CURSO DE DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA.

todo o material do curso, incluindo roteiros de atividades e textos, está disponível no site:
<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/projetos/fisica-moderna/>

BLOCO	ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
1. Modelos	1. Inventando um modelo para o mecanismo da caixa preta.	Observação e manuseio da caixa preta pelos alunos.	1 aula
		Elaboração de um esquema de funcionamento do mecanismo da caixa pelos alunos.	
		Discussão da validade dos esquemas propostos.	
	2. Modelo no cotidiano e na ciência.	Leitura do texto. Responder às questões do texto. Correção das questões e sistematização da discussão.	1 aula
2. Introdução às propriedades elétricas e magnéticas da matéria	1. Propriedades magnéticas.	Elaborar e testar hipóteses sobre matérias atraídos pelo ímã.	1 aula
	2. Propriedades elétricas.	Elaborar e testar hipóteses sobre materiais atraídos pelo canudo eletrizado.	1 aula
	3. Sistematização.	Leitura ou dramatização do texto: "entrevista com o elétron".	1 aula
		Questões sobre o texto.	1 aula
3. Ondas e partículas	1. Transmitindo energia através de onda e partícula.	Os alunos em grupo devem propor por escrito dois modos para ligar uma TV com o material fornecido, a partir da posição indicada pelo professor. Cada grupo pode testar suas idéias, buscando a solução do problema.	1 aula
		Discussão das soluções apresentadas.	
	2. Sistematização do conteúdo.	Leitura do texto "Partícula e Onda"	1 aula
		Responder por escrito as questões do texto. Correção das questões e fechamento da discussão.	
4. Breve discussão sobre campos: elétrico, magnético e gravitacional	1. Noção de campo.	Atividade com pêndulo.	1 aula
	2. Campo elétrico, magnético e gravitacional.	Comparações entre os campos.	1 aula
	3. Representação dos campos.	Demonstração investigativa com ímã e limalha de ferro.	1 aula
	4. Sistematização.	Texto: "Uma Leitura sobre Campos".	1 aula
	5. Fechamento.	Questões e discussão.	1 aula

BLOCO	ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
5. Interações entre o campo elétrico e o magnético.	1. Campo magnético gerado por corrente.	Corrente elétrica.	1 aula
		Demonstração investigativa baseada na experiência clássica de Øersted.	
		Redação de relatório de observação por parte dos alunos.	1 aula
	2. Fixando conceitos.	Vídeo: trecho do filme "Eletromagnetismo" da TV Ontário	1 aula
	3. Aplicando e ampliando o estudo.	Questões sobre o vídeo e texto.	1 aula
	4. Indução eletromagnética.	Demonstração investigativa baseada na experiência clássica de Faraday. Entrega de um pequeno relatório de observação por parte dos alunos.	1 aula
Questões sobre o texto histórico de Faraday.		1 aula	
5. Aplicações da Indução Eletromagnética.	Motor e gerador: apresentação dos alunos.	2 aulas	
6. Ondas eletromagnéticas mecânicas. Fenômenos ondulatórios.	1. Natureza das ondas eletromagnéticas	Atividade com celular e rádio. Discussão conceitual sobre ondas eletromagnéticas.	1 aula
	2. Produção e propagação das ondas eletromagnéticas.	Atividade de simulação no computador.	1 aula
		Pesquisa bibliográfica sobre ondas.	1 aula
	3. Propriedades das ondas mecânicas e eletromagnéticas.	Atividade com molas: comprimento de onda (λ), frequência (f), velocidade de propagação (v) e amplitude (A). Espectro eletromagnético e sonoro. Texto de apoio: "Introdução ao Estudo sobre Ondas".	1 aula
	4. Explorando os fenômenos ondulatórios.	Experiências exploratórias: de refração, reflexão, interferência, difração e ressonância e discussão das experiências.	2 aulas
	5. A aceitação do modelo ondulatório para a luz.	Texto "A aceitação do modelo ondulatório para a luz e algumas de suas consequências".	1 aula
6. Exercícios.	Exercícios.	1 aula	
7. Luz, cor e visão.	1. Explorando a visão das cores.	Caixa com filtros de cores diversas. Discussão das observações.	2 aulas
	3. Misturando luzes e pigmentos.	Misturar luzes de cores diferentes e misturar tintas de cores diferentes. O que é cor?"	1 aula
	4. O que é cor?	Apresentação em power point.	1 aula
		Leitura e discussão do texto "Luz e cores" como apoio .	1 aula
5. Fechamento.	Questões sobre o texto.	1 aula	

BLOCO	ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
8. Espectroscopia.	1. Construindo um espectroscópio	Construção de um Espectroscópio.	1 aula
		Observando a luz solar e as lâmpadas ambientes.	
		Orientações sobre as observações de campo.	
	2. Observando lâmpadas e percebendo as diferenças entre os espectros	Observações de espectros de uma série de lâmpadas.	2 aulas
		Distinção entre os espectros contínuos e discretos.	
		Relatório de observação.	
		Discussão das observações.	
3. Entendo o funcionamento básico de um espectroscópio e o funcionamento das diferentes lâmpadas.	Discussão sobre o funcionamento do espectroscópio e das lâmpadas.	1 aula	
4. Avaliação	Questões .	1 aula	
5. Espectro de Absorção e emissão dos elementos	Observação dos espectros de queima dos sais.	1 aula	
	Atividade sobre espectros de emissão e absorção na internet.		
6. Astrônomo mirirm	Identificação dos elementos presentes em estrelas fictícias.	1 aula	
9. Modelo Atômico de Bohr.	1. Modelos Atômicos	Evolução dos modelos atômicos e discussão dos postulados de Bohr.	1 aula
	2. Postulados de Bohr.	Leitura de texto e discussão dos postulados de Bohr.	1 aula
	3. Aplicando e ampliando o estudo	Sistematização do conteúdo.	1 aula
Resolução de exercícios.			
10. O Efeito Fotoelétrico.	1. Os modelos para a luz	Revisão dos modelos ondulatório e corpuscular da luz.	1 aula
		2. o efeito fotoelétrico	
	Discussão do texto.		
	Questões sobre o texto.		
3. Aprofundando a compreensão	Simulação do efeito fotoelétrico para diferentes materiais no computador.	1 aula	
11. Dualidade onda partícula.	1. Analogia com a pessoa fóton	Leitura extraída do livro “Evolução da Física”:diálogo Newton-Huygens.	2 aulas
		Apresentação da analogia que será feita como uma situação preparatória para a compreensão da experiência que foi feita para definir a natureza da luz.	
		Os alunos observam o comportamento da pessoa-fóton e o professor recolhe as hipóteses feitas pelos alunos.	
		O professor retoma as observações e sistematiza as hipóteses dos alunos,	

		preparando para a analogia.	
BLOCO	ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
11. Dualidade onda partícula	2. Interferômetro de Mach - Zehnder.	Retomada da analogia da aula anterior usando o power point. Apresentação do interferômetro de Mach Zehnder, dos resultados experimentais iniciais e para um só fóton, e as interpretações dos resultados visando determinar a natureza da luz.	1 aula
	3. Exercícios.	Apresentar as questões e entregar o texto de apoio, deixando claro o caráter das questões serem opinativas e que o certo ou errado está de acordo com a argumentação e não por existir uma resposta certa	1 aula
12. Realidade e realismo	1. Realismo científico.	Atividade real vs não real.	1 aula
	2. A realidade.	Filme "matrix". Discutir realidade e como o homem interage com ela.	3 aulas

ANEXO B: TIPOLOGIA DOS CONTRATOS DIDÁTICOS:

Os contratos estão organizados em função da responsabilidade crescente, sendo que o professor é o emissor de sinais que permitem identificar o grau desta responsabilidade.

No **contrato de emissão**, o emissor não se preocupa com as condições efetivas de recepção. Na sala de aula, é o caso em que o professor monologa, sem se preocupar com a presença dos alunos.

O **contrato de comunicação** é um pouco mais exigente. O professor (emissor) toma a seu encargo que o receptor (aluno) efetivamente receba a mensagem. Para isso deve se assegurar que a mensagem possa ser recebida através não só de bons “canais” de comunicação, mas também do uso de repertórios gramaticais, ortográficos, fonológicos, que o receptor conheça e possa interpretar. A interpretação está a cargo do receptor, e o emissor no máximo se preocupa em que o aluno repita a mensagem.

O **contrato de “expertise”** é mais exigente: o professor/emissor garante que sua mensagem tem validade, e o receptor/aluno pode pedir que ele a valide. Neste caso o professor enuncia os “teoremas” que compõem a teoria, de um modo axiomático, e sua “veracidade”, implicitamente declarada, faz com que se tornem afirmações.

No **contrato de produção** o emissor garante que sua mensagem tem conteúdo científico ou intelectual novo ou formato original, mesmo que seja “novidade” apenas para os alunos da classe. Não há necessidade de provar formalmente a validade do seu enunciado.

Há **contratos fracamente didáticos** que trazem um saber “novo”, isto é, em que o emissor organiza sua mensagem levando em conta as características teóricas de seu interlocutor. O professor se preocupa com o conteúdo da mensagem, mas não com seus efeitos sobre o aluno, isto é se está ou não modificando seus conhecimentos. Essa reorganização do corpo de conhecimentos que se pretende ensinar é característica das atividades didáticas, por isso o nome.

O primeiro tipo destes contratos fracamente didáticos dá um passo adiante no compromisso entre professor e aluno: é o **contrato de informação**. Neste caso, além de garantir a validade e a novidade de sua mensagem, o emissor busca a aceitação do aluno e aceita fornecer-lhe provas, fontes ou mesmo justificar suas afirmações. Para que aconteça este tipo de contrato não é necessário que os interlocutores tenham as mesmas referências, mas que elas sejam suficientes para os objetivos momentâneos. O uso e a interpretação da

mensagem são de responsabilidade do aluno/receptor, enquanto o emissor/professor não sabe se o aluno realmente compreendeu, a não ser que ele se manifeste.

A informação é dialética na medida em que o receptor controla quanto está convencido da validade e da “novidade” do conhecimento. Este controle ocorre através da solicitação de esclarecimentos que a validem.

Se o professor justifica sistematicamente, e o aluno não questiona, aceitando a validade ou novidade da informação, esta informação pode-se chamar dogmática.

O **contrato de utilização dos conhecimentos** retoma o anterior e coloca sob a responsabilidade do professor mostrar a utilidade dos conhecimentos que ele ensina. Neste caso, é necessário apresentar ao aluno aplicações em que este conhecimento aparece como importante, sendo necessário, suficiente ou apenas uma alternativa mais “econômica” para raciocínios, linguagens ou cálculos já conhecidos. Esta relação saber/aplicações é uma metáfora, já que se um saber é realmente novo, não se pode saber antecipadamente quais serão suas aplicações. Estas são “criadas”, inventadas de modo a estar ao alcance do aluno.

Se o professor dá um critério para que o aluno saiba se ele entendeu, e não só “recebeu” o saber comunicado, ou seja, se ele estabelece uma correspondência do tipo: “se você entendeu, vai ser capaz de responder a estas questões ou resolver estes exercícios”, o contrato é chamado **de iniciação ou de controle**. Pode - se questionar a equivalência entre o conhecimento e sua “aplicação” e o professor a faz de uma forma empírica.

Uma nova transferência de responsabilidades além das anteriores é indicar como o saber pode ser apreendido. Acontece quando o professor propõe séries de exercícios ou seqüências exercícios/textos que ele supõe que permitirão ao aluno adquirir os conhecimentos pretendidos. Este é o caso do **contrato de direção de estudos** ou de **instrução**. Pode se questionar também, neste caso, se a seqüência escolhida é necessária ou se é suficiente para que a aprendizagem aconteça. Apesar de permitir que os alunos avaliem sua aprendizagem e corrijam seus erros, não se pode garantir que os conhecimentos adquiridos sejam equivalentes aos saberes culturalmente correspondentes.

Nestes quatro contratos considerados fracamente didáticos, o aluno de certa forma “controla” o professor, pois é ele que o pressiona para tornar a mensagem mais ou menos informativa, se considera o conhecimento fácil ou difícil de deduzir, ou suficientemente ou insuficientemente “novo”.

No contrato **didático**, alguém toma a decisão ou parte dela pelo aluno e assume, em contrapartida uma parte da responsabilidade sobre o resultado da ação didática empreendida. “No sentido estrito e um pouco zombeteiro de alguns dicionários, uma ação didática é uma

ação em que alguém, tenta ensinar alguma coisa a alguém que não quer aprendê-la”. (BROUSSEAU, 1997, p.32) Não é mais uma comunicação, ou argumentação, mas uma ação, em que a modificação do receptor é intencionalmente pretendida, e aquele que ensina toma para si a responsabilidade do resultado efetivo de sua ação sobre seu aluno.

Parte - se da premissa que o saber comunicado está em conformidade com um objeto de referência, como os currículos oficiais, ou livro didático, que este saber não é só um registro de informação, mas uma modificação da capacidade de resposta dos alunos e que a ação didática conclui quando se supõe que o aluno consiga tomar decisões por si mesmo. O professor comunica um saber que toma parte na transposição didática. Não é um simples ato de transmitir informação; deve modificar o conhecimento do aluno de tal modo que depois de ter aprendido, o aluno não lembre mais das circunstâncias da aprendizagem, mas incorpore este saber e suas condições de uso em seu repertório.

Dentro das situações didáticas, podemos observar também algumas formas de contrato:

De **imitação ou reprodução formal**: O professor se compromete a fazer com que o aluno elabore uma tarefa que o sistema reconhece como marca de aquisição de um saber., por exemplo enunciar uma lei, resolver um “exercício - tipo”. Este tipo de aprendizagem que não exige formulação nem justificativa ajuda o aluno a adquirir habilidade. Pedagogicamente é apoiado por um a opinião bastante difundida que diz “o que eu ouço, esqueço, se vejo compreendo, se faço, guardo”.

D’ostention⁵⁵: o professor mostra um objeto ou fenômeno e o aluno aceita que ele é representante de uma classe e que em outras circunstâncias deve reconhecer os elementos dessa classe. Funciona muito bem no dia a dia para reconhecer, por exemplo, animais ou objetos de categorias determinadas, mas não é suficiente para definir o objeto. No caso da Física: o fato do aluno reconhecer uma onda não lhe dá condições de definir o que é onda. O professor e o aluno devem “ver” a mesma coisa no mesmo objeto. Esta apresentação leva a uma familiarização com o objeto de estudo que se pode supor que será definido mais tarde. Apesar de fundado numa epistemologia falsa⁵⁶, funciona bem nos casos em que se quer evitar uma definição do objeto.

⁵⁵ Que se pode mostrar, que não se esconde. Diz-se de um procedimento de definição ou verificação que consiste em explicar o significado sem usar palavras, por exemplo, mostrando uma maçã para “explicar” o que é vermelho..

⁵⁶ Falsa porque supõe como base do contrato uma epistemologia empirista e realista que esteja em concordância com o professor e o aluno. Exige uma indução radical, que fracassa freqüentemente.

De **condicionamento**: O professor organiza uma seqüência “racional” de exercícios repetitivos, que contêm poucas informações. Ao aluno cabe fazer a repetição de exercícios e ele e o professor podem acreditar que o tempo vai se encarregar de ensinar aquilo que nenhum dos dois quer enfrentar no momento.

A **maiêutica socrática**: o professor escolhe questões que o aluno possa encontrar a resposta a partir de seus próprios conhecimentos e organiza estas questões visando uma modificação deste conhecimento ou dessas convicções do aluno. Conforme as respostas do aluno as questões são modificadas. O uso das questões depende das idéias do professor sobre o saber e o conhecimento. É uma forma de contrato que funciona bem em caso de preceptoria, mas tem suas dificuldades de aplicação numa classe. Usar a maiêutica coletivamente provoca alguns efeitos didáticos negativos. Um deles é que não há real interação do sujeito com um meio efetivo; outro é que causa uma variedade de respostas e suscita novos problemas que no coletivo é difícil conseguir administrar.

De **aprendizagem empirista** Neste caso supõe-se que apenas o contato com o meio ao qual o aluno deve se adaptar é suficiente para que ele aprenda. O que o aluno não percebe ou aprende no primeiro contato ele vai aprender na repetição das mesmas circunstâncias. Aproxima-se do contrato *d’ostention*.

Os **contratos construtivistas**: as situações neste caso não são mais “naturais”, mas o professor organiza o meio e delega ao meio a responsabilidade da aprendizagem. A organização deriva do saber que se pretende e do conhecimento do processo de aquisição dos alunos. Os saberes antigos se manifestam como pré - requisitos e as situações didáticas são propostas para criar formas diferentes de conhecimento. Supõe um aluno racional, ou pelo menos coerente, ou pelo menos que tenha um discurso coerente.

ANEXO C – ATIVIDADES DO BLOCO ESPECTROSCOPIA

Anexo C.1

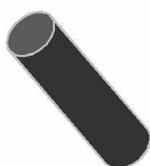
ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO SIMPLES

Material

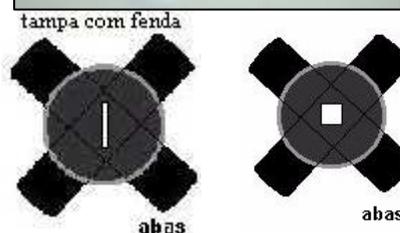
- fita isolante;
- fita adesiva;
- papel *color set* preto;
- 1 CD*;
- cola;
- régua, estilete e tesoura.
- Opcional: tubo já pronto, como de papel higiênico.



Montagem



Com o papel *color set*, construa um cilindro com aproximadamente 4 cm de diâmetro e 7 a 10 cm de comprimento. Se desejar, você pode usar um tubo de PVC, ou um tubo de rolo de papel higiênico, ou mesmo papel toalha. É possível também usar uma caixa de creme dental (não tem problema que não é cilíndrica). Tenha apenas o cuidado de revestir internamente o tubo ou a caixa com o papel *color set* preto.

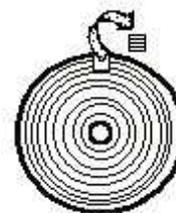


2. Faça duas tampas** para o cilindro utilizando o papel *color set*. Em uma delas, use um estilete para recortar uma fenda fina (mais ou menos 2cm x 1mm). Na outra tampa, faça uma abertura no centro (mais ou menos 1cm x 1cm). Observe as ilustrações ao lado.

3. Retire a película refletora do CD, usando para isso a fita adesiva (grude-a na superfície e puxe-a, como numa depilação). Se necessário, faça um pequeno corte com a tesoura no CD para facilitar o início da remoção.

4. Depois de retirada a película, recorte um pedaço do CD (mais ou menos 2cm x 2cm). Utilize preferencialmente as bordas, pois as linhas de gravação (que não enxergamos) são mais paralelas; conseqüentemente a imagem será melhor. Nesse caso, é importante fazer uma marcação no pedaço recortado do CD para não esquecer qual a orientação das linhas (em qual posição as linhas são paralelas).

CD recortado



5. Cole as tampas no cilindro, deixando a fenda alinhada com a abertura. Fixe o pedaço recortado do CD na tampa com a abertura. Para isso, use fita isolante nas bordas do CD. Preferencialmente, alinhe a fenda do espectroscópio paralelamente às linhas de gravação. Assim, as imagens que observaremos também estarão alinhadas com a fenda.

Caso opte por usar cola, tenha cuidado para não sujar a superfície do CD. Nesse caso, fixe o pedaço de CD na parte interior do espectroscópio. Além disso, aguarde o tempo necessário para a cola secar.

6 - Para evitar que a luz penetre no interior do tubo por eventuais frestas, utilize fita isolante para vedar os pontos de união entre o cilindro e as tampas.



em exemplo, é visualizado o contorno da lâmpada. Essa visualização permite a alguns alunos compreender com mais facilidade a origem da luz que ele vê.

* Não utilizamos CDs promocionais (brinde), pois não conseguimos retirar a sua película.** Você pode utilizar os dois lados do espectroscópio com a abertura quadrada, ao invés de usar uma fenda. Nesse caso na imagem do espectro da lâmpada fluorescente compacta, por

Anexo C.2

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO COM O ESPECTROSCÓPIO SIMPLES

Nome: _____ Nº: _____ Série: _____

Material

- espectroscópio
- vela e lâmpadas de diversos tipos: incandescente, fluorescente compacta, vapor de mercúrio, mista, luz negra, etc
- Base com soquete para as lâmpadas.
- Base com soquete e reator específico para a lâmpada de mercúrio
- lápis de cor



Procedimento:



Escolha uma fonte de luz da tabela abaixo e a observe através do espectroscópio. Olhe pela abertura em que está fixado o CD e direcione a fenda para a fonte de luz. Não precisa chegar muito perto!

Procure por uma posição de observação em que você visualize “cores” no interior do tubo. Chamamos essas cores de **espectro**. Você verá dois espectros projetados em lados opostos da fenda. Eles são idênticos e invertidos.



Você deve sempre ter certeza de que as cores visualizadas são referentes à fonte que está observando. Para isso basta tampá-la com o dedo e verificar se o espectro desaparece. Procure evitar direcionar o espectroscópio para posições entre duas ou mais lâmpadas.

A cada observação, preencha a tabela abaixo, conforme o modelo. Use o lápis de cor para esboçar a imagem do espectro que vê (não se preocupe se estiver torta). As linhas em branco ao final da tabela são reservadas para você procurar e observar outras fontes de luz. Use sua imaginação e espírito científico!

Fonte de Luz	Espectro		Representação da Imagem Observada	Cores que se Destacam
	Junto (contínuo)	Separado (discreto)		
Vela	(X)	()	V L A V A A V 	
Lâmpada incandescente	()	()		
Lâmpada fluorescente compacta	()	()		
Lâmpada de vapor de mercúrio	()	()		
Lâmpada mista (logo ao ligá-la)	()	()		
Lâmpada mista (depois de aquecida)	()	()		
Luz negra	()	()		
Letreiros luminosos (lâmpadas de neon)	()	()		
Lanternas traseiras de automóveis	()	()		
Postes de iluminação pública (_____)*				

Sol (CAUIDADO! Não olhe para ele!)	()	()		
	()	()		
	()	()		
	()	()		

* Pesquise e escreva que tipo de lâmpada você observou. Normalmente esses postes estão equipados com lâmpadas de vapor de mercúrio (brancas/levemente azuladas) ou vapor de sódio (amarelas).

Anexo C.3

ESPECTROSCÓPIO

Calma! O espectroscópio não é um aparelho que possibilita ver fantasmas, nem espectros de outro mundo. Na verdade, este não é um tema nada assustador, muito ao contrário: os fenômenos aqui envolvidos não só são muito bonitos, como também velhos conhecidos seus. Mas vamos por partes...

A esta altura, nós já sabemos que a luz branca emitida pelo sol é chamada de luz policromática (uma maneira complicada de dizer apenas que ela é formada pela junção de diversas cores). Também sabemos que a cor dos objetos, na verdade, se deve à capacidade que têm de refletir esta ou aquela cor da luz que incide sobre eles. Como visto anteriormente, a maçã só aparenta ser vermelha porque está iluminada pela luz branca, certo? Mas, se a luz do sol é branca, como explicar então, que o céu nos aparenta ser azul? Ou a existência do arco-íris? Aliás, você certamente já se admirou com a beleza dos fogos de artifício multicoloridos das festas de reveillon ou de São João, mas alguma vez se perguntou de onde é que vem todas aquelas cores? Ao final desse capítulo, você saberá mais sobre os efeitos que já conhece e admira, embora ainda não saiba explicar...

Você se lembra da experiência das cores, feita por Sir Isaac Newton, com o uso de um prisma? Após estudar o texto anterior, fica fácil entender que o prisma, na verdade, apenas decompõe a luz branca nas várias cores que a formam, mas como será que isso acontece? E como é possível que a junção de todas as cores resulte na cor branca, se ao misturarmos todas as tintas de um estojo de guache, tudo que o iremos obter será uma meleca de cor indecifrável?

Calma, mais uma vez! Em primeiro lugar, é muito comum que as pessoas confundam “cor” com “tinta”, mas lembre-se que aqui iremos falar de luz (e não de guache!) e que a tinta de cor azul, na verdade, apenas reflete a luz dando a sensação da cor azul. Mas, como isso ocorre?

Já vimos que a luz é na verdade uma onda eletromagnética, e sabemos também que esse tipo de onda possui várias frequências (ν) e comprimentos de onda (λ) a ela associados. Dizemos, então, que o espectro de luz visível corresponde a um pequeno trecho do espectro eletromagnético, aquele com frequência (ν) compreendida entre aproximadamente entre $3,8 \times 10^{14}$ Hz e $8,3 \times 10^{14}$ Hz: isso significa que há espectros com frequência (ν) fora deste intervalo, que nós não somos capazes de enxergar, como os raios X e o ultravioleta, ou o infravermelho (dos quais você já deve ter ouvido falar em algum filme). No longa metragem “Predador”, a criatura alienígena só é capaz de enxergar o espectro infravermelho, por exemplo. Assim, a luz branca é na verdade uma junção dos diferentes espectros monocromáticos (uma única cor) que a compõem. Uma vez dispersos, esses espectros se distribuem sempre da seguinte forma, com os comprimentos de onda (λ) variando de 700 nm (vermelho) a 400 nm (violeta):

Coors	comprimento de onda (λ): nm	frequência (ν): 10^4 Hz
Vermelho	750 à 625	4,0 à 4,8
Alaranjado	625 à 600	4,8 à 5,0
Amarelo	600 à 566	5,0 à 5,3
Verde	566 à 526	5,3 à 5,7
Azul	526 à 500	5,7 à 6,0

Anil	500 à 448	6,0 à 6,7
Violeta	448 à 400	6,7 à 7,5

Para medir seus comprimentos de onda (λ), utilizamos o “nanômetro” (nm), cuja unidade corresponde a 1×10^{-9} metros: um espaço muito, **MUITO** pequeno! Tão pequeno, aliás, que só é possível decompor a luz branca nos espectros em que é formada com o uso do espectroscópio – um aparelho capaz de separar os diferentes espectros de ondas eletromagnéticas emitidos por uma fonte. Ou seja: um espectroscópio é um instrumento capaz de dispersar a luz branca emitida por uma fonte, decompondo-a nas várias cores possíveis, o que nos permite determinar os diferentes comprimentos de onda (λ) que a compõem. Esse tipo de operação é possível por que o espectroscópio é construído a partir de um **prisma** ou de uma **rede de difração**.

Você se lembra de quando estudamos o conceito de difração, certo? Senão, dê uma olhadinha lá atrás no texto sobre luz e ondas, para dar uma refrescada. Pronto? Pois muito bem: a propriedade da difração é quem permite estudarmos os fenômenos associados ao desvio que a luz sofre em sua propagação ao ultrapassar um obstáculo, como uma fenda, que esteja à sua frente. Porém, como os efeitos da difração apenas são notados quando os obstáculos (fendas) possuem dimensões comparáveis ao comprimento de onda que desejamos estudar, para que seja possível verificarmos os efeitos da difração da luz visível nós vamos precisar de fendas muito, **MUITO** pequenas, já que o comprimento de onda (λ) da luz é da ordem de 500nm (nem pense em medir isso com uma régua). É possível resolver este problema com o uso de uma **rede de difração**: um pedacinho de vidro com muitas fendas paralelas e próximas entre si. Desta forma, a luz atravessa o espaço ocupado pelas fendas e à frente delas formam-se umas listras (que chamaremos de *franjas*) claras e escuras. Estas franjas, na verdade, resultam das interferências construtivas e destrutivas, representando as diferenças de caminho percorrido pelas ondas que atravessaram cada uma das fendas que provocaram essas interferências.

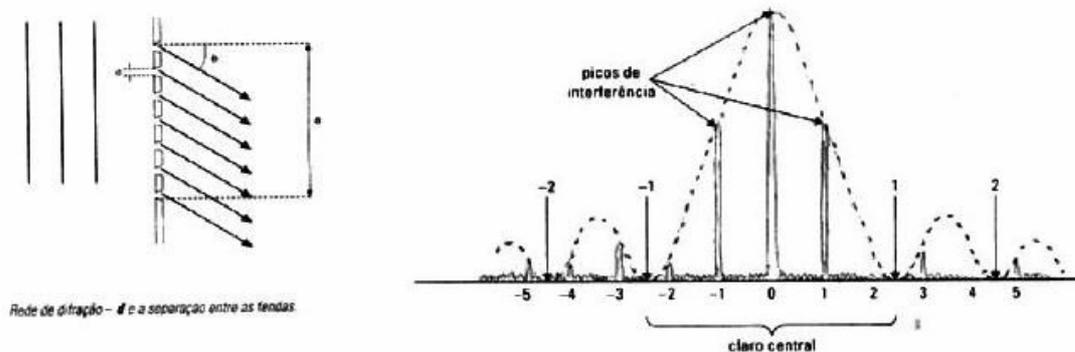


Gráfico da intensidade da luz ao atravessar uma rede de difração. A difração devida à largura total da fenda esta representada na linha pontilhada e a interferência devida às fendas intermediárias está representada nas linhas cheias.

Fonte: GASPAR, Alberto. Física V.2, pag. 248

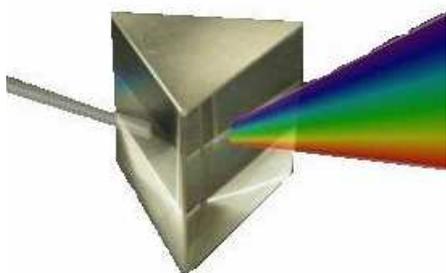
O que essa tal “interferência construtiva” faz, na verdade, é apenas associar cada frequência (ν) (ou comprimento de onda (λ)) da luz que passa por uma fenda, com a mesma frequência (ν) ou comprimento de onda (λ) da luz que passa pelas outras fendas, de forma que o espectro da cor *azul* que passa por uma fenda interfere construtivamente com o próprio *azul* que passa por outra fenda, o vermelho com o vermelho e assim por diante, destacando cada cor do espectro de forma separada.

Assim, temos a decomposição da luz branca em várias luzes coloridas, o que nos permite comparar os espectros de luz visível emitidos por tipos de fontes variadas, como os muitos tipos de lâmpadas. Por exemplo: se você já foi a um baile ou discoteca, certamente conhece os efeitos da luz negra, mas já parou para pensar em como ela funciona? Ou na diferença que existe entre a luz emitida por diferentes tipos de lâmpada, como uma lâmpada fluorescente (dessas que costumam ser vistas em escritório e estabelecimentos comerciais) e o farol de um carro?

Para responder a essas perguntas, você irá precisar de um espectroscópio, claro. Mas não se preocupe: embora sejam instrumentos sofisticados (e caros!), você já aprendeu a montar um espectroscópio utilizando apenas um pedaço de CD (desses utilizados para gravar dados de um computador) e cartolina. Neste caso, o CD é o responsável por difratar a luz, possibilitando a formação das franjas (interferências, lembra?). Isso é possível porque o CD contém uma série de minúsculas cavidades que possuem a mesma largura e profundidade, mas diferentes comprimentos e distâncias

variadas entre si. Na verdade, o comprimento médio de uma dessas cavidades é medido em aproximadamente 0,4 micrón, enquanto a distância média entre duas cavidades sucessivas é cerca de 1,6 micrón: como 1 micrón equivale a 10^{-6} m, já deu para perceber por que, para nós, o CD aparenta ser tão lisinho, certo?

Agora que você sabe de tudo isso, vamos voltar um pouco no tempo e avaliar a experiência das cores de Sir Isaac Newton, que isolou um raio de luz que passava por entre as frestas de sua janela, fazendo-o incidir sobre um **prisma**: qualquer meio transparente pode ser considerado um prisma, desde que seja isótropo (isto é, que apresente as mesmas propriedades físicas em todas as direções) e limitado por superfícies não-paralelas (por isso as figuras de primas que você vê em livros e revistas possuem sempre, aproximadamente, o mesmo formato). Um prisma também dispersa a luz, decompondo-a em suas respectivas cores de espectro eletromagnético de acordo com a frequência (ν) ou comprimento de onda (λ) de cada cor (mas é claro que naquele tempo, Newton não fazia a menor idéia de que o motivo era qual?). Porém, aqui o fenômeno responsável pela decomposição da luz não é a difração, mas sim a **refração**.



Por estarmos lidando com ondas eletromagnéticas, sabemos que todos os espectros de cor componentes da luz branca se propagam no vácuo com a mesma velocidade (c) e que ao mudarem de meio de propagação, cada componente passa a ter sua própria velocidade de propagação (v), diferente uma da outra. Desta forma, ficou muito mais fácil entender o funcionamento de um prisma: antes de atravessá-lo, todas as cores componentes da luz se propagavam na mesma direção e com a mesma velocidade, formando o mesmo ângulo de incidência com a superfície ao penetrarem no interior do prisma. Durante sua travessia pelo interior do prisma, todos os componentes da luz sofrem os efeitos da refração (devido à mudança no meio de propagação), fazendo com que cada um deles siga por uma direção diferente, graças ao ângulo de refração de cada frequência, o que gera a dispersão da luz. Vale lembrar que as ondas sofrerão ainda uma segunda refração ao sair do prisma para o ar, o que faz com que as cores se separem ainda mais.

Este é um fenômeno muito comum na natureza: o arco-íris, por exemplo, surge quando gotas d'água são iluminadas pela luz do sol, desde que essa luz incida por trás do observador (é necessário estar de costas para o sol para poder ver o arco-íris). Neste caso, as gotículas d'água em suspensão na atmosfera é que desempenharão o papel de prisma, decompondo a luz branca do sol nos espectros de cor que formam o arco-íris.

Agora pense um pouco: você é capaz de responder por que o arco-íris apresenta suas cores sempre dispostas na mesma ordem? É porque ao atravessar um prisma, o espectro de cor que sofre o menor desvio de seu caminho é o vermelho, que possui a menor frequência (ν). O maior desvio, portanto, é sofrido pelo violeta, possuidor da maior frequência (ν): isto não é chique?

Portanto, assim como uma rede de difração, um prisma também pode ser utilizado como elemento dispersor em um espectroscópio. É mais apropriado, porém, utilizarmos a rede de difração, devido à baixa resolução apresentada pelo prisma.

Independentemente de qual seja o elemento dispersor utilizado em um espectroscópio, é necessário projetar um raio de luz para podermos visualizar a decomposição da luz. No caso do nosso experimento, isso será feito através de um pequeno corte, estreito, na cartolina. Quando a luz de uma lâmpada incandescente passar por esta fenda estreita, você verá a formação de diferentes imagens da fenda, cada uma correspondendo a uma cor. Na verdade, essas imagens coloridas irão se superpor parcialmente, formando uma única faixa colorida que chamamos de **espectro contínuo**. Em um espectro contínuo, a passagem de uma cor para a outra não se faz bruscamente, mas de forma gradual, dando origem às tonalidades conhecidas como “sete cores do arco-íris”. Isso ocorre quando a luz que incide no espectroscópio é formada por todas as cores do espectro visível, iremos observar a formação de imagens de acordo com o número de cores que compõem essa luz, somente será observada a quantidade de cores presente na luz. Assim para algumas fontes pode acontecer de você observar cores separadas por regiões escuras formando o chamado **espectro de raias** (ou bandas).



Exemplo de um espectro de raias do Hélio.
Fonte: <http://www.ifi.unicamp.br/~accosta/f429-18.html>,
20/dez/2005)

As fontes emissoras de luz que emitem a maior parte de sua radiação em comprimentos de onda (λ) discretos, são chamadas de **fontes de linhas espectrais**.

As fontes de linhas espectrais podem ser usadas de várias maneiras, incluindo-se sua utilização como padrões de comprimentos de onda (λ) para calibração de equipamentos ópticos. Através da análise de linhas espectrais, você facilmente será capaz de entender não apenas o funcionamento da luz negra e dos fogos de artifício, como dissemos lá atrás, mas também compreender as diferenças entre os diversos tipos de lâmpadas existentes hoje em dia, e o porquê de algumas delas iluminarem mais **que outras**.

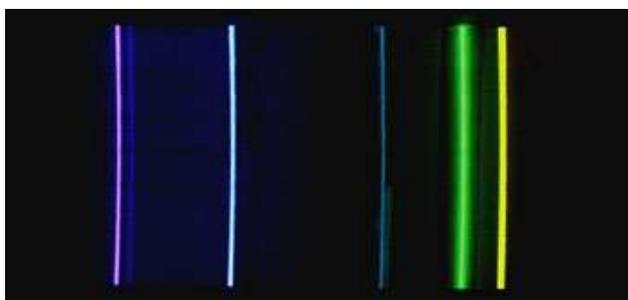


Ilustração 1 Exemplo de um espectro de raias do Mercúrio.
Fonte: <http://www.ifi.unicamp.br/~accosta/f429-18.html>,
20/dez/2005.

Mas afinal, você já deve ter ouvido falar em vários tipos de lâmpadas, como incandescentes ou fluorescentes, por exemplo, mas o que há de diferente nelas? Lâmpadas desempenham um papel importante em nosso cotidiano, são responsáveis por grande parte de nossa segurança e conforto; antigamente eram chamadas de “luz elétrica” para serem diferenciadas da luz à gás, fornecida pelos lampiões (que ainda podem ser encontrados em locais afastados, onde não haja luz elétrica). Existe uma grande variedade de lâmpadas: são vários os tamanhos, formatos e cores em que podem ser encontradas, mas elas se dividem, basicamente, em dois tipos: as **lâmpadas de descarga elétrica em um gás** e as **lâmpadas incandescentes**. Vejamos suas diferenças:

Lâmpadas incandescentes são aquelas que possuem um filamento metálico em seu interior. Com a passagem de uma corrente elétrica, esse filamento se torna incandescente, emitindo luz. No interior desse tipo de lâmpada há sempre algum gás inerte, ou mesmo vácuo, para evitar a oxidação do filamento; quando o filamento se rompe, deixa de haver a passagem da corrente e dizemos que a lâmpada “queimou”.

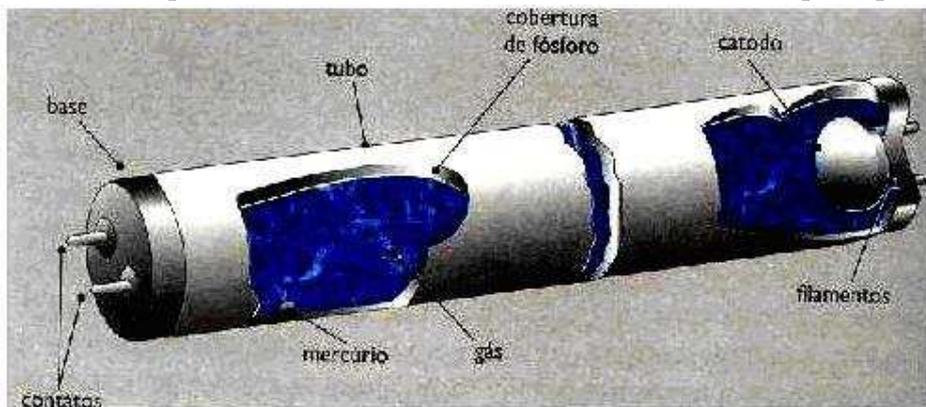
Atualmente, essas lâmpadas utilizam filamentos de tungstênio, que chegam a atingir 2500° C com a passagem da corrente elétrica! Infelizmente, são lâmpadas que desperdiçam uma grande parcela da energia elétrica que recebem com a produção de radiação no espectro infravermelho, o que não auxilia na iluminação por não pertencer ao espectro de luz visível. Porém, o infravermelho interage fortemente com nossa pele, é ele o responsável pela sensação de calor que sentimos ao aproximar a mão de uma lâmpada acesa.

A pálida luz emitida por lâmpadas incandescentes modifica nossa percepção da cor dos objetos, mas seria possível conseguir que emitissem uma iluminação próxima a luz solar, se a temperatura do filamento pudesse ser maior – o que é difícil de se conseguir, já que as ligas condutoras possuem o péssimo hábito de se romperem sob altas temperaturas. Além do que, mesmo que emitam várias radiações visíveis, o pico de intensidade de emissão está na região do infravermelho (como já dissemos), o que torna essas lâmpadas muito dispendiosas.

A 1ª lâmpada incandescente utilizável foi feita por Thomas Alva Edison em 1879 e as primeiras lâmpadas industriais foram fabricadas em 1881.

Lâmpadas de descarga elétrica são aquelas constituídas por um tubo contendo gases ou vapores, capazes de estabelecer um arco elétrico com a passagem de corrente. Os gases mais utilizados são o argônio, o neônio, o xenônio, o hélio ou o criptônio e os vapores de mercúrio e sódio. Esses gases ou vapores podem estar à baixa, média ou alta pressão. As de vapor de mercúrio e de xenônio são de alta pressão.

O tipo mais conhecido de lâmpada de descarga elétrica é a **Lâmpada fluorescente tubular**, um tipo de lâmpada em que a luz é produzida por cristais de fósforo (um pó fluorescente) que recobrem a superfície interna do tubo. Quando a corrente elétrica passa pelo gás ele emite ondas na



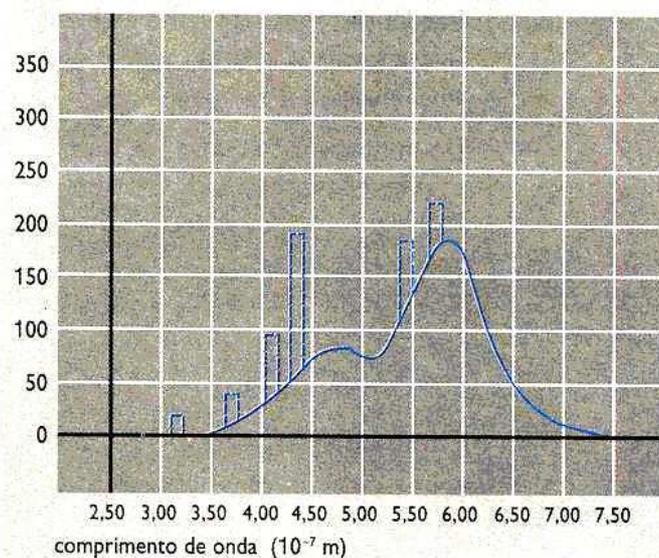
faixa do ultravioleta, que são absorvidas pelo pó, que as reemitem numa distribuição de radiações visíveis.

Geralmente, esse tipo de lâmpada possui a forma de um tubo, de comprimento

variável, com um eletrodo de tungstênio em cada extremidade, contendo em seu interior o vapor de mercúrio ou argônio a baixa pressão.

Lâmpada fluorescente

Fonte: FIGUEIREDO, A; PIETROCOLA, Maurício; Luz e Cores- Física um outro lado. Pág. 48



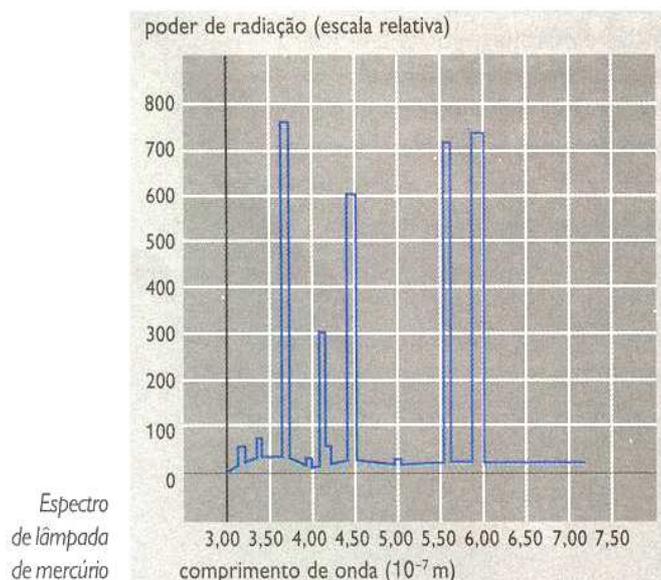
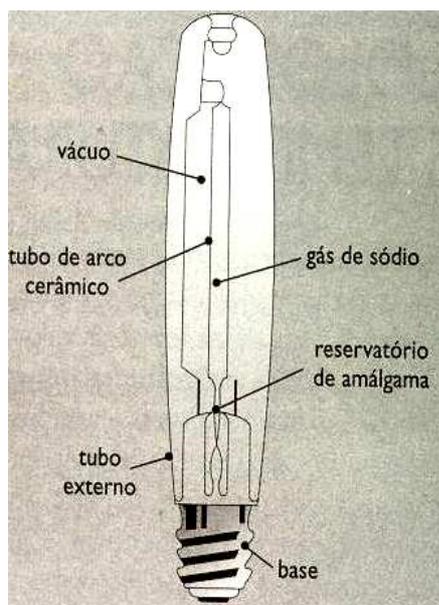
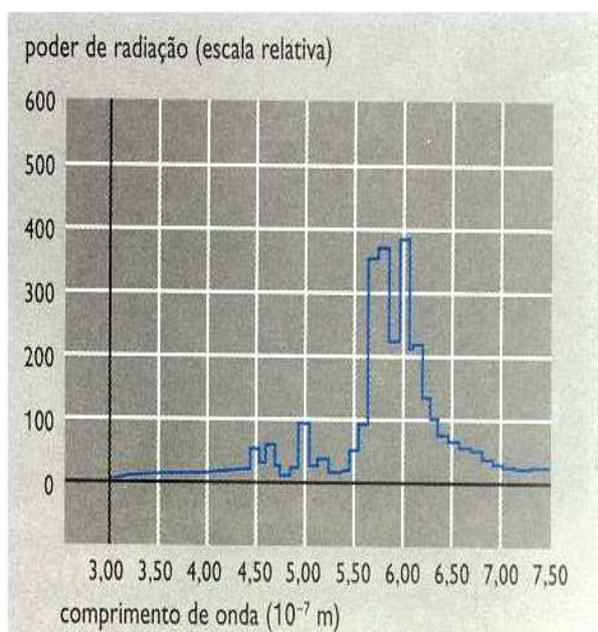
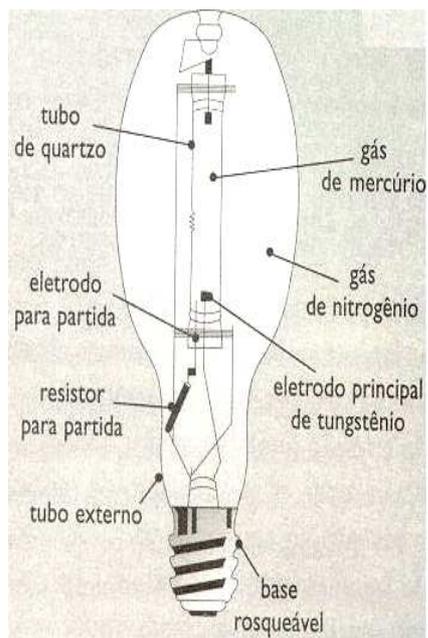
FIGUEIREDO, A; PIETROCOLA, Maurício; Luz e Cores- Física um outro lado. Pág. 49
acelerem e se choquem entre si, emitindo radiação.

Cada gás emite radiação em frequências diferentes, conforme os gráficos abaixo:

São lâmpadas que emitem pouca radiação fora da faixa visível, e que por isso apresentam alto rendimento e baixo consumo de energia elétrica.

Abaixo, veja o gráfico do espectro das lâmpadas fluorescentes:

Já as **lâmpadas de vapor de mercúrio** e as **lâmpadas de vapor de sódio** contêm um tubo de descarga feito de quartzo para suportar elevadas temperaturas. O gás está à baixa pressão. Aqui, a emissão de radiação ocorre porque, ao ligarmos a lâmpada, o gás é submetido a uma tensão elétrica, fazendo com que os íons



Fonte: FIGUEIREDO, A; PIETROCOLA, Maurício; Luz e Cores- Física um outro lado. Pág. 45 e 46.

Anexo C.4

QUESTÕES

- Se você quisesse expor um tomate numa quitanda e tivesse que iluminá-lo com uma lâmpada de mercúrio ou uma de sódio, qual escolheria? Por que?
Que vantagem proporciona o revestimento de pó fosforescente na superfície interna de uma lâmpada à gás?
- Qual o principal fenômeno ondulatório presente no espectroscópio com prisma e no espectroscópio construído com pedaços de CD?

3 - Os dois tipos de espectroscópio, com prisma ou com pedaços de CD, conseguem a dispersão da luz destacando cada cor que a compõe separadamente. Qual deles é mais vantajoso e qual o motivo desta vantagem?

4 - Qual a diferença entre os espectros contínuos e os espectros de raias ou bandas? Represente com um desenho.

Anexo C.5

ROTEIRO PARA ATIVIDADE SOBRE LINHAS ESPECTRAIS NA SALA DE INFORMÁTICA

Na classe observamos diferentes lâmpadas com o espectroscópio e vimos que há espectros diferentes para as várias lâmpadas. Agora vamos investigar como é a emissão de luz pelos diferentes elementos químicos e o que são os espectros de emissão e absorção.

Abaixo estão as instruções para a atividade.

1 Acessar a página <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>. Ou então <http://astro.if.ufrgs.br/index.htm> e na lista de links, do lado esquerdo da tela, clique em **Espectroscopia**.

2 - Ler os dois primeiros parágrafos depois do título **Espectroscopia**.

3 - Após o subtítulo **Histórico**, ler o 1º parágrafo e visualizar a simulação da decomposição da luz por um prisma. Em seguida pular para o parágrafo após as fotos de *Bunsen & Kirchhoff*, que começa com “*Em 1856, o químico Robert...*”, fazendo a leitura até “*Simulação de Linhas*”.

4 - Responda a questão abaixo em folha à parte:

O que é espectro de emissão e espectro de absorção?

5 - Clicar no link **Simulação das Linhas**.

6 - Ler as instruções que aparecem acima da tabela periódica e observar os espectros de **emissão e absorção do Hidrogênio (H)** e depois do Hélio (He).

7 - Responda as questões abaixo na folha à parte:

Vocês percebem alguma semelhança entre os dois tipos de espectros para um mesmo elemento, isto é os espectros de emissão e absorção do H têm alguma semelhança? E os do He?

8 - Veja agora os espectros de emissão do:

- | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| ▪ Hidrogênio (H) | ▪ Xenônio (Xe) | ▪ Oxigênio (O) |
| ▪ Neônio (Ne) | ▪ Sódio (Na) | |
| | ▪ Mercúrio (Hg) | |

9 - Responda as questões abaixo na folha à parte:

Qual desses espectros apresenta um número maior de linhas? Qual apresenta o menor número de linhas?

10 - Clique no link **Espectroscopia** para voltar à página inicial e leia o 4º e 5º parágrafos após a *Simulação de Linhas*, que começa com “*Em 1862, o astrônomo sueco...*”.

11 - Responda as questões abaixo na folha à parte:

Você já conhecia esse fato? O que achou de saber que se pode conhecer do que é feita uma estrela, estando a milhões de anos -luz de distância?

Anexo C.6

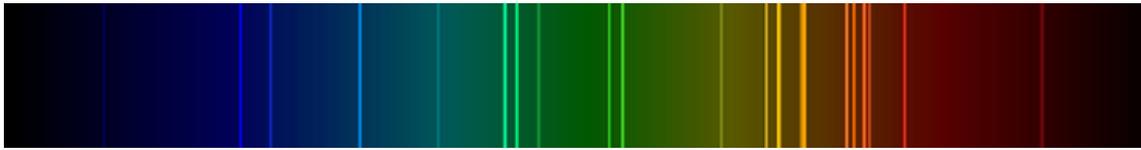
ROTEIRO DA ATIVIDADE “ASTRÔNOMO MIRIM”

Vamos descobrir de que elementos químicos se compõe uma estrela?

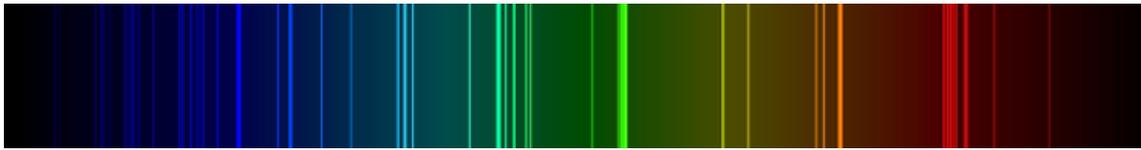
Cada grupo receberá folhas de sulfite com os espectros de elementos químicos e transparências com espectros simplificados e numerados de algumas estrelas. Os alunos deverão comparar o espectro das estrelas com os espectros dos diferentes elementos. Se o espectro da estrela apresentar todas as linhas correspondentes ao elemento, é por que este é um dos constituintes da estrela.

Compare com cuidado, pois cada estrela tem pelo menos 3 elementos componentes.

Espectro de Elementos Químicos



Al



C



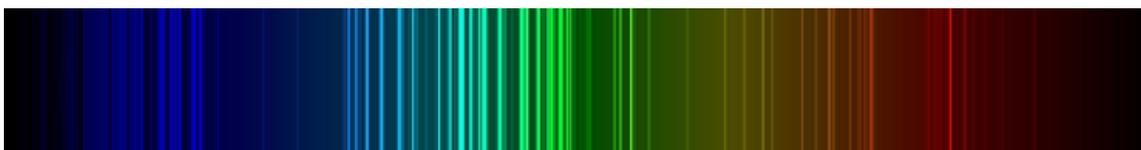
C



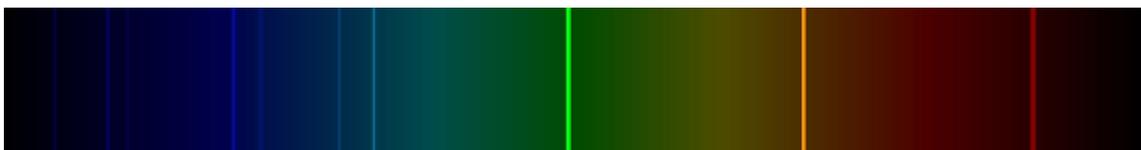
H



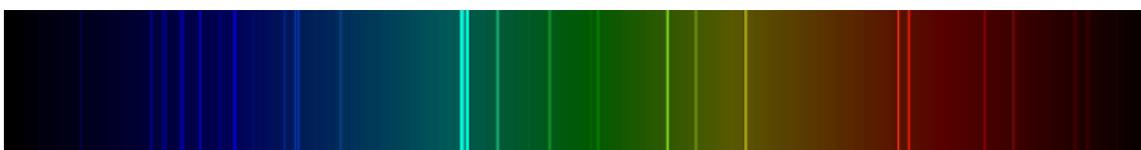
H



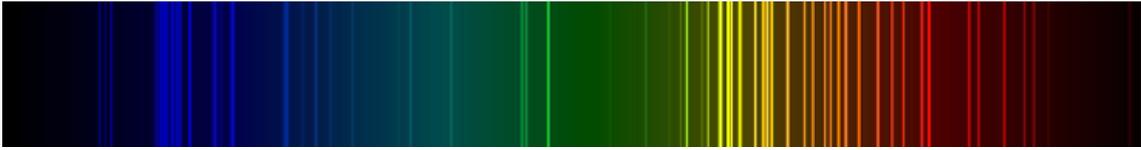
Fe



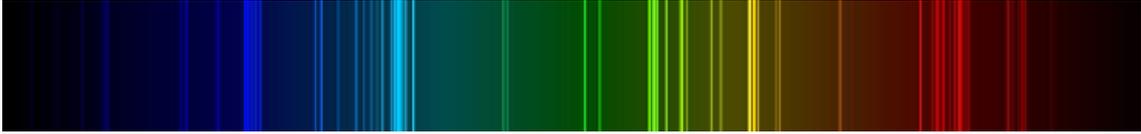
Li



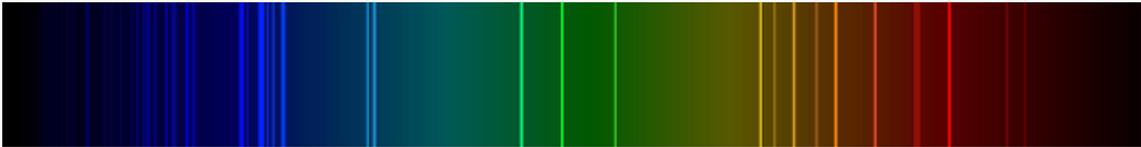
Mg



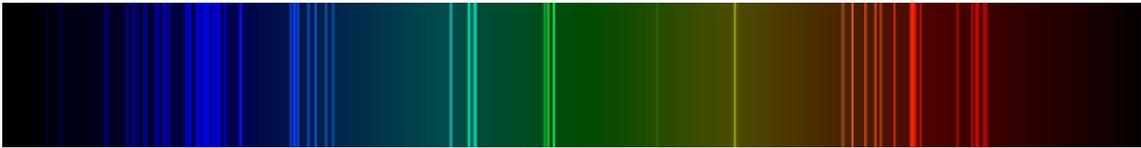
Ne



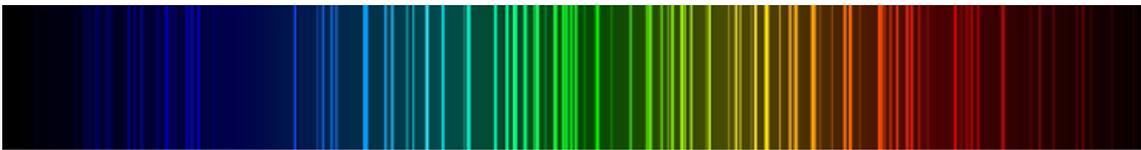
N



O

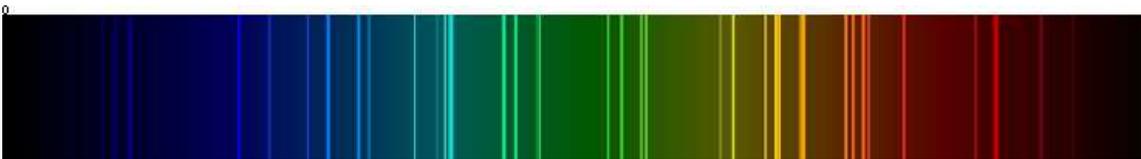


N

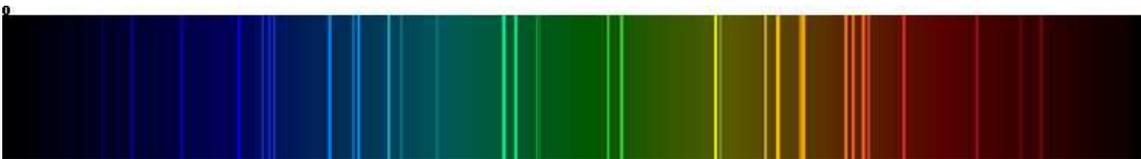


Xe

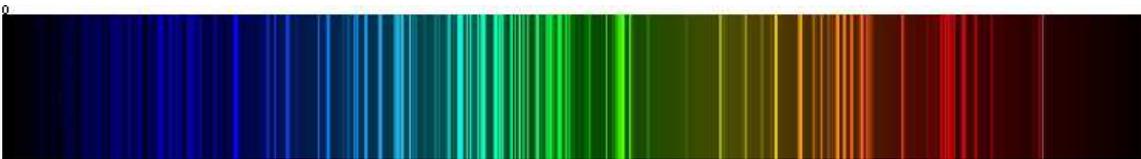
Espectros das Estrelas



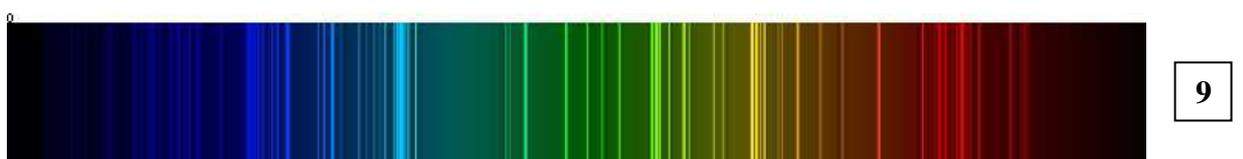
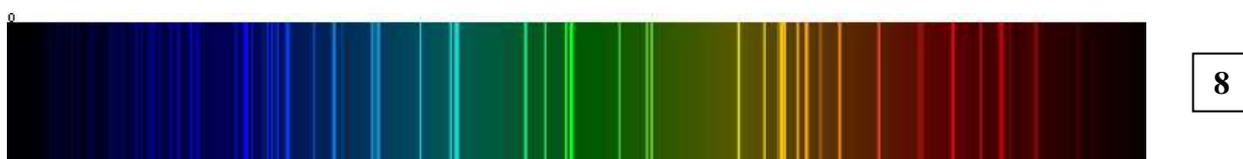
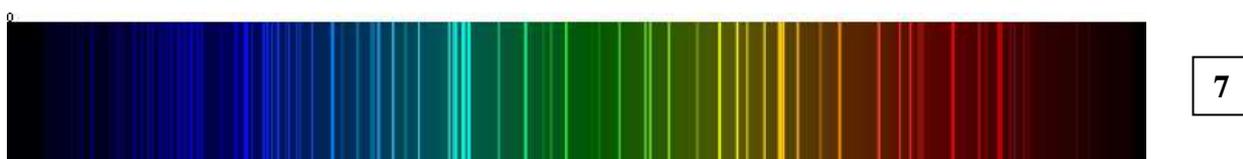
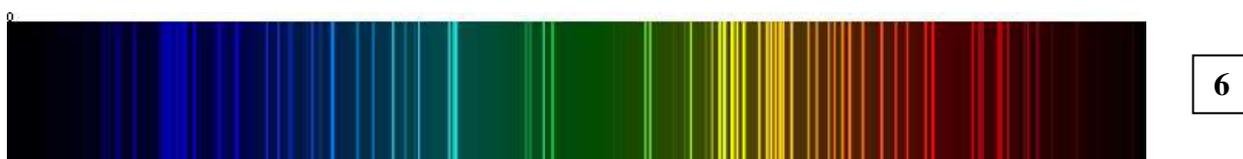
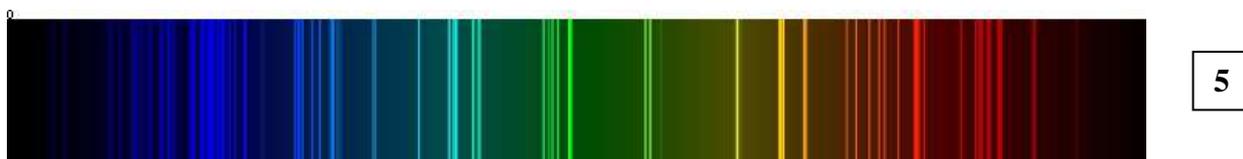
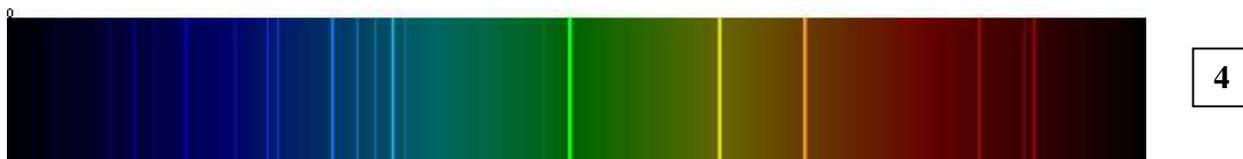
1



2

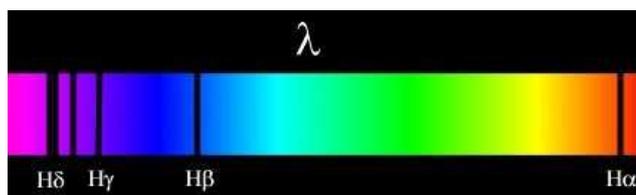


3



Anexo C.7: atividade usada na turma C em substituição à do anexo 4.5

Espectros de emissão e absorção



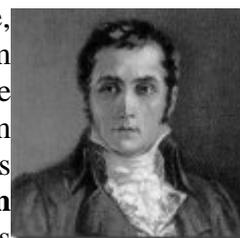
Uma carga em repouso gera um campo elétrico em sua volta. Se esta carga estiver em movimento, o campo elétrico, em uma posição qualquer, estará variando no tempo e gerará um campo magnético que também varia com o tempo. Estes campos, em conjunto, constituem uma onda eletromagnética, que se propaga mesmo no vácuo. James Clerk Maxwell (1831-1879) demonstrou que a luz é uma onda eletromagnética.

À **intensidade da luz em diferentes comprimentos de onda, chamamos de espectro**. Quase todas as informações sobre as propriedades físicas das estrelas são obtidas direta ou indiretamente de seus espectros, principalmente suas temperaturas, densidades e composições.

Histórico

Isaac Newton demonstrou em 1665-66 que a luz branca, como a luz do Sol, ao passar por um prisma se decompõe em luz de diferentes cores, formando um espectro como o arco-íris.

Em 1802, William Hyde Wollaston (1766-1828) observou que, passando a luz solar por uma fenda e depois por um prisma, apareciam algumas **linhas escuras no espectro**, que ele interpretou como o limite das cores. Estas linhas são imagens da fenda do espectrógrafo em diferentes comprimentos de onda. Até 1820, o fabricante de instrumentos de vidro (lentes, prismas, microscópios e telescópios) alemão **Joseph von Fraunhofer** (1787-1826), de Munique, já havia contado 574 linhas escuras no espectro solar, chamadas depois de linhas de Fraunhofer. Para 324 destas linhas, Fraunhofer deu o nome de letras maiúsculas: A, B, C ... para as linhas mais fortes e minúsculas para as mais fracas, começando com A no vermelho.



Fraunhofer também observou linhas nos espectros das estrelas Sírius, Castor, Pollux, Capella,



Bunsen & Kirchhoff



comprimento de onda em diferentes ângulos,

Fraunhofer usava as linhas do espectro solar para

Betelgeuse e Procyon. Na verdade Fraunhofer utilizava as linhas do espectro solar para calibrar seus instrumentos (vidros e prismas), que eram os de melhor qualidade fabricados naquela época. Como pequenas variações na quantidade e mistura de quartzo (SiO_2), cal (CaO) e soda (carbonato de sódio, Na_2CO_3) que compõem o vidro (basicamente SiO_4) fazem que os prismas fabricados desloquem o

determinar as propriedades dos vidros. Apresentando seus resultados na Academia de Ciências da Bavária, foi eleito membro e ministrou aulas na Universidade da Bavária por muitos anos, apesar de não possuir educação formal. Em 1856, o químico alemão **Robert Wilhelm Bunsen** (1811-1899) inventou o bico de gás (bico de Bunsen), cuja vantagem era a de ter chama incolor. Quando um elemento químico era colocado sobre a chama, as cores emitidas eram as da substância, e não da chama. Bunsen tinha um colaborador mais jovem, o físico **Gustav**

Robert Kirchhoff (1824-1887), de Heidelberg. Kirchhoff já havia formulado as leis que governam as voltagens e correntes em circuitos elétricos, que levam seu nome, em 1845. Em 1856, Kirchhoff sugeriu que as cores seriam melhor distingüidas se passadas através de um prisma. Eles colocaram um prisma na frente de um conjunto de lentes e passaram a **identificar as linhas com os elementos químicos**. Os gases quentes observados por Kirchhoff e Bunsen não emitiam um espectro contínuo. Eles descobriram que **cada elemento gerava uma série de linhas diferentes**. Por exemplo, o neônio tinha linhas no vermelho, o sódio tinha linhas no amarelo e o mercúrio tinha linhas no amarelo e no verde.

Estas linhas eram todas brilhantes, enquanto as linhas de Fraunhofer eram escuras. Kirchhoff queria confirmar que as linhas escuras D descobertas por Fraunhofer eram linhas de sódio. Para isto ele passou a luz do Sol através de uma chama de sódio, esperando que as linhas do sódio preenchessem as linhas escuras do Sol. Para sua surpresa, as linhas D ficavam mais fortes, mais escuras. Ele então substituiu o Sol por um sólido quente. A luz do sólido que passava pela chama apresentava as mesmas linhas escuras do Sol, na posição das linhas do sódio. Ele então concluiu que o Sol era um gás ou sólido quente, envolto por um gás mais frio. Estas camadas mais frias é que produziam as linhas escuras do Sol. Comparando o espectro, ele descobriu linhas de Mg, Ca, Cr, Co, Zi, Ba e Ni no Sol.

De suas experiências, Kirchhoff formulou as três leis empíricas da espectroscopia, para determinar a composição de uma mistura de elementos.

Leis de Kirchhoff

- 1) Um corpo **opaco** quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro **contínuo**.
- 2) Um gás **transparente** produz um espectro de **linhas** brilhantes (de emissão). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.
- 3) Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.

É importante notar que as linhas escuras não significam ausência de luz, somente o contraste de menos luz. O gás mais frio absorve mais radiação que emite e, portanto, gera linhas escuras. Se estiver em **equilíbrio**, isto é, nem aquecendo nem esfriando, um gás absorve a radiação vinda em sua direção e a re-emite em todas as direções, causando um decréscimo de fluxo na direção da fonte. Se não estiver em equilíbrio, o gás aquece.

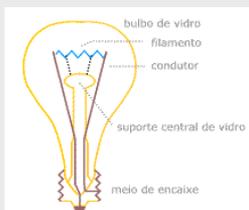
A observação dos espectros estelares tomou impulso em 1860 com Giovanni Battista Donati (1826-1873) em Florença, e logo depois com Lewis M. Rutherford (1816-1892) em Nova Iorque, George Biddel Airy (1801-1891) em Greenwich, William Huggins (1824-1910) em Londres, e Angelo Secchi (1818-1878), em Roma.

Em 1862, o astrônomo sueco Anders Jonas Ångström (1814-1874), aumentando a precisão de medida do comprimento de onda, identificou as linhas de hidrogênio no Sol. A identificação do elemento hidrogênio já havia sido feita em 1766 pelo físico e químico inglês Henry Cavendish (1731-1810).

Em 1868, o astrônomo inglês *Sir* Joseph Norman Lockyer (1836-1920) descobriu uma linha inexplicada no espectro do Sol, que ele identificou com um **novo elemento químico, hélio**, do grego *helios*, Sol. Lockyer mais tarde fundou a revista *Nature*, e foi seu editor por 50 anos. Independentemente, o astrônomo francês Pierre-Jules-César Jansse (1824-1907) também identificou esta linha, no mesmo ano. Somente 27 anos mais tarde o elemento hélio foi descoberto na Terra, pelo químico inglês *Sir* William Ramsay (1852-1916) quando o espectro de um minério de urânio contendo hélio produziu uma linha na posição exata daquela encontrada por Lockyer no espectro do Sol. Hoje em dia sabemos que o hélio é o segundo elemento mais abundante no Universo. O primeiro é o hidrogênio.

Questões:

1. O que é espectro de emissão e espectro de absorção? Como se obtém cada um deles?
2. Vocês percebem alguma semelhança entre os dois tipos de espectros para um mesmo elemento, isto é os espectros de emissão e absorção do H têm alguma semelhança? E os do He?
3. Você já conhecia a “descoberta” do Helio, contada no último parágrafo do texto? O que achou de saber que se pode conhecer do que é feita uma estrela, estando a milhões de anos - luz de distância?
4. Por que se pode dizer que o espectro é o RG do átomo?

Anexo C.8**SLIDES DAS APRESENTAÇÃO EM *POWER POINT* APRESENTADOS PELO PROFESSOR NA TURMA A AULA 1 E TURMA B AULA 2****LÂMPADA INCANDESCENTE**

- 2500oC – infravermelho (calor) e luz visível (10%)
- Funcionamento: aquecimento do filamento. Espectro contínuo.
- Vácuo \Rightarrow combustão. Hoje gás inerte argônio para evitar a evaporação do tungstênio
- Duração média 1000 h

LÂMPADAS HALÓGENAS

Lâmpada de gás, em geral criptônio ou xenônio com traços de um elemento halógeno (normalmente bromo ou iodo). O halogênio tem a propriedade de combinar com os átomos do tungstênio evaporado e depositá-los no filamento, ou seja, um processo de reciclagem.

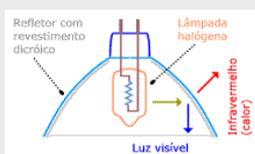
- Dura mais (3000 h).
- Pode trabalhar numa temperatura maior, emitindo mais luz visível (50%).



Icterícia é uma condição comum em recém-nascidos. Refere-se à cor amarela da pele e do branco dos olhos que é causada pelo excesso de bilirrubina no sangue. A bilirrubina é um pigmento normal, amarelo, gerado pelo metabolismo das células vermelhas do sangue. A criança fica icterícia quando a formação de bilirrubina é maior do que a capacidade do seu fígado de metabolizá-la.

A bilirrubina absorve a luz ao máximo na faixa de 420 a 470 nm, ou seja, faixa azul. A bilirrubina resultante da fotoco conversão pode ser excretada na bile, sem a necessidade de conjugação pelas enzimas hepáticas, ou excretada pelos rins na forma de lumirrubina.

TRATAMENTO = lâmpadas halógenas por sua maior eficiência no visível.

LÂMPADA DICRÓICA

Uma lâmpada dicrótica comum é uma lâmpada halógena com um refletor de algum material dicrótico, que reflete a parte visível da radiação e absorve a parte infravermelha.

Desde que ela normalmente fica embutida em forros ou similares, é reduzida a emissão de calor para o ambiente iluminado.

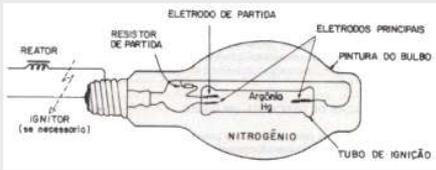
LÂMPADA FLUORESCENTE

- Elétrons arrancados dos eletrodos por alta voltagem e colidem com os átomos do gás.

- Emissão principalmente no ultravioleta.
- Camada de fósforo absorve e emite luz visível.
- Economia: emissão maior no visível.

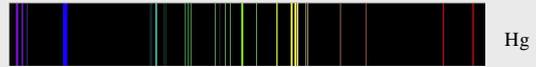
Qual a diferença entre fluorescência e fosforescência?

LÂMPADA DE VAPOR DE MERCÚRIO E SÓDIO



- A pintura interna é para "corrigir" as cores do espectro.
- Mercúrio ⇒ azul e violeta;
- Sódio ⇒ amarelada;

Espectro de emissão ⇒ cada elemento excitado emite espectro característico.



Espectro de absorção ⇒ Espectro contínuo passa pelo gás que absorve determinadas frequências (linhas escuras)



LÂMPADA MISTA

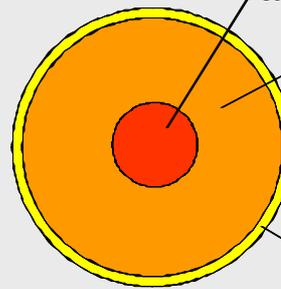


- Lâmpada de mercúrio com filamento.

Neônio ⇒ luz vermelha

Xenônio ⇒ azul ou branca, depende da temperatura.

O SOL



Núcleo: quente - 20.000.000°C, e denso
Produz energia por reações nucleares

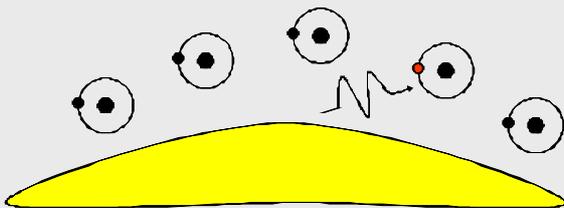
Interior: ainda muito denso.
Luz não consegue escapar e é continuamente absorvida e reemitida.
Como as partículas são livres (elétrons) **espectro é contínuo.**

Fotosfera: é a região que observamos do Sol. Acima dela, a densidade não é tão alta, por isso a luz consegue escapar e chegar a nós. (Para o Sol, $T \cong 5600$ K).

A partir da fotosfera, como a temperatura é menor, a maior parte dos elétrons está presa aos átomos.

Então, emissão e absorção de energia será basicamente discreta: apenas determinados comprimentos de onda.

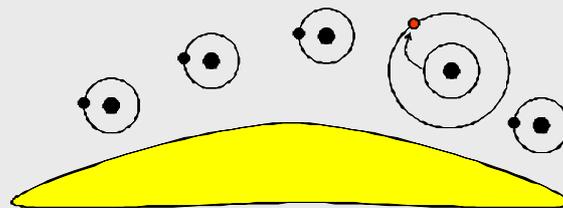
Átomos podem absorver fótons vindos da superfície do Sol

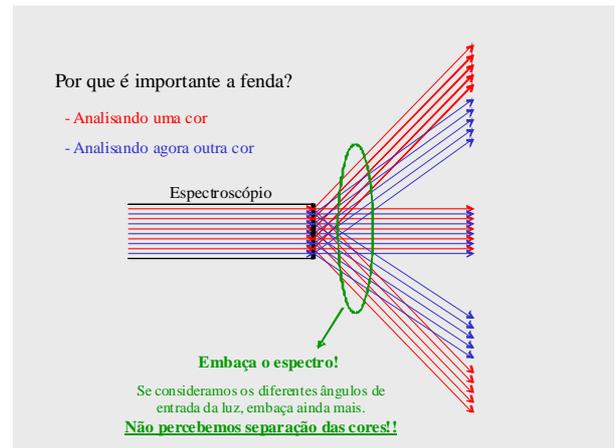
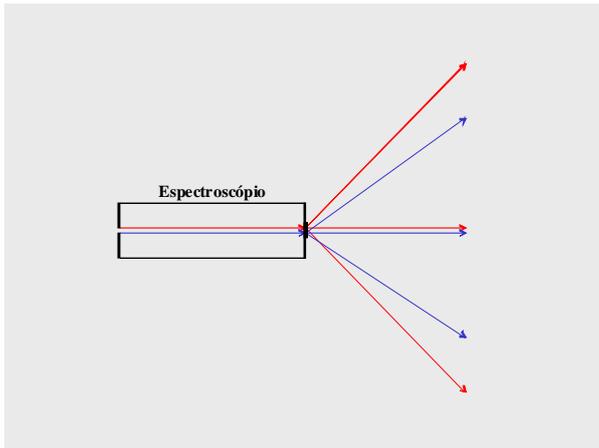


A partir da fotosfera, como a temperatura é menor, a maior parte dos elétrons está presa aos átomos.

Emissão e absorção de energia será discreta: apenas determinados comprimentos de onda.

Contudo, apenas determinadas frequências serão absorvidas.





ANEXO D: NORMAS PARA TRANSCRIÇÕES adaptadas de Preti (1997):

Ocorrências	Sinais	Exemplificação
Incompreensão de palavras ou segmentos	()	Do nível de renda ¼() Nível de renda nominal ¼
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)	(estou) meio preocupado (com o gravador)
Truncamento(havendo homografia, usa-se acento indicativo da tônica e/ou timbre)	/	E comé/ e reinicia
Entonação enfática	Maiúscula	Porque as pessoas TÊM moeda
Prolongamento de vogal e consoante (como s, r)	::podendo aumentar para ::: ou mais	Ao emprestaremos... Éh:::...dinheiro
Silabação	-	Por motivo tran-sa-ção
Interrogação	?	E o Banco Central...certo?
Qualquer pausa	...	São três motivos... ou três razões... que fazem com que se retenha moeda... existe uma... retenção.
Comentários descritivos transcritor	((minúscula))	((tossiu))
Comentários que quebram a seqüência temática da exposição; desvio temático	- - -	... a demanda de moeda – vamos dar essa notação – demanda de moeda por motivo
Superposição, simultaneidade de vozes	itálico	A. na casa da sua irmã B. sexta-feira
Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida em determinado ponto. Não no seu início, por exemplo.	(...)	(...) nós vimos que existem...
Citações literais ou leituras de textos, durante a gravação.	“ “	Pedro Lima... ah escreve na ocasião... “O cinema falado em língua estrangeira não precisa de nenhuma baRREIra entre nós”...

ANEXO E: TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 1 TURMA A

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
01:03	P contínuo ou...	Alunos falam, chamam o professor que está vendo quem trouxe o espectroscópio e a atividade de observação de campo.
01:25	A: professor, professor... 17	
01:40	P: só um segundo...	
	A: professor	
2:18	P: Vamos lá, quem... está sem...	
2:26	P: Vocês vão me devolver no final... Vocês são responsáveis.	O professor distribui os espectroscópios e alunos começam a olhar.
	()	Os alunos chamam o professor. Conforme vão recebendo o espectroscópio, alguns alunos observam as lâmpadas da classe.
05:34	A1: no meu aparece vermelho, laranja,... Tem dois negocinho...	
05:52	A2: tem roxo rosa vermelho	Alunos enunciam as cores.
06:00	Aa: é lâmpada fluorescente...	
06:18	P: Pessoal olha... na última aula... faz muito tempo... vocês receberam um roteiro para a construção do espectroscópio e um direcionamento para pesquisa de campo ... (1)	(1) Interrompe, pois aluna se levanta do lugar, vai até a frente e ele indica que volte ao lugar.
06:38	P: E um roteiro para pesquisa de campo... Para fazer a observação aí de algumas lâmpadas. Bom. Alguns alunos fizeram, outros não então nós vamos utilizar esta aula para fazer a observação aqui no laboratório das lâmpadas. Então o MESMO quadro que vocês escreveram na ultima aula, a orientação para fazer a observação: marcar a lâmpada, se o espectro é discreto ou contínuo as luzes/as cores das luzes que aparecem e... a que tem maior destaque a mais intensa, a faixa mais larga, a que aparece/a que aparece mais e também a que aparece menos, a menor banda. Então eu vou colocar as lâmpadas lá no fundo e a D. Elza vai apagar pra nós e nós vamos fazer aí a observação dessas lâmpadas.	
7:52		O professor vai para o fundo da sala e coloca a lâmpada fluorescente compacta e a luz se apaga.
08:08		Acende a lâmpada fluorescente compacta.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
08:15	A: no::ssa... mas no::ssa	
08:19	P: Pessoal... A lâmpada fluorescente compacta. Você tem que... a lente tem que estar no teu olho .	
08:41	A: eu só tô vendo uma... ()	
08:42	P: A lente fica encostada no olho e o orifício vazado na outra extremidade... aponta para a lâmpada e observa o espectro.	
09:13		Os alunos enunciam cores.
09:19	A1: roxo azul, verde.	
09:23	A2: laranja e vermelho.	
09:28	A3 o meu tá com defeito.	
09:34	A1: Oh lá ... oh. Dá licença aí ô... P: pessoal... Esse espectro aí ele é discreto ou contínuo? Aa: então a gente quer saber...	
09:43	A1: contínuo. A2 contínuo.	
09:46	P: Contínuo não aparecem linhas ... na tarja aí com as várias cores ... quando ele é contínuo não aparecem linhas no meio.	
09:56	Aa: então é discreto.	
09:58	P: se aparecem linhas ele é discreto.	
10:05	A Ah:: então ele é discreto. P: o espectro é discreto. A: Ah.	
10:08	P: Quais são as cores das linhas?... anote.	
10:18	A4: verde. A5 preto. A: Violeta.	
10:35	A2: tem branco.	
10:38	A3: Roxo, vermelho, azul, preto.	
		Os alunos enunciam cores.
10:59	P: Se tem linhas? É discreto. Tem linhas? A: tem. P: então é discreto. Quais são as cores das linhas? A: Roxo verde, vermelho. P: Tem que anotar. A: Vermelho, azul, verde, amarelo.	
11:08	P: Pessoal, detalhezinho as cores que nós usamos como referência... Vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. A1: e branco P: Então não é roxo, é violeta... junto ao anil... A1: violeta..	Enquanto o professor fala, alunos ainda enunciam cores.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
11:34	P: O azul é o tom um pouco mais claro, o outro é o anil é o anil.	
		Os alunos chamam o professor, trocam idéias sobre as cores.
12:18	P: azul, anil e violeta. Pessoal!	Para uma aluna
12:26	A2: Tem dois verdes claro, né? A3: tem um verde claro, lá, o maior clarão lá é um verde mais forte.	
12:32	A2: Põe um verde só ou põe dois? P: O que vocês observarem de diferente, anotem como observação. Na lâmpada tal apareceu...	
12:42	Aa1: professor essa lâmpada é a fluorescente? Aa2: é a econômica. P: Essa é a fluorescente compacta.	
12:49	A: roxo verde escuro, <i>verde claro</i> ... verde mais claro P: <i>é a lâmpada econômica.</i>	
12:58	A1: violeta ta lá do lado do azul. A2: Não tem azul... A1: Tem que ser na hora que ele está brilhando. A2: NÃO TEM AZUL	
		O professor atende os alunos que chamam
13:52	A1: essa aí é a econômica.	
14:09	P: as cores estão separadas.	Os alunos falam entre si, brincam, comentam, repetem as informações dadas pelo professor.
14:31	P: Pessoal, pronto? Posso trocar a lâmpada? A1: pode	
14:40	P: Ca, por favor.	
14:45	A2: Tem azul claro, azul escuro.	
15:07	P: Pessoal... Pronto? Posso trocar a lâmpada? A: Pera aí, pêra aí.	
15:27	A1: A primeira coisa que aparece A2: viu azul?	
		Ainda trocam idéias sobre as cores que vêm, chamam o professor.
16:09	P: PESSOAL, tomem um certo cuidado porque o espectroscópio tem uma fenda muito grande, ele pode(...) as cores, ele pode acabar aparecendo. PESSOAL... olha , quando a fenda do espectroscópio é muito grande... a luz vai aparecer numa forma de uma janelinha do formato da fenda e ela pode se sobrepor ...	Faz gestos para explicar

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont. de 16:09	Acaba borrando então aparece uma cor falsa, no meio, então... Dê preferência para usar um espectroscópio que tenha uma fenda um pouco mais fina, que aí dá pra ver uma distinção melhor das linhas.	
17:03	P: Vamos lá... Vou trocar a lâmpada... Tudo bem já fizeram esse? Marcaram a que tem maior destaque aí? Maior banda? A2: Tudo certinho...	
17:13	Aa: professor a mais intensa () ou vou ter que...()	
17:21		Apaga a lâmpada para trocar, os alunos gritam, brincam. A sala fica escura... Gritos "ohohoh"
17:43	P: Pessoal!...	Coloca a nova lâmpada, a sala fica parcialmente iluminada.
17:50	P: que lâmpada é esta?	
17:54	A1: de casa. Aa: Econômica. A2: A de casa é mais forte.	
18:00	P: Essa não é econômica, essa gasta muito. Que lâmpada é essa pessoal?	
18:05	Aa: Incandescente. P: incandescente.	
18:16	A1: a agora é contínuo. Aa2: sinal! Aa1: São várias cores.	Toca o sinal.
		Voltam a enunciar as cores.
18:56	P: Lâmpada incandescente... contínuo ou discreto? Alunos: contínuo. Aa: Contínuo?	
19:05	P: Se fosse discreto apareceriam linhas no meio da tarja.	Faz gesto.
19:11	Aa: Professor, discreto é com linhas ou sem linhas? P: Discreto é com linhas.	
	()	Enunciam as cores que estão vendo
19:37	A: vira o buraco lá... mas olha de lado não olha pra luz ... vira o bagueio lá que dá certinho A2: verde, amarela, vermelha...	
		Vários alunos falam.
20:30		Comentam sobre briga que aconteceu no início da aula.
21:20	A: Verde escuro, verde claro, e vermelho. Não vejo azul	Discutem se tem ou não amarelo e azul.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
22:13	P: Pessoal pronto? Posso trocar a lâmpada? Alguns alunos: pode.	
22:39	Aa: Professor tem quantas lâmpadas?	
22:44	Aa2: licença, Da.	
		Enunciam cores.
23:21	A2: pode mudar a lâmpada, professor.	
24:10	A1: professor que lâmpada é essa aí?	O professor volta ao fundo da sala e troca a lâmpada.
24:29	P: é uma lâmpada mista. Aa: mista? A: qual é essa, professor? P: Mista, tem vapor de mercúrio e também tem filamento.	
24:52	Aa: Professor, professor J... professor...	
25:06		Alunos enunciam cores, falam sobre ser discreto. Alguns alunos comentam: é discreto... você viu?
25:52	P: pessoal...contínuo ou discreto? A2 contínuo. A1: discreto.	
25:58	A2 contínuo. A1: discreto.	
26:00	P. como é que você vê que é discreto? A1: Tem um pretinho lá.	
26:06	P: tem um pretinho aonde?... A1: no azul.	
26:10	P: Como é que é o discreto pessoal?	
	A1: É discreto. A2: É contínuo. A3: contínuo é aquele...	
26:26	A: separa uma cor da outra... P: discreto tem a separação das cores A: contínuo é... Tudo junto.	
26:36	P: é contínuo ou discreto? Alunos: contínuo. A: discreto.	
26:40	P: Tem linhas no meio do espectro? Aa: tem. A3: tem.	
26:46	P: Se tem linhas é contínuo? A: Não. A2: Ah não!	
26:56	P: é contínuo ou discreto? Aa e A2: Discreto . É discreto.	
27:00	P: Olha... Quando nós colocamos essa lâmpada, ela estava dessa cor? Aa: não. A1: não	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
27:09	Aa2: ela está mais forte agora...	
27:14	A1: ela mudou... A2: professor essa é a luz de mercúrio?	
		Comentam sobre a mudança no espectro. Voltam a enunciar cores.
27:57	P: vamos lá quais as cores que vocês conseguem observar nesse espectro?	
28:04	A: alaranjado. Aa: azul, alaranjado, anil. A1: roxo...	
28:14	A2: professor tem vermelho, alaranjado, verde, azul e violeta. Aa: anil também.	
		Os alunos observam, enunciam as cores.
29:34	Aa: professor, professor, essa aqui. ()	
30:04	A3: o verde está com dois tons de verde, o vermelho está com o laranja.	
30:26	P: pessoal... Vamos?	
30:36	P: já estão prontos? Posso trocar a lâmpada? Aa: pode...	
31:20	P: cadê o meu?	
31:38	P: pessoal, prontos?	
31:55		Vai para o fundo da sala e apaga a lâmpada para trocar. Novos gritinhos...
32:00		Acende a lâmpada.
32:11	P: essa é a dicróica.	
32:18	P: dicróica ela tem foco dirigido. Quando ela/ vocês estão vendo a maior intensidade. Ela emite e maior parte dos raios nessa direção (1). A: é a de farol de carro.	(1) mostra com a mão a direção que sai em linha reta da lâmpada ao teto da sala.
32:29	P: quando você utiliza/você tem () quando você utiliza essa lâmpada, ela não deixa passar muito calor.() Ela não esquenta muito o ambiente.	
33:04	P: Pessoal, embora ela... Embora a intensidade luminosa seja grande, ela esquenta menos do que... a lâmpada incandescente. Essa é dicróica. A3: qual é que é? P: dicróica...	Alguns alunos e alunas repetem "dicróica!"
34:16	A1: ô, licença aí...	
34:19	Aa: eu acho que é contínuo. A: É contínua A2: e as cores? A3: vermelha, um pouquinho de laranja, azul, verde e violeta.	Confirmando a observação da colega.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont. de 34:19	A3: tem cinco cores oh, vermelha, amarelo, roxo, verde. A4: verde, um pouco de amarelo. A5: que vermelho que nada.	
		Os alunos discutem sobre as cores, as alunas questionam sobre ser amarelo ou laranja.
35:39	A2: a maior banda é uma banda grande...	Continuam discutindo quais cores tem no espectro, confirmando seu resultado com os colegas.
35:41	A3: a maior banda é verde.	
35:56	Aa: a maior banda.	
36:05	A3: tem amarelo? A2: eu vi amarelo.	
36:13	Aa: A maior banda é a verde e a menor é azul.	
37:11		O professor vai para o fundo da sala para trocar de lâmpada...
37:44		Atende aluno.
38:00		Troca a lâmpada.
38:04	A1: A essa é de balada, hein? Essa é de balada.	
38:10	A1 essa ai é da festa do Rafael...	
38:44	A1: dá pra ver duas cores, só!	
38:58	A2; Só vejo duas cores, só!	
39:04	Aa: azul e... A2: azul, verde.	
39:10	Aa2: Eu vejo um pouco de vermelho. Vermelho, azul, verde.	
39:19	Aa: Eu tô vendo amarelo.	
39:37	Aa: roxo, violeta. Aa2: Violeta.	
		Perguntam sobre notas.
39:59	Aa: a azul, vermelho e violeta.	
40:38	Aa: Eu to vendo roxo, azul... A3: Vermelho, verde.	
41:06	P: O espectro ficou diferente... Não é o mesmo...	
		Alunos enunciam cores.
41:51	P: que cores aparecem? A3: vermelho. A1: violeta, azul.	
42:01	A2: mas em amarelo também A3: Vermelho tem sim. A2: tem amarelo. A1: tem não.	
42:07	P: e aparece vermelho aí. A1: Não.	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont. de 34:19	Outros alunos: aparece.	
42:18	A1: Vou falar as cores: roxo, violeta. A2: verde e amarelo.	
42:36	A2: Azul? A1: olha o azul, lá.	
		Continuam enunciando cores, reclamam de aluno que fica na frente da lâmpada.
42:49	P: PESSOAL, PRONTO?	
42:54	P: Posso trocar? Alguns alunos: Pode. A2: Não.	
43:06	Aa: Sai da frente, você.	
		Alunos comentam sobre cores e se é contínuo ou discreto.
43:39	P: O que vocês marcaram, contínuo ou discreto?	
43:45	P: Que conclusão chegaram?	
43:54	A2: Eu vi amarelo... e vermelho.	
		O professor atende perguntas individuais... Alunos enunciam cores.
45:24		O professor acende a lâmpada de mercúrio.
45:44	A2: De novo?	
46:00	P: Pessoal.	
46:13	P: Pessoal, luz negra.	
46:18		Apaga e acende novamente a luz negra.
46:38	P: luz negra, escreve aí o espectro.	
46:44	Aa: só roxo. P: procura com cuidado aí... que você vai conseguir ver... A3: Violeta verde	
46:52	A2: Vermelho	
46:57	Aa: Verde... tem verde.	
47:00	Aa: Verde, azul e violeta. A3: silêncio. Aa: Verde, azul e violeta. Aa2: verde, azul e violeta.	
		Repetem várias vezes.
47:24	Aa2: tem laranja... Aa: não tem...	
47:35	P: voltem para os seus lugares.	
47:45	tumultuando demais	
		Novamente ouvem-se os alunos enunciar cores. A sala está muito

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
		escura.
51:43	P: Pessoal, pronto?	
51:52		Acende a lâmpada de mercúrio
52:13	P: Pessoal... Vamos lá... Esse trabalho vocês vão me entregar hoje. Faltou/vocês deviam ter feito isso/ essa pesquisa lá fora. Era uma pesquisa de campo. Não fizeram.	Professor volta à frente da classe
		O trecho abaixo foi transcrito de gravação em áudio.
	P: Vocês vão escolher três lâmpadas quaisquer que você encontrar... A de led, que mais? De sódio, não fizeram a observação da luz de sódio amarelo...led ... Essas luzes de controle... Algum controle tem luz... de celular, vocês vão escolher qualquer iluminação ... Três lâmpadas diferentes... Anotar o tipo de lâmpada e anotar o espectro dela... Vocês vão ter que entregar isso. Faltam poucos minutos... Três lâmpadas diferentes...	
	P: Pessoal... os que pegaram o espectroscópio comigo ... por favor...	
53:49		Acende a luz da sala. A transcrição volta a ser da filmagem
53:53	P: Pessoal, por favor, Vamos sair... Subindo para a sala... Deixando aqui o trabalho.	
		Brincam com o fato de estar sendo filmados.
54:39	A1: Vou fazer uma experiência com uma luz vermelha.	
54:50	A 1: dá o seu negocio aí...	O aluno pega o espectroscópio do outro e se aproxima da lâmpada de mercúrio, que continua acesa, dirigindo o espectroscópio para a luz.
54:56	P: Você entregou a pesquisa de campo? Aa: Não P: então você leva...	
55:03	A1: Aí professor, to conseguindo...	
55:06	A1: To vendo vermelho	Risos das alunas da frente.
	A1: é serio ó. Vermelho, laranja, verde e violeta e é discreto. Está separado.	Faz gesto mostrando as linhas, E sai sorrindo.
55:23		As alunas comentam com o professor sobre a briga que aconteceu antes do início da aula
56:00	Fim da gravação.	

ANEXO F: TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 1 TURMA B

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
00:05	A1: do poste ela não viu não A2: Ô Va você viu o poste? Amarelo? R: Cadê? Cadê?... não roubaram não?	O aluno vem e pega o espectroscópio que está sobre a mesa.
00: 14	P: PESSOAL! Aa: pode falar. P: Vamos adiantar aí esse trabalho () hoje vocês deveriam estar trazendo o espectroscópio.	
00:24	Não sei se todos conseguiram fazer... aqueles que porventura não conseguiram fazer, eu tenho aqui alguns que eu vou fornecer pra que a gente faça a nossa atividade que estaremos filmando... (1) vocês deveriam também ter feito também a pesquisa de campo () quem fez aqui? ... Alguns fizeram... então eu vou... os que fizeram, por favor, me passem. Aqueles que não fizeram, nós faremos aqui... nós vamos aproveitar a experiência dos que já fizeram na rua, nós vamos aproveitar a experiência deles () nós vamos fazer aqui... Eu tenho aqui algumas lâmpadas: A: tem amarela? P: Lâmpada mista... que tem filamento e também vapor de mercúrio, uma lâmpada fluorescente compacta, uma lâmpada econômica... lâmpada incandescente, lâmpada comum, que tem em casa... dicróica, que é uma lâmpada de foco dirigido, daqui a pouco eu vou abrir e mostrar, uma dicróica com filtro azul... Bom são essas. Ah... e a luz negra. Ga: Ai que emoção... P: <i>Então nós vamos ver como e que ficam os espectros dessas lâmpadas...</i> A1: <i>na negra não vai ter nada...</i>	(2) Aluno observando as luzes da sala com espectroscópio. Enquanto o professor fala os alunos estão preocupados em colocar o nome nos espectroscópios com fita crepe e com a pesquisa de campo para entregar.
2:00	P: Quando você utiliza a lâmpada, a intenção é que... a gente conseguisse reproduzir... a claridade, a luz solar () ilumina com esta finalidade. Vocês vão notar que as lâmpadas têm espectros... que têm algumas peculiaridades. Então, antes, por favor, espectroscópio... quem fez? 3° B... 3° B espectroscópio: quem fez?	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
2:21		Conversas dos alunos.
2:40	<p>R: Opa! pode falar... Ih!Perdi a folha...</p> <p>A: Manda aí.</p> <p>Ga: a minha também está aí Essa é a do L.</p> <p>R: vou abrir na matéria dele... eu tenho marcado a tabela</p> <p>A: minha folha não tá lá, meu...</p> <p>R: e a minha... acabei de perder... fui fechar o caderno.</p> <p>A: Ô Ga empresta a matéria de física aí.</p> <p>R: tá aqui ó...</p> <p>A: é do V. V com V ou com W?</p>	
2:59	<p>Ga: eu não trouxe a matéria de física hoje.</p> <p>P: espectroscópio, quem fez?</p> <p>GA: esse aqui é do B e esse é do L.</p> <p>G: cadê o Leo?</p> <p>GA: nem vem.</p> <p>A3: Ô M, empresta seu caderno.</p>	A aluna segura o espectroscópio do amigo que faltou...
3:32	Ga: Ele vai dar um ali pra quem não tem...	
3:49	<p>P: 3° E</p> <p>A3: oi!</p> <p>A2: empresta aí, deixa de ser egoísta.</p> <p>Ga: É do L, ele vai dar nota...</p>	Conversa do grupo sobre a entrega. O professor chega ao grupo
4:06	<p>P: cadê?</p> <p>Ga: 21, 43,</p> <p>P: certo,</p> <p>Ga: 42,45</p> <p>P: Cadê?</p> <p>Ga: Tá aqui ó</p> <p>G: junta tudo ali</p> <p>R: Não, não, não. Não mistura o meu não... o meu é pessoal, 22</p> <p>P: é isso?</p> <p>A4: 33</p> <p>R: Tá esquecendo de mim?</p> <p>P: Não você...</p> <p>Aa: professor.</p>	<p>A aluna mostra dois espectroscópios</p> <p>Aluna vendo espectros</p>
4:32	<p>P. PESQUISA DE CAMPO? quem fez a pesquisa de campo?</p> <p>Vários: aqui ó.</p> <p>Ga: só olhei a do poste lá perto de casa, só que é branca... Amarela tinha lá embaixo. pra ir lá em baixo que eu não conheço ninguém</p> <p>G: da varanda do meu quarto tem uma luzona amarela</p> <p>R: você chegou a olhar?</p> <p>A2: e você não quis nem teve vontade de sair na varanda pra olhar a luz, né?</p>	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont de 4:32	G: aquela luz enche o saco qualquer dia vou pegar um estilingue e () ela	
5:19		Conversam sobre forró. Um aluno senta-se entre R, V: A1
5:47	Ga: falou professor.	Toca o sinal
6:08	A2: professor, tem a luz vermelha aí? Tem a luz vermelha aí? só falta essa pra mim... P: Não precisa ter todas. A2: Não? Então fazendo, beleza l Quer que eu tire isso aqui? P: não, depois eu tiro. R: Brigado hein, professor.	O professor se aproxima para recolher as pesquisas de campo.
6:30	P: pessoal, por favor... (...)	
6:40	P: olha, agora nós vamos fazer o seguinte: nem todos fizeram... provavelmente alguns fizeram () nós vamos fazer a observação de algumas lâmpadas. Quem não tem espectroscópio? G: Você tem aí professor? Oh! Os do professor é moderno... ()	
7:32	R: Eu fiz na sala mesmo você olha por aqui P: todos têm? olha, eu vou deixar mais alguns aqui R: papel aí você cola aqui... ”depois você enrola assim ó... A2: Deixa ver esse seu aí. Deixa ver esse vermelho... () R: Não esse aí era marrom, Por isso eu to perguntando G: Esse aqui é da hora tem só um cortezinho... R: porque o preto lá não tinha um pedacinho, só tinha o marrom.	R explica para o V como fez o espectroscópio e como olhar.
8:02	P: Pessoal! Eu coloquei mais alguns sobre a mesa para que durante a observação <i>você observa...</i> Ga: <i>assim também da pra ver ó</i> P: aí com o seu e experimenta aí com o outro o que estiver melhor você utiliza aí pra observação. A observação das lâmpadas que faremos aqui será em grupo então... já estão organizados aí em grupos? Aa: de quantos?	Alunos observam as lâmpadas da classe acesas
8:27	P: nós temos que fazer aí exatamente a tabela que vocês fizeram, mas escrevam () quem tem lápis colorido, quem não tem anotem.	Alguns alunos olham a lâmpada da sala com o espectroscópio.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
8:45	Aa: não dá pra ver nada A2: Professor eu vou ganhar a luz negra depois? Professor eu vou ganhar a luz negra?	
9:20	P: ENTÃO VOCÊS TÊM QUE FAZER um quadro ou fazer um relatório... anotar as mesmas coisas que deveriam ter feito na pesquisa de campo. Então, primeira lâmpada é essa... fluorescente... tem que anotar o que? Lembra do quadro? Nome da lâmpada: fluorescente compacta, espectro se é discreto ou contínuo. A, por favor, apaga a luz...	Os alunos arrancam folha do caderno para anotar
9:57	Ga: professor, pode fazer em grupo?	Apaga a luz
	R: é... assim não dá.	O professor fica na frente do aluno.
10:11	P: pessoal, esse trabalho... no final da aula eu vou recolher esse daí então alguém do grupo vai anotando. Essa lâmpada é fluorescente compacta. A: quem tá anotando? A2: eu. G: anota aí R. P: segunda coisa, o espectro aqui... é discreto ou contínuo? R: é contínuo P: observe a lâmpada...	Os alunos arrancam folha do caderno para anotar
10:30	G: anota aí R. R: Ga, você está aí anotando? Não? A2: eu tô anotando. G: anota aí, anota aí, eu vou falando.	
10:50	P: Aparecem todas as cores? Vários alunos respondem: <i>não</i> . G: <i>roxo, azul e verde</i> . P: As sete aí? R: <i>roxo, azul e verde</i> . Vários alunos respondem: <i>não</i> P: isso já indica que o espectro não é contínuo. Segunda coisa... olha... COMO É QUE VOCÊS DISTINGUEM UM ESPECTRO DO OUTRO? PESSOAL Aa: oi? P: você vê uma tarja colorida, Aa: isso. P: nessa tarja se você/aparecem linhas ou quadros reforçados, onde está com maior... mais intenso... aparecem várias linhas, então esse espectro é discreto e não contínuo.	Gestos com a mão mostrando linhas verticais paralelas
11:29	P: Então observem essa lâmpada... Esse espectro é discreto ou contínuo? Vários alunos: Discreto.	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=11:29	<p>P: discreto. A2: Azul, né? R: Azul? Eu não estou vendo azul... eu não enxergo... A2: abre o olho, abre... primeiro abre o olho e agora põe o cano no olho.</p>	
11:53	<p>P: pra percebermos a diferença... A: Sai do meio aí professor. R: e aí professor vai deixar anotar ou não? P: Eu quero que vocês observem esta. G: já mudou? P: não, eu vou voltar. Para percebermos a diferença eu vou voltar esta, mas pra você ver a diferença entre o espectro discreto e o contínuo. Esse espectro é contínuo.</p>	<p>Apaga a lâmpada fluorescente. A sala está muito escura.</p> <p>Acende a lâmpada dicróica</p>
12: 30	<p>A3: Esse é da hora. Como chama essa lâmpada? G: Incandescente R: Lâmpada incandescente Você não sabe? A3 Lâmpada amarela, espectro contínuo R: não, não é contínuo, não aparecem todas as cores</p>	
12:49	<p>P: Põe o lado do plástico da lente encostado no olho e o furo aponta para a lâmpada. (...)</p>	
13:03	<p>P: mais ou menos onde você está segurando na lateral aparece uma faixinha colorida. Conseguiu ver? Qual é o espectro dessa lâmpada? R: é discreto P: Você tem que dizer nesse espectro, que cores aparecem aí. R: Pera aí professor, não apaga não P: achou? A: Fala as cores aí... P: pessoal.</p>	
13:38	<p>R: <i>violeta azul verde claro um amarelo meio pro vermelho</i> P: <i>pessoal, a luz é a luz branca. Porque branca?</i> Ela é a composição de todas as luzes que você está vendo aí no espectro: luz vermelha, luz alaranjada, luz amarela, luz verde, luz azul, anil e violeta. R: vermelho, alaranjado... primeiro é o laranja, depois o vermelho A: laranja e vermelho?</p>	
13:59	<p>P: Se o espectro é contínuo aparecem estas cores aí. A3: quais cores?</p>	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont.13:59	P: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.	
14:14	R: <i>podes crer é isso aí mesmo.</i>	
14:20	G: Põe discreto. Que cor que é anil? A2: se vê separado aí e discreto. R: O que como e que é? Que cor que é anil? P: o azul... ele tem uma tonalidade que na linguagem comum nós diríamos que <i>ele tem uma tonalidade um pouco mais clara</i> A3: o anil é o azul piscina? R: e o anil professor? P: o anil é o azul escuro. R: Ah eu sabia... é que... eu tava querendo confirmar...	
14:47	P: tem que anotar: nome da lâmpada, que lâmpada é essa? O espectro dessa lâmpada discreto ou contínuo A: contínuo aí Ô P: espectro contínuo... As cores... têm todas e aí no quadro... as duas últimas anotações do quadro... qual é a maior banda?	A3: você falou que é violeta R e não é violeta, não?
15:24	R: A maior banda? É do Gustavo P: qual é a faixa mais larga? A: Vermelho R: não, não é A2: É o verde P: A com maior número de frequências aí é o vermelho A2: O verde também tem professor (...) A: é o amarelo. R: Não, é o verde, não é o amarelo. R: Menos é o laranja. P: e qual é o menor? R: O laranja é o menor.	Risos
16:15	A2 a maior banda é qual? P: então anote o que aparece mais, A: o menor é laranja ou amarelo Ga: menor é laranja ou amarelo? Decide!	
16:35	P: e aí pessoal terminaram com essa lâmpada? R: não, Pera aí tô tentando aqui. A2: a laranja é a menor R: É amarelo G: É laranja Ricardo... R: Amarelo o Va: R é porque o amarelo e o laranja estão juntos.	
16:57	A2: Quem tem certeza aí? G: é o laranja. R é o amarelo.	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont 16:57	W: escrevi laranja, vai ser laranja. R: mas eu acho que tem que fazer o certo.	
17:08	A2: professor. R: não sei a Ga está fazendo aqui. Va: só tem nós do 3G.	
17:23	P: Ok pessoal? Posso mudar a lâmpada? W: já apaguei aí R: Nós vamos continuar fazendo. Vamos desperdiçar trabalho feito? G: se a Ga tá fazendo A2: aí Ga, obrigado por avisar.	
17:49	() P: Faz a observação, anota Aa: Professor P: Põe aquela primeira... P. Pessoal, pronto? Aa: troca professor. R: primeiro você apaga a luz , depois troca	Gritinhos brincadeira
18:18	P: pessoal, vamos lá, segunda lâmpada... que lâmpada é essa? Lâmpada fluorescente compacta vocês utilizam aí também em residência. R: nossa é pontilhado!	
18:36	G: aparece preto, velho. P: COMO É O ESPECTRO DESSA LÂMPADA? R: discreto. A3: Isso mesmo. P: Por que é discreto? Vários: porque não aparecem todas as cores. R: Não aparece todas as cores, tem umas bolinhas lá. P: Não aparece todas e o que mais? G tem aqueles quadradinhos. R: tem uns quadradinhos pulando. G: é pulando... P: uns quadradinhos separados.	
19:01	P: PESSOAL A PERGUNTA AÍ Ó... ALGUM DE VOCÊS, (...) ALGUÉM TEM UM ESPECTRO EM QUE APARECEM LINHAS? G: pessoal vamos ter educação aí... P: Em algum dos espectroscópios aí da pra ver o formato da lâmpada? A: ele separa, ele separa. P: observe A3 ele separa... dá pra ver os quadradinhos Quadradinhos P: Dá pra ver o formato da lâmpada?	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont de 19:01	Alunos: dá, dá. P: Para alguns dá pra ver o formato.	
19:40	P: o do Q dá prá ver linhas... Q? Como é que é a entrada do seu espectroscópio? (1) A fenda... como é que é a fenda... A3: Tem uns riscos aí. P: Q, como é que é a entrada do seu espectroscópio?	(1) risos
20:03	(...) P: Pessoal como é que é a fenda? É grande, pequena, quadrada... Pessoal em qual espectroscópio dá pra ver o formato da lâmpada? R: Opa! A: Esse aqui dá. P: como é que é a fenda? A: quadrada... P: Que tamanho ela tem mais ou menos? A: retangular, mas que tamanho? A: um cm. P: um cm mais ou menos, a entrada aí do espectroscópio, PESSOAL...	
20:45	Aa: SILENCIO P: Quando o espectroscópio tem a fenda muito grande, muito aberta, dá pra ver o formato da lâmpada. Você vai ver várias lâmpadas com cores diferentes. Quem tem o espectroscópio com a fenda muito fina... então você vai ver linhas no meio do espectro. No espectro discreto tem um fundo colorido e no meio dele linhas.	
21:18	P: PESSOAL!... eu acho que vou ter que deixar alguns alunos pra gente voltar pra fazer em dezembro Vários alunos: Não, não, não. G: seria uma boa idéia professor... Aa: SILÊNCIO, GENTE P: Vamos lá pessoal, vamos lá... não? Vamos colocar qual é a maior banda, vamos colocar qual é a mais intensa? Anote <i>qual a mais intensa</i> . R: <i>a verde clara</i> P: a que aparece mais e a que aparece menos.	
22:00	A3: a verde clara P: então anotem aí...?	
22:11	A3: Professor... não é a que aparece menos? R: professor dá uma licencinha... R: dá um tempinho aí, por favor... A3: Aí, uma de cada vez professor apareceu	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont 22:11	dois () aí. G: Liga as duas aí, vai ser da hora!	
22:28	A3: para de aloprar aí. P: Pessoal pronto.	
22:33	A: não. G: Liga as duas aí.	
22:48	P: rapidamente... observe o espectro desta... Aa: essa aí é o que? P: é discreto ou contínuo? A: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil, violeta. É é igual ao da incandescente Vários: é Contínuo P: então anotem aí... contínuo. R: É igual o da incandescente	Apaga a luz
23:08	A: professor qual é o nome dessa? G: luz de poste amarela. P: É a lâmpada mista.	
23:17	G: é gás de mercúrio ou é outra coisa lá? P Tem outra coisa que ela é mista R: como é que chama, espectro misto? G: luz de poste amarela.	
23:38	R: Professor da licença aí, professor, por favor, tá atrapalhando... () P: pessoal essa lâmpada tem gás. Espectro discreto ou contínuo? R: contínuo. Um ou dois alunos: discreto. P: <i>discreto...</i> R: <i>não.</i> P: Essa lâmpada tem filamento. Espectro discreto ou contínuo? Vários: contínuo. P: contínuo. Qual é o espectro que você está vendo aí? P: Quando começaram a ver estava contínuo G: você não sabe a diferença entre discreto e contínuo não? P: olha agora Vê se ainda é contínuo. R: Tem gás.	
24:11	P: observa novamente... G: <i>tem gás, mas é contínuo.</i>	
24:23	Aa: é contínuo, <i>mas o verde e o amarelo tá meio separadinho...</i> (...) P: vocês não tinham falado que é contínuo?... O nome dessa lâmpada é lâmpada mista. Ela tá misturando o que gente?	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=24:23	A: o discreto e o contínuo? P: o discreto e o contínuo.	
24:39	P: Que tipo de lâmpada tem o espectro discreto? A: fluorescente. R: fluorescente. A: lâmpada fluorescente. P: porque que tem gás. Que tipo de lâmpada tem o espectro contínuo? R: a que tem filamento.. A: Olha pra ver de novo o bagulho mudou de mais P: a que tem filamento. Essa lâmpada é mista, o que é que ela tem dentro? R: gás e filamento. P: Essa lâmpada tem gás e filamento. Quando nós acendemos, ela o filamento foi aquecendo o gás. Ela estava a principio um tanto amarelada, olha só a claridade...	
25:20	G: Agora tá uma beleza... P: O espectro agora é o que? G: Ela se soltou A: Já mudou já, tá vendo? P: discreto R: a incandescente tem filamento P: Quais as cores vocês estão vendo nesse espectro? G: eu tô vendo azul, verde, laranja, vermelho.	
25:35	P: a que tem destaque aí...	Alunos falam, cada um uma cor.
25:55	P: essas cores que vocês estão vendo... todas aparecem bem definidas? R: não... (...) Aa: a minha tá bem definida, P: Alguma delas aparece espalhada, como se tivesse...	Vários falam. Enunciam cores, mas não há consenso.
26:05	P Como é que é o espectro dessa lâmpada? A: zoad... A2: Discreto A4: contínuo A Legal... R: á difícil pra c* P: (...) tem um espectro que é bem definido R: A violeta está aparecendo mais forte, a violeta a verde fluorescente e a amarela é das que está aparecendo mais forte. A banda mais larga é a verde forte e vermelho... só que... tá maior. P: ()	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
26:48	P: Posso apagar? Vários: Pode R: é vai... G: essa outra é da hora P: Fazer em duas etapas essa aqui é a lâmpada dicróica. Ela tem foco dirigido G: É a de farol de carro, né? P: (...) ela tem o mesmo sistema, mas essa aqui (...)	
27:11	R: Essa tem gás e filamento? P: () e o calor sai por aqui. Aqui ela permite passar () <i>as ondas luminosas</i> G: <i>liga aí.</i>	
27:26	W: essa aí é fraquinha. G: É luz motel... que fica em cima da cama redonda...	Apaga de novo troca
27:43	P: olha! Dá uma olhada ela está iluminando muito pouco. Aa: tem três cores. P: Ela é bem intensa. A: o professor deixa a caixinha aí... P: Pra verificar o espectro dela, como o foco é dirigido, (...) R: vira aqui professor. P: já vou... calminha...	
28:05	G: Espera R... P: sejam rápidos para que eu possa (...)	
28:13	(...) P: dicróica. Aa ela é continua. (...) R: Qual o nome da luz professor? A3: Dicróica	
28:36	P: Dicróica A3: Dicróica. Dicróica.	
28:52	P: pronto? G: três conselhos: não zoa ela porque ela é nervosa, não zoa ela porque o namorado dela é maior que eu... A: ninguém tá zoando ela. G: não zoa ela porque ela é minha amiga. A: To zoando o trabalho dela.	
28:53	L: agora vou falar difícil... pelos meus cálculos matemáticos, eu acho que você tá certo.	
29:11	P: se for contínuo... que cores aparecem? A2: todas. G: ô, vira pra cá que é legal. V: Vermelho, azul, lilás.	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=29:11	A: Amarelo.	
29:25	Aa: laranja. P: () qual não aparece, qual aparece mais, qual aparece menos.	
29:35	G: azul, verde, vermelho. A que aparece menos é azul, a que aparece mais é a verde. G: é a verde que aparece menos (...) R: O professor o senhor falou que era 50 minutos e já passou uma hora G: Você tá cronometrando?	
30:00	(...) A: o professor, cega todo mundo... (...) R: tira essa lâmpada aí professora	
30:15	W: você vai falando e a vai anotando... e aí a gente confere... aí é a parte daltônica, e aí também.	
30:39	G: Professor você vai me descolar uma lâmpada de luz negra? A2: o que que é isso daí? é branca, professor? P: Essa é dicróica também, só que tem um filtro de cor azul. ()	Apaga de novo a luz
31:17	P: Pessoal...	
31:23	A2: Verde, azul, anil e violeta, ()	
31:48	P: ok pessoal? () G: é o sol nascente... () Aa: Vermelho verde, violeta.	
32:05	P: E aí o espectro dessa? Aa: Vermelho verde, violeta. A5: Tá faltando o amarelo. P: tá faltando dois... Aa2: Eu não to vendo vermelho, não. G: é porque você é daltônica.	
32:20	P: Pessoal, se tem presta atenção, se tem todas as cores isso indica que o espectro provavelmente seja contínuo, o contrario não é verdade... V: Professor é lâmpada dicróica o que? Azul G: azul R: é com filtro azul	
32:46	P: pessoal como é o espectro dessa lâmpada? G: eu não sei, você não virou pra cá... P: dicróica.	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
	A3 a outra também.	
32:57	G: não sei, ele não virou pra cá P: Estão aparecendo linhas no meio do espectro? Vários: não, não. P: Tem linhas aí no meio do espectro? Vários alunos: não.	
33:10	G: será que o professor fica vendo linhas o dia todo? P: dá pra ver o formato da lâmpada? Dá pra ver as cores separadas? Alunos: Não.	
33:50	P: As cores estão separadas? Alunos Não (...) G: esse povo não sabe calar a boca...	
33:52	P PESSOAL Aa: é contínuo o que aparece mais é o... A2: é discreto. P: e aí pessoal, como é o espectro dessa lâmpada? Aa: é contínuo. A3: tá tudo junto... R: Anota as cores aí, G: Violeta, azul...	
34:37	A4: tá tudo misturado professor. P: o que que faz o filtro? O que que faz o filtro azul? R: Acaba com as luzes. G: deixa azul. P: não entendi. G: deixa mais junto, mais próximo um do outro... G2 deixa mais azul.	
34:57	P: Se o filtro é azul, o vermelho vai passar? R: Não. Vai ficar preto. A3 Não, mas aí dá pra ver o vermelho. R: Não, não dá não...	
35:10	(...) P: Dá uma olhada R: É tem o vermelho realmente. Achei que o B fosse mágico... P: Não dá pra você eliminar to:: talmente o vermelho. Como é que era o vermelho nas outras lâmpadas? O espectro do vermelho era bem pouquinho. R: e outros não, era forte P: geralmente o vermelho Aa: e a maior banda... P: é o que se apresenta geralmente com uma	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
	banda bem larga.	
Cont t=35:10	R: muito larga. P: Como é que é o vermelho? R: não dá nem pra aparecer...	
36:10	P: Quase não se vê... não chega a eliminar 100% as frequências que são mais distantes do azul, mas elimina. G: mas que é luz de p... é professor. P: é G: é R o professor sabe disso. (...)	
36:39	P: a luz negra... (...) A: Oia que muito louca, velho... A2: Só violeta. A: Não...	Troca a lâmpada
36:57	P: pessoal, luz negra. G: Dá um sorrisinho alguém aí. (...)	
37:26	Aa: só da pra ver roxo P: Como é que é o espectro dessa lâmpada? G: roxo: P: Contínuo ou discreto? G: Continuamente roxo: A5: olha que legal!	Comentam sobre os efeitos da luz negra, o que brilha sob luz negra
37:40	P: e aí que cores que aparecem lá?	
37:44	P: que cores que aparecem? Vários alunos: Roxo, roxo. P: Cadê ô::: A: Tá aqui ó, ó o nosso aí ó... P: Olha aí o espectro A: De novo, professor? (...) A: Então é violeta... eu tinha dito roxo, mas é violeta.. P: e o que mais? A: Anil. P: anil e o que mais? A: E violeta. A7: e verde... tem verde também A2: que foi que eu falei? Tem verde. A: tem verde e tem laranja.	
37:49	A3: Discreto (...) Aa: Tá brilhando.	
38:06	P: Ok pessoal já viram aí as cores que aparecem? (...) A: falei que tinha verde...	

38:49	P: qual é a primeira cor?	Brincadeira de alunos com o brilho
Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=38:49	A: Ó meus dente, mano? P: qual é a primeira cor? A: É o laranja	causado pela luz negra
39:00	G: você vê a cor. Aa: Ah! Gente dá para ver o arco-íris todo... V: Não to vendo nada. G: eu só vejo a hora de ir embora. R: o que ta brilhando? G: o branco, o verde e laranja. G: se liga R...	
40:03	Aa: Professor, passaram duas aulas G: As folhas de caderno... () R: Professor essa luz dá dor de cabeça. Vamos embora. A3: É isso aí Shrek...	
41:48	P: vocês têm que finalizar aí o relatório... Na aproxima aula, as lâmpadas que nós vimos aqui... Na aproxima aula eu vou mostrar as características das lâmpadas que nós vimos aqui e o espectro de cada uma delas.	Acende a luz
42:11	R: certo. R: Depois pode mexer na internet? G: Não sabe se na próxima sexta vai ter aula...	
42:30	(...) P: Eu quero que você voltem só na dependência. (...)	
		Levantam. Clima de fim de aula, guardando material...
43:28	P: o pessoal senta aí e relaxa. G: sou o que está mais quietinho aqui.	
44:08	P: pessoal... vamos terminando aí o relatório que tem que entregar ainda hoje, olha aqui as lâmpadas que tiveram, pessoal... lâmpada incandescente, olha a temperatura que chega aí o filamento R: 2500 graus Celsius P: 2500 graus ela emite (...) além de luz visível ela emite o infravermelho. Infravermelho são os raios de calor. Esse tipo de radiação quando você chega a mão perto do () você sente rapidamente esta emissão. Infravermelho são os raios de calor a lâmpada incandescente ela emite muito infravermelhos, quer dizer ela esquenta	

	também o ambiente além de iluminar.	
Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=44:08	<p>P: A potência de uma lâmpada de 60 e aí a 100 w e 14 % dela ela usa aí para emitir luz e 80% um pouco mais ela emite calor. E ninguém põe lâmpada em casa para aquecer... Isso é perda... Não é um equipamento muito eficiente, só que tem uma coisa boa o espectro é contínuo e isso dá uma boa sensação para quem está num ambiente iluminado por esse tipo de lâmpada.</p> <p>Então as lâmpadas a gás elas duram muito mais olha aqui ó, 3000 horas, nós temos entre as lâmpadas, os espectros, as radiações também têm efeitos benéficos e um desses casos quando as crianças nascem elas podem nascer com icterícia e aí os rins não funcionam ainda o suficiente para eliminar a substância do sangue da criança. Ela fica com um tom meio amarelado, até os olhos então há um nível e as crianças normalmente nascem com isso e tem um nível aceitável.</p> <p>PESSOAL, tiveram tempo bastante para falar, agora me dá um tempinho?</p> <p>Rapidamente vamos terminar isso aqui... então as crianças nascem com isso e vão para casa, mas o médico logo recomenda: os senhores serão pais e as senhoras, senhoritas, serão mães, o médico logo recomenda, o pediatra, o/ que tem que por a criança para tomar banho de sol. Isso aí para auxiliar o funcionamento dos órgãos e para eliminar essa substância e diminuir a icterícia. Até 15 pontos ela é aceitável acima disso tem que tomar banho de luz lá no hospital.</p>	
47:41	<p>Aa: a minha sobrinha tomou 15 dias.</p> <p>P: o nível provavelmente estava muito alto. Pode não oxigenar bem o cérebro por causa dessa substância no sangue e isso pode causar lesões. ... A lâmpada dicrónica que eu mostrei, quando você tem forro, você pode usara dicrónica porque o calor passa por essa parte azul na lâmpada. Ela passa pra cima do forro e o ambiente embaixo recebe mais luz e menos raios infravermelhos.</p>	
48:34	<p>P: Dá uma sensação também mais agradável no ambiente as lâmpadas não vão produzir tanto aquecimento aí. Lâmpada dicrónica é a lâmpada com foco dirigido. Lâmpada fluorescente: uma lâmpada para emitir luz</p>	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=48:34	igual a uma incandescente de 100 w, uma de 11 w é suficiente. Qual é a diferença entre... é lâmpada fluorescente ou fosforescente?	
49:17	<p>A3: <i>fosforescente é aquela que acende quando tudo está apagado, por causa da energia recebida.</i></p> <p>Aa: <i>é igual aquelas estrelinhas que tem em casa...</i></p> <p>P: muito bem. É isso mesmo. P: Lâmpada fluorescente recebe a energia e logo ela emite, A fosforescente recebe a energia mais lentamente e depois que para de receber energia ela continua a emitir luz um exemplo são os interruptores, a composição deles tem material fosforescente.</p> <p>A: aqueles negocinhos no teto do quarto.</p>	
49:52		Toca o sinal
50:10	<p>P: se você deixar o interruptor, com a lâmpada acesa o dia inteiro, ele fica recebendo energia por causa da luz. Quando você apaga à noite, o ambiente se apaga e você olha o interruptor e da pra ver, porque ele ainda esta emitindo luz. Ele é fosforescente, esse tipo de lâmpada é fluorescente.</p> <p>A6: é que nem as estrelinhas no...</p>	
50:31	<p>P: A lâmpada a vapor de mercúrio ou sódio, nós já havíamos comentado, são lâmpadas que são usadas em iluminação publica tem um tom mais esbranquiçado e o sódio é aquela lâmpada que parece que está velha, é uma lâmpada meio amarelada. O amarelo da lâmpada não é que ela está velha é o tipo e gás que tem ali, ele emite radiações, emite raios que, o espectro dele está mais próximo das frequências do amarelo e do alaranjado por isso que ele tem...</p> <p>G: qual é a melhor: a de mercúrio ou a de sódio?</p> <p>P: Não as duas são...</p> <p>Aa: é professor eram duas aulas e acabou as duas aulas.</p>	
51:39	<p>P: Só mais um detalhe: nós olhamos algumas lâmpadas a gás e algumas tinham linha aí no meio do espectro essas linhas são como a impressão digital do gás se tem tais linhas é mercúrio, se tem outras tais linhas é hidrogênio, outras tais linhas... então, cada gás emite uma certa quantidade de linhas e</p>	

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
Cont t=51:39	<p>certas cores,</p> <p>...e foi isso que nós fizemos aqui hoje. Estávamos distinguindo o tipo de substância que tem dentro da lâmpada. Então nós voltamos e faremos outra atividade... parecido com isso. Pessoal, muito obrigado. Foi muito bom...</p> <p>Aa: professor é pra entregar? P: deixe o relatório aqui comigo. Aa: isso aqui fica contigo? P: fica, mas se você quiser levar...</p>	Aplausos.
		O professor chama um aluno e mostra o trabalho para a câmera
52: 00	<p>P: o que você fez? Solar, incandescente, fluorescente a luz de freio. Ficou assim mesmo?</p> <p>A6: ficou assim mesmo nesse daqui e nesses dois aqui que eu ajudei meu colega fazer e a gente viu junto no carro dele, só deu pra ver vermelho, igual à seta. A seta também. A seta só deu prá ver meio alaranjado.</p> <p>P: e a do xenônio só não apareceu azul, mesmo?</p> <p>()</p> <p>A6: segunda linha a gente pegou uma lâmpada de troca</p> <p>()</p> <p>A6: Aquele meio amarelado e a Tunin lâmpada de farol só que o gás dele parece ser de outro tipo</p>	Aluno mostra o trabalho:
53:57	Final das gravações	

ANEXO G - TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 1 TURMA C

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
1:00 a 1:04	(problemas com o som de 1:04 a 1:36)	À medida que recebem o roteiro, alunos lêem, enquanto outros observam com o espectroscópio.
1:30		Aluno observa a lâmpada da classe
1:44	P: Não precisa chegar aqui tão perto para observar: basta direcionar o espectroscópio na direção da luz. Depois que todo mundo observou eu vou desligar e acender a outra lâmpada. Então pra cada lâmpada vocês vão ter que anotar aqui nessa fichinha, se o espectro é contínuo ou discreto. Então deixa explicar como é que vocês vão perceber a diferença. No espectro contínuo, vocês vão ver as diferentes cores meio que como um <i>dégradé</i> ,: então, o vermelho, o vermelho vai mudando a tonalidade pro laranja,, que vai passando num <i>dégradé</i> , pro amarelo.. então esse é o contínuo, então é como se ele mostrasse todas as possibilidades do amarelo, do vermelho, do laranja, é o <i>dégradé</i> , tá?	
2:30	P: o discreto vocês vão enxergar faixas bem definidas. por exemplo do vermelho, ai do vermelho já passa pro verde. Vocês não tem aquele <i>dégradé</i> , que vocês observam no contínuo. E vocês não vão enxergar um risco preto dividindo uma cor da outra, mas vocês vão perceber a diferença do contínuo pro discreto dessa forma.	
2:51	P: o contínuo é como se fosse um <i>dégradé</i> ,, que vai mudando, o discreto você vê uma faixa grudada na outra, mas ela é bem definida. Do verde ela já passa, por exemplo, pro vermelho, ou pro... tá?	
3:07	P: então, o que vocês vão ter que anotar: pra cada lâmpada se o espectro que vocês estão vendo, se ele é discreto ou se ele é contínuo. E vocês vão escrever as cores que vocês estão observando pra cada lâmpada, porque embora seja luz branca ali, apesar que tem duas coloridas ali, o espectro pode ser diferente, numa você pode ter o verde, na outra pode não ter, então vocês têm que anotar, na seqüência, as cores que vocês estão observando e é importante que isso seja individual, porque os problemas de visão aí	A professora mostra na folha impressa as instruções e locais para anotar.

	podem interferir, vai que tem alguém daltônico, ou... então cada um olha o seu, tá?	
		A professora olha o roteiro de observação impresso
3:53	<p>P: É::: A luz negra a gente não tem, tá? Então na luz negra vocês vão anotar essa luz aqui, pode colocar em cima, risca a luz negra e coloca luz é:: ... lâmpada dicróica</p> <p>Vários alunos: o que?</p> <p>P: Lâmpada ...</p> <p>Aa: Pera aí, pera aí, pera aí...</p> <p>A1: o que professora?</p> <p>P: no lugar da luz negra escrever lâmpada dicróica:</p> <p>A2: di o que?</p> <p>P: d-i - c-r-o dicróica.</p> <p>A1: Dicróica</p> <p>A3: Repete ai</p>	
4:48	<p>P: Os letreiros luminosos vocês vão observar é:: quando vocês estiverem à noite... E vocês vão acrescentar aqui na tabela é::: lâmpada vermelha e lâmpada azul aqui embaixo, ó, lâmpada vermelha</p> <p>A2: onde professora?</p> <p>P: lâmpada vermelha... Aqui embaixo é que acabou aí a tabela, mas anota aí que vocês vão observar.</p> <p>Aa: calma aí</p>	Mostra no papel do roteiro
5:28	<p>P: A moral da historia é a seguinte: conforme eu for acendendo as lâmpadas, vocês têm que ir observando, vão trocando o espectroscópio. Depois que todo mundo olhou e anotou é que eu vou mudar de lâmpada. Eu não vou poder ficar indo e voltando, tá?</p>	
5:46	<p>P: presta atenção, olha... <i>lâmpada azul e lâmpada vermelha, só</i></p> <p>A2: I <i>vermelha e azul?</i></p> <p>A2: e azul</p> <p>Aa: a professora ()</p>	
5:59	<p>P: olha... PRESTA ATENÇÃO... PRESTA ATENÇÃO! Na lâmpada mista, aí na tabelinha tem lá, lâmpada mista logo ao ligá-la e lâmpada mista depois de aquecida. É a mesma lâmpada só que vocês têm que observar logo que acende porque depois que ela aquece, muda o espectro. Então, eu vou avisar a lâmpada, eu vou avisar e vocês... tentem...</p> <p>A: avisar a lâmpada...</p>	Risos. Comentários

6:38	Aa: professora quero um espectro desses...	Outros alunos pedem espectroscópio. A professora distribui alguns espectroscópios extras para os que não estavam na aula anterior. Conforme os recebem alguns olham para a lâmpada da sala.
7:28	Aa2: eu quero um, professora	
7:44	Aa2: professora, continua é a que vai () e a outra é ... PROFESSORA! PROFESSORA!	Alunas olham a lâmpada da sala Alguns enunciam cores que estão vendo,
8: 21	Aa2: professora essa história de que a lâmpada esquenta o soquete e acende. ()	Alunos observam a lâmpada da sala.
8:49	Aa3: professora está com problema este.	
9:05	()	Um aluno e uma aluna levantam e vão conversar om a professora. Levam o espectroscópio, ela olha através dele. Aponta mostrando o lugar em que se forma o espectro no interior do espectroscópio. Troca os espectroscópio dos alunos.
10:02	P: ó pessoal, presta atenção!... esses que:: receberam a mais porque esqueceram vão ter que devolver pra faculdade, ta? ... quem fez fica com vocês, mas quem recebeu precisa devolver aqui... Oh, é:: Então todo mundo entendeu vocês não fiquem com brincadeira na hora de olhar, porque... Senão não vai dar tempo.	
10:30	Aa: É em dupla?	
10:39	P: é em dupla, você olha e passa pra sua dupla. Eu só vou mudar de lâmpada depois que todo mundo ver/viu.... Se vocês ficarem assim, demorando muito,... tá?	
		Comentários dos alunos
10:51	P: Todo mundo entendeu ou alguém ainda tem dúvida? Bom. Então nós vamos começar com a vela, tá?	
10:58		A professora vai para a mesa em que se encontra a caixa de lâmpadas, Alunos mudam de lugar para se aproximar. Um aluno vem ajudar.
12:26	P: pessoal, ó, começou... eu quero todo mundo/...	Apaga a luz. Vários alunos falam ao mesmo tempo.

12:38	P: Ó:: gente presta atenção... não esqueçam que vocês vão olhar não direta/ presta atenção vocês não vão conseguir olhar diretamente no furo... está na parede do tubinho.	
		Comentários dos alunos.
12:55	Aa: a minha parede tá tudo preto...	
13:07	Aa: ta tudo preto professora. P: Não gente procura que tá ai dentro.	A sala está muito escura.
13:11	A1: professora eu achei um azul. Professora, fiquei tão feliz que eu achei um azul, mas ele num tá ai A2: eu achei o meu. A3: tá todo mundo na frente como é que eu vou ver? Aa: professora. Aa: oh não professora! Olha ai... Felipe, não...	
13:39	P: Pera ai gente, olha... L: Ca! P: GENTE PRESTA ATENÇÃO: alguns observam depois eles voltam pro lugar pros outros chegarem mais perto.	
13:47	L: Ca, cadê você?	
13:54	P: oh. O que que vocês fazem? Pede pro colega escrever as cores que vocês tão vendo.	
14:02	L: O meu tá aqui	Ouve-se enunciar cores: azul vermelho amarelo, não é possível identificar quem fala.
14:15	L: Ca, anota:	
14:22	L: vermelho...	
14:31	L: um pouquinho de amarelo, não tem laranja, A1 cheiro de vela A2: roxo L azul piscina, L: verde escuro.	Entre as falas de L, ouvem-se a conversada classe, alguns nomes de cores.
14:43	Aa: verde amarelo, vermelho L: azul escuro e roxo.	
14:56	P: Primeiro tem que anotar se é discreto ou contínuo L: Ô professora quando ele é contínuo ele:: quando é discreto, ele define bem a core? ()	
15:02	P: ele define bem cada cor, uma do lado da outra. No contínuo parece que é um dégradé, que elas vão mudando ...	
15:10	L; e quando é meio dégradé e é meio contínuo?	

	P: não... ou é um ou é outro.	
15:24		Ruído grande com os alunos chamando uns aos outros.
15:40	L: oh, vê aqui Camila A2: L. Me dá ai as coisas	
16:03	L: vê o que você vê. É contínuo? Aa: professora é normal ()	
16:24	Aa: pera ai professora	A professora muda a posição da mesa em que está a vela mais para o centro da sala. Os alunos continuam enunciando cores: verde, amarelo, azul...
16:41	Aa: azul escuro, verde escuro.	Os alunos continuam enunciando cores: verde amarelo, azul...
16:48	P: um anota pro outro... depois vocês trocam.	
17:15	A1: Põe ai vermelho, laranja.	
18:04	P: não esqueçam, de marcar se é contínuo ou se é discreto.	
19:33		Os alunos continuam enunciando cores
20:05	P: vamos fazer uma enquete aqui:	
20:10	P: Oh. Presta atenção: quem viu o espectro contínuo levanta a mão? A1: eu. A2: Xiii... P: Quem enxergou o espectro como sendo discreto? Aa: Eu. A3: Calma aí pessoal! L: oh professora sabe o que aconteceu? Ele fica definido ali no:: nas pontas ele fica bem definido, as cores parece que é discreto, mas não é. P: oh eu vou apagar a vela. Todo mundo viu, né? Vários alunos: parabéns a você... EEEE	
21:02	P: essa é a lâmpada incandescente, é... está embaixo da vela, aí.	Acende a lâmpada incandescente.
21:13	Aa: anota aí. () Aa: Amarelo. L: Dégradé? Amarelo, azul.	Enunciam cores
21:37	L: 1ª cor O Ca... (). A lâmpada Aa: Verde. Aa2: não, é azul Aa3: rosa pink antes do vermelho.	
22:11	A3: Vou repetir: roxo azul verde amarelo. rosa Pink. A3: tem laranja não? Aa: Vermelho,... laranja.	

22:18	<p>L: Eita nós pêra aí, pêra aí,... Rosa pink, vermelho laranja.</p> <p>A3: Roxo azul, Verde água, ...</p> <p>()</p> <p>A2: Professora, PROFESSORA, PROFESSORA, é pra botar se é verde escuro, verde água, verde limão?</p>	
23:20	<p>P: só se isso ajudar você a determinar depois se é discreto ou contínuo.</p> <p>()</p> <p>A: Esse tá melhor?</p> <p>Ca: Fala L.</p> <p>L: Vermelho..., laranja,... verde claro,</p> <p>Aa: Vermelho, laranja, amarelo, verde claro, verde escuro, azul e roxo</p> <p>L: Azul... Violeta, e roxo. É contínuo.</p>	
24:42	A:alguém mais viu?	Continuam enunciando cores e conferindo.
25:34	<p>P: pessoal, pessoal, tem diferença aí do espectro da vela para o espectro dessa lâmpada?</p> <p>Alguns alunos: Não.</p> <p>Outros: tem.</p> <p>P: e as duas são luz branca, hein?</p>	
25:44	<p>P: posso mudar?</p> <p>Aa: Não eu não sei se ainda é...</p> <p>Aa: Ah professora eu não sei eu não entendi ainda.</p>	
26:00	<p>P: o espectro contínuo a luz é um <i>dégradé</i>.</p> <p>Aa: mas pra mim é tudo igual professora.</p> <p>P: calma. ... O discreto tem um espaço bem definido de uma para a outra.</p> <p>A3: ai você vê um preto assim.</p>	
26:35	P: Todo mundo já viu posso mudar? Vou mudar...	
26:43	<p>P: agora é a lâmpada fluorescente compacta.</p> <p>L: lâmpada fluorescente compacta.</p>	Apaga a luz.
27:11	<p>Aa: Ah agora está discreto.</p> <p>L: esse ai é discreto. Bem discretão.</p> <p>Aa: é bem diferente o discreto.</p> <p>Aa: tem quadradinho.</p> <p>Aa: Roxo.</p> <p>A2: Laranja e vermelho</p> <p>L: Vermelho, laranja</p> <p>A3: Vermelho</p> <p>AA: verde natureza.</p> <p>Aa2: Que cor é verde natureza?</p> <p>AA3: Verde limão</p> <p>L: verde limão pode ser também, verde escuro.</p>	Os alunos enunciam as cores, discutem sobre tonalidades...

	Aa: Laranja e vermelho. A3Azul escuro, não azul claro. L: azul claro, azul escuro. Não vi roxo.	
28:28	Aa: e é separado. A1: Esse é discreto. Aa: tá vendo! Tá vendo? Tem sim!	
29:06	A2: Ai o que a falta de ter o que fazer não faz. L: Vermelho, laranja, verde limão. P: e esse é discreto ou contínuo? Vários falam juntos: Discreto.	
29:26	P: Então perceberam a diferença? E olha que é luz branca também hein!	
29:41	Aa: que da hora!	
30:08	Aa1 é discretíssimo.	
30:18	P: vocês viram agora como é que é espectro discreto Aa: é () de quadradinhos () A2 e esse á bonito hein?	
30:35	P: e aí todo mundo viu? Aa: Péra.	
30:51	Aa3: ô Ba, me explica como é o verde natureza.. BA: Ah é da natureza...	
31:11	L: depois dessa lâmpada eu não vou ver mais nada Aa: Nossa eu não to enxergando direito L: olha a cor dessa lâmpada, você não olha mais nada depois.	
31:18	P: pronto? Aa2: Não, pêra aí professora.	
31:44	P: vou trocar de lâmpada. Aa: professora agora num tá...	
32:03	P: Agora é a lâmpada... De vapor de mercúrio. () Aa: esse é contínuo. Roxo azul, vermelho, verde amarelo, verde claro, verde limão. Aa: Azul escuro, verde limão amarelo, laranja e vermelho.	A sala fica escura por alguns segundos.
33:15	P: É discreto ou é contínuo? Alguns: Contínuo. A3: Discreto. A2 é discreto ou é contínuo? Aa: contínuo.	Enunciam cores...
34:20	L: oh o meu tá discretão, o Ca Ca: É? Eu vi contínuo. É discreto? L: é discreto, o meu é discreto.	
34:30	Aa2: ah não, agora eu preciso falar: este lado	

	<p>tá contínuo, e esse lado está discreto! () A2: ô professora e agora? A3: essa luz era amarela A1: Vermelho, laranja, lilás, verde limão. A: Verde radioativo. Violeta.</p>	
35:45	Aa: Professora essa não é a lâmpada que esquenta, não?	
36:26	Aa: professora, PROFESSORA, essa não é a luz que esquenta, não?	
		Comentam sobre o que viram.
36:58	<p>P: PESSOAL... PESSOAL... olha, presta a atenção essa daí na verdade é igual à mista que vocês têm que olhar antes e um pouquinho depois. Porque mudou. Vocês perceberam a diferença? ela é igual a essa daqui. então Eu vou desligar ela e vou ligar essa daqui e é o antes e depois do aquecimento. Vocês observam a diferença, tá? Na verdade ela não é a de mercúrio, tá errado, entendeu? Ela é a mesma que a mista. A de mercúrio não veio. A2: essa ai é qual professora? P: Então eu vou acender essa outra que é mista,. Gente presta atenção que eu estou falando... Essa daqui não é a de vapor de mercúrio ela é igual à de baixo, que seria mista por isso tem aluno tá ah, mas no começo ela tava de um jeito e depois ela ficou de outro... Então essas duas são iguais. na verdade essa lâmpada ela é a mista, que tem que olhar logo no começo e depois que ela aquece. Então eu vou desligar essa e vocês vão observar de novo a diferença nessa daqui. Aa: Professora a lâmpada de mercúrio então deixa em branco? P: A de mercúrio deixa em branco.</p>	
38:24	P: então observem de novo, agora é a lâmpada mista.	
38:36	<p>A: espera ai professora. P: Tem que observar antes e depois. A3: deixa-me ver se eu enxergo.</p>	Apaga a luz.
38:44	<p>Ca: L olha agora, que você não olhou quando começou, depois eu olho quando mudar. () L: Contínuo. P: Olhem agora novamente.</p>	
39:06	A2: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul piscina, azul claro, azul escuro e roxo.	A sala fica escura até 39:20 porque a lâmpada estava mal

	Aa2: parei no verde. Aa3: É discreto ou contínuo? Aa: contínuo. P: No começo é contínuo... depois fica discreto.	atarraxada.
		Enunciam cores novamente.
40:22	Aa: O que lindo!	
40:46	Aa: Professora já tá discreto, já. Já tá discreto agora. A3: já tá discreto, já.	
41:17	L: calma ai o Ca, deixa fazer um negocio aqui.	
41:30	L: Depois de aquecida é o que?	
42:06	P: o pessoal esse aí é um rascunhinho, depois vocês vão entregar direitinho uma tabelinha bonitinha, tá?	
42:32	P: a Ca agora está convencida de que a luz branca é a soma de todas as cores? Ca: Mais ou menos, pra mim continua sendo (...) P: mais ou menos P: Hein, Ga., e você? ()	
43:10	P: todo mundo já viu? Alguns: não. P: Quem ainda não viu?	
43:33	P: E ai já todo mundo viu? E agora vai ser... a dicróica. A2: dicróica. Aa: O que que é isso? Aa: Professora o que que é isso? P: É uma lâmpada dicróica. Aa: Ca, você viu contínuo?É contínuo. A3: não é contínuo, Ca? Ca: é Contínuo. L: é contínuo.	
44:13	Ca: É vermelho. A3: pera ai a dicróica e´no lugar da negra. A1: Vermelho. A: A dicróica é... Aa: vermelho, amarelo, laranja. A: vermelho, laranja, amarelo A3: essa lâmpada é muito fraca. A2: agora ele viu rosa.	Enunciam cores: verde escuro, roxo, verde água, verde claro, verde escuro, azul escuro.
45:30	Aa2: viu? Viu? A3: Eu tava vendo o rosa e o rosa foi tipo sumindo e ficando vermelho. () A3: Vermelho, laranja, verde claro, contínuo. A2: Verde piscina Laranja, Azul escuro e	

	violeta. A3E contínuo. Aa: Violeta o que? A2: Roxo. ()	
46:42		Alguém abre a cortina e os alunos protestam.
47:02	P: Pronto? P: Aa ainda tá olhando? Aa: não.	
47:25	Aa2 Professora eu vou escrever ()	
47:42	P: Gente presta atenção: Agora eu vou para a lâmpada azul que vocês escreveram ali.	
48:34	A2: Professora qual que é essa lâmpada mesmo? P: Lâmpada azul agora. Aa3;professora eu não to vendo nada A3: eu tô vendo uma luz branca professora. A2: Verde e azul escuro. A3: Tá tudo preto. () A3: Calma ai, calma ai. A5: Eu vi azul, verde, roxo, verde, Ca: L,L é roxo? A5: Azul claro.	Apaga a luz.
49:33	P: Vocês percebem que a lâmpada é azul, mas como ela tá emitindo, como está passando ali outras cores também. Não só a luz azul. Aa: eu to vendo verde, azul e roxo P: Por isso que naquela caixa quando eu trouxe a primeira vez uns achavam, ah mais tá mais pro verde, ah mais tá mais pro outro. Essas lâmpadas coloridas não tá emitindo só luz azul. ela tá emitindo outras cores também...	
51:44	Aa: alguém mais tem o negócio de geografia pra entregar? Aa2: É só hoje? Aa: Traz amanhã.	
52:18	P: Todo mundo viu?	
52:48	P: Oh eu vou colocar agora a luz vermelha... a vermelha, não, a lâmpada vermelha.	
53:09	P: pronto a lâmpada vermelha agora. Aa: vermelho, laranja, amarelo.	Apaga.
53:17	Aa2: vermelho laranja amarelo. P: oh marquem se é contínuo ou discreto, hein? Ca: Paulo, Paulo vai falar ou não? A3: amarelo Laranja vermelho, Aa2: Cadê o rosa? Eu to vendo rosa	

	<p>Aa3: Verde amarelo, laranja. Aa4: Gente alguém viu bege? () A6: Roxo, verde, amarelo. L: Se eu falar que estou vendo verde, vocês acreditam? Aa: mentira. () A3: Contínuo. ()</p>	<p>Enunciam cores: Vermelho, laranja, amarelo. Roxo verde Laranja.</p>
55: 26	<p>Professora já acabou? A3 Amarelo, laranja. Aa2 eu vi amarelo, laranja e vermelho.</p>	
55:59	<p>P:: E aí? Laranja, vermelho e rosa.</p>	
57:15	<p>P: todo mundo já olhou?</p>	<p>Cores pouco prováveis chamam a atenção da professora.</p>
59:25	<p>A2: eu vi verde, vi o azul e vi o roxo. A3: não olha esse negócio diretamente, desce um pouco.</p>	
1:00: 28	<p>P: O PESSOAL, PRESTA ATENÇÃO!... GENTE, PRESTA ATENÇÃO! se uns estão vendo algumas cores e outros não, pode ser que da posição em que vocês estão sentados esteja vendo uma interferência que está vindo da luz do sol. Então pra vocês checarem se está tendo interferência ou não, focaliza e põe a mão na frente da lâmpada e ver se você continua enxergando. Alguém está vendo cores aí que não é próprio dessa lâmpada. Então é sinal que está havendo interferência. ()</p>	
1:01: 05	<p>P: Se vocês tamparem a lâmpada vermelha, aí no caso, vocês vão estar enxergando só o espectro do que está interferindo. se vocês tamparam... porque se tem gente que não está enxergando e tem outros que estão, quem tá enxergando cor a mais, te pegando algum tipo de interferência. então precisa checar e por a mão na frente Mudar de posição,... porque todo mundo tem que enxergar as mesmas cores. A2: Professora mesmo pondo a mão na frente eu contínuo vendo verde. Aa: eu não sei como é que põe a mão. Professora é assim? P: vocês tão vendo roxo... Aa: eu vi roxo. A2: Eu só vi o roxo, mas não vi nenhum a</p>	

	cor entre o verde e o roxo. Aa: Eu também não vi nada, só vi vermelho, laranja depois tem um preto, depois vem o roxo.	
1:02: 13	A2: Professora olha aqui. Aa: É sério professora...	
1:03: 07	P: ô L, vem daqui. L: contínuo vendo o verde.	
		O aluno conversa com a pesquisadora sobre a cor verde que aparece.
1:06: 00	Aa: professora é pra entregar amanhã? P: Não, vocês vão passara a limpo bonitinho, pra mim. Aa: Agora não vai dar tempo, professora. P: espera um pouquinho que a gente já vai conversar... Espera um pouquinho. ()	
1:06:27	P: Ô:: PESSOAL PRESTA ATENÇÃO... Vou abrir a janela pra vocês olharem a luz do sol. () Aa: Ô professora, vamos lá pra quadra...	Apaga a luz
1:07: 27	Aa3: o gente não precisa ficar muito perto, não. Vermelho amarelo.	
1:07: 36	P: esse é o mais que tem o espectro contínuo.	
1:09: 39	P: quem está com os da faculdade pra devolver que já olhou o sol?	
1:09: 15	A: Esse é o melhor. Eu fiz com as minhas próprias mãos.	
1:10: 15	P: PESSOAL PRESTA ATENÇÃO quem ficar com o seu espectroscópio, observem à noite a luz de sódio que ilumina as ruas. A2: de sódio? P: porque espectro é diferente. A3: Professora e a luz da lua?	
1:11: 27	O PESSOAL PRESTA ATENÇÃO eu vou precisar da colaboração de vocês presta atenção um pouquinho... gente, depois vocês conversam ó presta atenção eu quero que vocês... agora é importante o que a gente já viu de experiência, tá? a gente primeiro eu trouxe aquela caixa para vocês onde tinha algumas figuras lá dentro, eu iluminava com lâmpadas de cores diferentes e cada grupo que vinha enxergava as figuras com cores diferentes estão lembrados dessa atividade? Outro vinha e falava eu enxerguei a estrela vermelha, outro vinha e falava eu enxerguei verde. Tá? Complementando com os textos	

	<p>que a gente leu sobre aquela primeira parte do curso e agora que vocês verificaram o espectro de diferentes fontes de luz inclusive branca, diferentes fontes de luz branca, emitindo espectros diferentes de cores. Então a pergunta é gente: como vocês relacionam... lembra que quando você olharam a caixa com diferentes figuras em que cada grupo via as figuras com cores diferentes, e agora observando o espectro de cada lâmpada, como que vocês explicam pra mim, agora com as palavras de vocês como que cada grupo enxergou as figuras com cores diferentes?</p>	
1:14: 10	<p>P: tinha grupos que a mesma figura vocês enxergavam com cores diferentes. Aa: Professora... Aa: sei lá cada um tem um olho diferente. Aa: O papel. () P: o pessoal o que vocês acham que influencia, ou influenciou na hora daquela experiência cada um ter visto cores diferentes? Aa: a cor da luz.</p>	<p>A aluna se levanta e entrega o espectroscópio</p>
1:15: 11	<p>P: vocês viram ali que a luz azul e a luz vermelha, a lâmpada, a lâmpada azul e a lâmpada vermelha, na verdade tem um filtro ali ela não deixa passar todas as cores, todas as luzes ali do espectro. Mas ela não deixa passar só o vermelho, vocês viram que passa o vermelho, que passa um pouquinho do amarelo, passa um pouquinho/... Se é um filtro perfeito deveria passar só o vermelho. Então o que que vocês/ a minha pergunta é o que vocês acham que influencia na hora de ver a cor dos objetos? Aa: A lâmpada. Aa2: O olho, a cor do olho.</p>	<p>Risos. Vários falam</p>
1:16: 15	<p>P: Ó o olho, o pessoal de cada um, o F falou aqui que a fonte de luz, porque dependendo da fonte de luz o espectro que ela vai emitir é diferente, vocês verificaram aqui, agora, certo? mesmo para várias lâmpadas de luz branca os espectros são diferentes, certo? então já entrou o olho, já entrou a fonte de luz, que mais? () P: Vamos melhorar a pergunta, vai, a blusa do L... A blusa do L, todo mundo tá</p>	

	enxergando vermelha. Por que que eu to enxergando a blusa do L vermelha?	
1:16:58	Aa: Porque tingiram. L: Vai D, vai... Aa: Porque a luz branca está refletindo o vermelho.	
1:17:54	P: Ó, a Ca tá dando a explicação, vamos ajudar a dar respostas. Ca: eu sei que a luz branca reflete no objeto e a gente enxerga vermelho, agora o que eu acho ()ele absorve P: ela reflete todas a cores,/ absorve todas as cores e reflete o vermelho.	
1:18:00	Aa: Professora porque justo o vermelho e não o preto, o amarelo? P: porque a luz branca é a composição de todas as cores a diferença gente das luzes depende da frequência da emissão dela cada.. lembra do outro texto que a gente leu pra cada luz pra cada cor tem uma frequência diferente? A3: a gente vê vermelho, não é? P: Vermelho da luz que está iluminando.	
1:19: 25	Aa: ... as cores e reflete o vermelho	
1:19:42	Aa: Por que que reflete justo o vermelho? Aa2: é verdade... Aa3: Professora o a pergunta da La. P: Vai, vamos ouvir a pergunta da La. Olha, as perguntas são importantes porque a gente vai prosseguir com as explicações pra poder entender isso. Mas justamente levantar as questões é importante pra saber o que que vocês não estão entendendo. La: Professora se bate a luz branca reflete todas/absorve todas as cores, e reflete o vermelho, porque justo o vermelho? Porque não roxo, azul, verde... Vários alunos: é é.	Batem palmas...
1:21: 10	P: Oh cenas dos próximos capítulos. Alunos:AH! Aa: não sabe responder, professora? P: não, não, o curso vai...	
1:21: 27	P: Eu preciso esclarecer uma coisa com vocês presta atenção, eu conversei com a direção da escola e eles me falaram o seguinte.. Não teve o jogo pra final ser amanhã. A final foi jogada pra segunda feira, se não chover Então amanhã... A2: segunda feira? P: segunda não, quarta feira então assim,	

	<p>Ama nhá aula normal Não tem nenhum boicote achando que amanhã é a final certo, aquela historia que a final e amanha, a final não é amanhã.Vocês me ajudam a arrumar? Olha Vocês vão levar pra casa a tabelinha e vão trazer a limpo pra mim pra entregar amanha. A tabela todo mundo vai passara a limpo bonitinho pra me entregar amanha.</p>	
	Fim da gravação	

ANEXO H - TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 2 TURMA A

O texto normal é transcrição da filmagem. Em sublinhado os complementos feitos usando as gravações em áudio da aula.

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
00:40	P: <u>pessoal, vai aí no conteúdo do CD... Aí tem a dispersão que é feita pela luz</u> quando ela atravessa aí um prisma. É algo () Oi?	
00:50	P: abram o videozinho decomposição da luz... (1) N, por favor, me ajude aí o pessoal abrir...	(1) Para o aluno que está servindo de monitor da sala.
01:14	P: é uma animação que mostra o que acontece com a luz ao passar por um prisma...	
01:24	P: Ele explica porque que num espectro que você vê lá, mostra porque você vê as várias cores. Quando a luz passava pela/pelo plástico do CD, pela rede de difração.	
01:48	P: tem uma fonte de luz, é colocada uma fenda na frente para que fique um raio um pouco mais estreito, colimado e aí quando chega no prisma ele sofre refração e se espalha. Assistiram todos? A1: não.	
02:10	P: quais são as cores aí do espectro? A1: roxo. A2: azul, verde, laranja. Aa: <u>verde, azul, vermelho alaranjado.</u>	
02:20	P: quando passa pelo prisma quais as cores? A1: pera aí. Aa: rosa, amarelo, verde, azul...	
		Alunos enunciam cores.
2:40	P: N ()	Chama o monitor.
2:47	P: bom agora o N vai fechar porque aí nós só temos um tipo de lâmpada. E nós fizemos com várias lâmpadas. Então nós vamos abrir uma outra apresentação em que tem várias/ várias iluminações e que tem, que vai dar diferentes espectros.	
03:10	P: primeiro tem que fechar aí esse videozinho. Não só/vamos acompanhar...	
		O aluno-monitor fecha e abre arquivos dos computadores.
04:10	P: Alguém perdeu a aula passada, do espectroscópio?	
04:18	A1: Professor.	
	P: <u>conseguiu abrir? Este?</u> A: <u>é.</u> P: <u>não abre? Nem com o Word? ... Liga o Word?</u> <u>Esse aqui já é o...? É esse aqui?</u>	<u>O professor e o aluno- monitor vão a um grupo ver o que está acontecendo fica lá até 06:23.</u>
6:05	A: <u>num dá... Num dá.</u> P: <u>alt. del, vai. ... vai abrir?</u>	
06:23	A: tipo do documento... (1) o documento do nosso	(1) Risos.

	<p>computador tem 1m 89...</p> <p><u>A1: data de modificação 3/11/2006</u></p> <p><u>P: próximo, próximo. Ok. Vai em arquivo, abrir, meu computador, D... Não, embaixo, 1º, lâmpadas.</u></p>	
	<p><u>P: arquivo, abrir,... meu computador, D, CD. Não, embaixo, vídeo. Primeiro o amarelinho () lâmpadas.</u></p> <p>...</p> <p><u>P: arquivo, abrir, lâmpadas.</u></p>	
07:20	P: <u>vai lá. Lâmpadas.</u>	
07:58		Professor vai a outro grupo.
08:24	<p>P: <u>pessoal, então vamos lá? Vocês já estão correndo aí a apresentação? A 1ª lâmpada, no começo da apresentação. A 1ª tela: lâmpada incandescente aquela lâmpada de filamento comum que vocês... a maioria das pessoas tem na suas residências. A temperatura dela.</u></p> <p><u>A1: a minha é a econômica.</u></p> <p>P: <u>aí é de 2500 graus ela emite, além de luz visível, ela emite muito infravermelho. Ondas de calor... muita radiação de calor. Ninguém põe lâmpada para esquentar ambiente e aquele tipo de lâmpada, esquentar ambiente pode não ser o objetivo assim, mas ela aquece ambiente. A energia que você usa naquela lâmpada, uma grande parte acaba sendo perdida porque ela aquece muito...</u></p>	
9:21	P: <u>ela dura aí por volta de 1000 h. Próxima tela.</u>	
9:28	<p>P: <u>tem as lâmpadas aí a gás, que aquela lâmpada é com filamento o aquecimento lá é com filamento... As lâmpadas a gás duram muito mais, dura 3000 h pelo menos. Não é?</u></p>	
9:44	<p>P: <u>depois a dicróica... a parte azul aí na figura... Dicroica é uma lâmpada com foco... Dirigido. Então a/a luz visível, ela é direcionada e na parte azul da figura, mostra os raios de calor, elas não vão junto na mesma direção aí do foco de luz ela acaba, uma parte deles né? Acaba sendo absorvida, e a parte azul reflete: a luz visível é refletida e aí ela tem um ganho na direção de projeção. O infravermelho acaba sendo retido aí passando pra trás da lâmpada. É uma lâmpada que não aquece/aquece menos o ambiente. O aquecimento não é tanto. Próximo.</u></p>	
10:37	<p>P: <u>a lâmpada fluorescente compacta. Lâmpada que vocês <i>pessoal, já estão trocando aí.</i></u></p> <p><u>A1: <i>lá em casa tem.</i></u></p> <p>P: <u>né? Os fabricantes dizem que dura de 6 a 8 000 horas, seis a oito vezes o tempo de uma lâmpada comum.</u></p>	
10:59	P: <u>próxima.</u>	
11:04	P: <u>lâmpada de vapor de mercúrio. Alguns... as lâmpadas a gás principalmente as de iluminação</u>	

	pública funcionam com este gás né? Vapor de mercúrio e vapor aí de sódio. Aquela lâmpada branca que tem no poste num tom mais esbranquiçado é vapor de mercúrio e amarelado é a lâmpada com vapor de sódio. Aquela lâmpada não é que ela está queimada, não, não está queimando, está velhinha não. A tonali/a cor é aquela mesma... Próximo.	
11:50	P: lâmpada mista. Ela tem filamento e também vapor de mercúrio. Nós fizemos/nós fizemos, observamos o espectro desta. Vocês... Por acaso alguém se lembra como é que dava o espectro dessa lâmpada? Se era contínuo ou discreto? <u>A1: contínuo.</u> A2: acho que não.	
		O professor leva a mão ao rosto, como se estivesse decepcionado com a resposta.
12:16	P: o que que é um espectro contínuo. A: é quando a lâmpada... A2: é o da lâmpada mista.	
12:23	<u>P: o que é um espectro discreto?</u>	
12:28	<u>A2: quando há separação das cores.</u> P: tem a separação das cores. Dá pra ver linhas no meio do espectro. Lâmpadas a gás geralmente o espectro é discreto. E a lâmpada mista?	Professor faz gesto representando as linhas.
12:39	P: alguém se lembra de algum detalhe... do espectro? A1: () P: oi? A1: ()	
12:54	P: no começo ele é contínuo. Porque quando é acesa inicialmente principalmente a emissão vem do filamento... E o gás ainda está frio com o passar do tempo o gás é aquecido e aí aparece a parte do espectro que é discreto. O gás vai emitir aí um espectro discreto. Você vai acabar tendo os dois espectros você vai ter no vermelho ele não é bem definido uma linha como as outras cores as outras cores são linhas mesmo. E no vermelho você tem ele espalhado que ainda é emissão do filamento. Próxima tela.	
13:36	P: você tem aí o espectro de emissão... dá uma/leia na tela aí. Cada elemento tem seu espectro. Isso é como a digital de um elemento. Cada elemento tem uma tarja desta que vai ter cores diferenciadas e posições também diferenciadas. Daqui a pouco/	
14:06		O professor pega uma folha com espectros de elementos impressos, que faz parte da atividade do astrônomo mirim.

14:12	P: pessoal dá uma olhada aqui ó. Que eu tenho impresso (1) o espectro de alguns elementos então olha aqui ó... o alumínio tem varias linhas principalmente aí no amarelo, no vermelho... no carbono tem um número muito já reduzido de linhas, no Hélio ainda muito menos...	(1) toca o sinal.
14:42	P: as linhas do espectro... , tem uma quantidade... olha aqui o tanto de linhas, do espectro tem poucas linhas o Helio...	
15:03	P: a próxima... provavelmente na próxima aula nós vamos explicar porque aparecem estas linhas, tá? Mas cada elemento, note que... Pra cada elemento as linhas aí do espectro são diferentes. Próximo na seqüência... aí. A: é o Sol. A3: contínuo.	
15:29	<i>P: então um espectro é o de emissão e o outro de absorção. E a distinção está aí.</i>	
15:40	<i>P: vamos dê seqüência porque isso aí nós vamos retomar na próxima aula e explicar ()</i> A3: aí é o Sol.	
15:49	P: continua pessoal passa o Sol, pode passar a tela de emissão do Sol. <u>A2: o núcleo é feito de 20 milhões...</u>	<u>Risadas.</u>
16:05	P: AÍ APARECE O ESPECTROSCÓPIO. Pessoal passa aí a tela do Sol, já chega na tela do espectroscópio... A1: <u>tira a mão, tira a mão.</u>	
16:18	P: vocês tinham espectroscópio, alguns com fenda bem fina e outros com uma fenda maior. Não sei se tiveram a curiosidade de trocar o espectroscópio para verificar se... (1) diferença na observação do espectro.	(1) faz gesto para ajudar a explicar.
16:51	A1: cabô? <u>A2: é assim né, professor? É assim oh. Oh?</u> P: <u>mais mais mais.</u> <u>A1: tipo computador da NASA você tem que trabalhar bem oh...</u>	
17:05	P: pessoal deve/ alguns estão travando, mas quem conseguiu seguir adiante... está mostrando aí que se a fenda fosse um pouco fina, quem também conseguiu não? Manter aí ligado o computador, manter aí ligado o computador, mas se a fenda for fina dá pra se ver PESSOAL! Mais claramente as linhas. Quando a fenda é muito aberta você tem o risco de borrar a imagem, de sobrepor... a imagem que se forma é a imagem da fenda, se a fenda é grande, pessoal, vai se formar um retângulo um tanto grande e ele pode se sobrepor...	

18:05	P: o que acontece é que você acaba tendo a impressão que aparecem cores... A: mas não aparece. P: e elas são falsas.	
18:15	P: você tem... dá uma olhada aqui ó pessoal (1) Dá uma olhada tem o vermelho numa posição e, se a janela é grande, vai aparecer algo como se fosse um quadradinho... e aqui o amarelo, dependendo do tamanho da janela... eles estão quase sobreposto e você vê o alaranjado e o alaranjado, às vezes naquele espectro não existe. Então você tem que ficar às vezes virando o espectroscópio para que apareça como linha o espectro e aí você vê tem vermelho, tem amarelo, não tem alaranjado. Esse é o problema da importância aí da fenda. Tem que se fazer vários para perceber qual é a melhor fenda para a observação. Continue. A1: continuar o que?	(1) Faz gestos para explicar.
19:08	P: cabô? A1: cabô.	
19:14	P: N, dá para rodar mais um... A1: vamos de novo. Ondas eletromagnéticas.	
20:04	P: pessoal.	
20:12	<i>P: bom pessoal, tem mais uma apresentação que mostra... Pessoal tem mais uma apresentação que mostra o que nos fizemos no laboratório: a lâmpada, o espectro, mas nós faremos isso numa próxima aula, agora eu vou pedir pra vocês o seguinte:</i>	
20:28	P: um aluno ontem, nós vamos fazer na outra sala... N você vai desligando.	
20:40	P: vamos desligar esses computadores, desliguem os computadores que nós vamos fazer uma atividade.	
20:46	P: um aluno comentou: esse espectro que nós estávamos fazendo aqui ele falou: a NASA utiliza isso?... E utiliza mesmo... Eles não fazem espectroscópio com caninho de papel higiênico, e outras coisas, não. Não é plástico de CD, mas eles direcionam o telescópio, pegam a luz proveniente, emitida de uma estrela e fazem o espectro dela e vocês viram aí pessoal que cada elemento tem um determinado espectro... E às vezes sai a notícia... ou em jornais ou em livros, aparece os comentários aí: tal planeta a atmosfera. Não dá para o homem pensar um dia conquistar porque lá a atmosfera é tal gás. Como eles sabem que gás tem naquele planeta?...	Ajuda a explicação com gestos.
21:53	P: como é que se sabe qual é a atmosfera dos planetas? Que elemento tem nas estrelas?	
22:13	P: vamos ninguém?... Ninguém arrisca aí?	

	A2: <i>não</i> . A1: qual foi a pergunta?	
22:22	P: o que nos fizemos a NASA faz. Pega aí a luz que vem de determinada estrela e faz o espectro da estrela e aí eles dizem tem tais os elementos como é que eles fazem isso? A3: prossiga.	
22:47		O professor fala para a pesquisadora: “Praticamente eu já dei todas as respostas.”
22:55	P: pessoal, olha... eu vou entregar para vocês... aqui tem o espectro de uma estrela, tá? Estrela nº 9. A NASA fez este favor para mim. A3: pessoalmente? P: passou pelo espectroscópio e fez esse espectro. A3: meu pai mandou... <i>P: e aqui nós temos o espectro de alguns elementos. Você vai ter que comparar o espectro desta estrela, estrela nº 9 com o espectro dos elementos, que estão nessa folha.</i> A3: ah:: então eu acho que é... P: Veja que você vai ter que dizer quais são os elementos que estão presentes nesta estrela. <i>A4: não e dessa maneira que eles vê.</i> P: dessa maneiras. A3: esse é fácil./está fácil.	
23:45	P: então nós vamos, em grupo, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Seis grupos.	
23:56	P: N ()... pode ir...	
24:13	P: com licença.	O professor distribui as folhas com os espectros dos elementos para os grupos.
24:28	P: esta aula... vai até... <u>A: oito e meia.</u>	
24:47	P: é melhor se organizar aí.	
25:00	P: tem duas folhas, confira aí se cada grupo recebeu duas folhas. O ultimo elemento de uma das folhas é xenônio e da outra folha é o ferro.	
25:35		Entrega folha de sulfite para resposta.
25:44	P: essa aqui é pra vocês colocarem as respostas.	
26:05	P: pessoal na folha estão os elementos você vai ter que pegar o espectro da estrela, sobrepor sobre cada elemento e comparar as linhas. Verificar se há esse elemento nessa estrela. E aí você vai marcar estrela nº 2 marca os elementos que estão presentes nessa folha aí. Entreguei uma folha para cada grupo. Coloque aí o nome do grupo...	
	A1: vamo lá, o A1. <u>A2: dá aí ó.</u>	

	<p><u>A3: é só fala a cor?</u> <u>A1: não tem que ().</u> <u>A2: a estrela vai ().</u> <u>A1: só isso?</u> <u>A1: calma aí.</u></p>	
	<p><u>A4: essa aqui é a estrela?</u> <u>A5: não é mano. Esse aqui não é.</u> <u>A4: e esse aqui?</u> <u>A5: nenhuma?</u></p>	
27:53	P: <u>e aí, tudo bem? Tudo bem?</u>	Professor em um dos grupos.
28: 20	<p>P: <u>aqui tem amarelo, o vermelho não coincide, o verde não coincide, isso quer dizer que não tem...</u> P: <u>não tem vermelho, não tem amarelo, então não tem magnésio.</u> P: <u>deixa ajudar. Tem alumínio? Não. Porque só o alumínio tem vermelho, então nessa estrela não tem essa linha vermelha, então nessa estrela não tem alumínio. Tem cálcio? Não porque aqui tem vermelha e aqui não tem.</u> <u>Aa: ()</u> P: <u>põe o nome do símbolo Ca. Tem Ca?</u> <u>Aa: ah entendi.</u></p>	Vai aos grupos ensinando a comparar...
29:16	P: Pessoal... ainda que não saibam o nome do elemento em questão é só colocar o símbolo tem a-l? Tem C-a? Marca A-l, C-a.	
	<p>A: professor <u>explica aqui pra gente...</u> P: <u>ah essa daqui é daqui oh é assim...</u> <u>Aa: esse aqui ó.</u> P: <u>põe N-a.</u></p>	
30:12		Vem um aluno do outro lado da classe para falar com o professor.
30:51	P: vamos pessoal dá uma olhada aí. Pessoal nesse espectro aí tem alumínio?	Em um grupo.
31:21	P: tem C-a? Amarelo, verde, laranja, vê se as linhas coincidem vê se tem esse elemento, nessa estrela.	
32:42	<p>P: pessoal nos espectros das estrelas tem mais linhas do que nos espectros dos elementos... porque na estrelas ela também não é só de um elemento ela tem vários elementos.</p> <p>A: ()</p>	
33:00	<p>P: ele tem que ter exatamente as linhas daquele elemento e ele tem outras linhas que são de outros elementos.</p> <p>A: a estrela nunca pode ter mais linhas do que os elementos.</p> <p>P: a estrela tem mais linhas que os elementos.</p> <p><u>A: se os elementos tiver mais linha que as estrelas.</u> P: não, você tem que verificar se coincide.</p>	
33:24	P: pessoal cuidado também... coloque o início do	

	espectro da estrela exatamente sobre o início do espectro do elemento. Se você não fizer isso (1) você não vai conseguir verificar as linhas. Aa: mas tem que ser todos? Tem que ser igual? Tem que ser exatamente igual? <i>P: as linhas dos elementos têm que estar na estrela.</i> Aa: professor. P: só um segundo.	(1) mostra colocado errado.
34:15	<u>A: estrela número 1,ó.</u> <u>P: tem alumínio?</u> <u>A: tem.</u> <u>P: veja ela não em tem! Tem que ter todas essas linhas.</u>	Professor em um grupo.
34:45	<u>P: aí como está indo aí? Tem esse elemento?</u> <u>A: não.</u> <u>P: como você sabe?</u> <u>A: ()</u> <u>P: me mostra um elemento que... Esse não tem. Tem H? Hidrogênio?</u> <u>A: tem.</u> <u>P: isso mesmo.</u>	<u>Professor em outro grupo.</u>
35:33		A pesquisadora leva a câmera perto de um dos grupos indicado pelo professor. O aluno compara as transparências das estrelas com os espectros.
35:53	A: l-i e M-g tem.	
36:13	P: veja o que mais tem...	
36:23	P: um segundo.	
36:25	P: que elemento é este? Que elemento é este que você esta vendo? A1: esse é Na.	
36:44	P: na estrela 10 tem? Tem esse elemento? A: a 10 tem () P: tem esse elemento? Como você está verificando? Por que tem? A2: vai T. A: todas as linhas que tem... tem.	Professor num grupo.
36:57	P: qual outro elemento na estrela 10. A: cálcio aqui desta folha só esse aqui. P: só esse? Já verificou todos? A: aqui dessa folha só. P: já viu esta folha ou não. A: <i>essa não.</i>	
37:09	P: pera aí tem alumínio aí. A: não. P: Por que não? () P: não? porque não.	
		A partir desse ponto a gravação foi em áudio.
	P: porque não coincide? Legal.	
38:26	<u>Aa: professor, professor, o grupo é de quantos?</u> ()	

	<p><u>P: não sei, porque cada grupo tem que () quatro estrelas. Pode juntar lá ou aqui. Fique à vontade.</u></p> <p><u>Aa: professor ().</u></p> <p><u>P: não. Não.</u></p> <p><u>P: você já olhou () tem que anotar aqui.</u></p>	Os alunos conversam enquanto fazem a atividade.
40:46	<u>P: terminou?</u>	
41:54	<u>P: cada dupla é uma estrela/</u>	
45:06	<u>Pessoal, todos terminaram?</u>	
51:20	<p><u>P: pessoal dá uma olhada aqui, a atividade que nós fizemos na aula passada. Nós podemos abrir aqui...</u></p> <p><u>Aqui é uma sugestão que estava na internet de um espectroscópio um pouco diferente da montagem que nós utilizamos, mas também com a rede de difração, utilizada aqui é o cd mesmo. Que ele sugere que seja colocado inclinado, de 60 graus aqui... Então aqui está a fenda, a luz entra por esta fenda, aqui ela sofre a difração, e você observa por esta parte aqui, por esta abertura... Bom o legal dele e que dá pra ver mesmo à distância o espectro não precisa levar o espectroscópio até muito próximo do olho... Ah, o tamanho da fenda aqui também é muito pequeno, não pode ser aquelas janelonas que alguns fizeram...</u></p> <p><u>Então olha aí, observando o espectro da luz solar... Durante o dia e já ao entardecer, em alguma posição em que já está ficando aí avermelhado, o por do sol. Olha a diferença do espectro. Quando o céu está azul e no por do sol há uma pequena diferença aí parece um pouco mais de vermelho... Aqui de uma lâmpada comum, a incandescente, aqui da fluorescente. E dá pra ver bem a diferença entre o contínuo e o discreto, as linhas aí todas recortadas e as cores que aí aparecem... o amarelo quase não dá pra notar, muito pouco intenso... Está sem a nomenclatura, não tá dizendo qual o tipo de lâmpada, dá pra supor aqui que é a lâmpada de sódio, porque ela reforça aí o amarelo. E vapor de sódio, então aparece muito mais amarelo aí no espectro. A tela do computador, toda iluminação, toda, você vai conseguir identificar o espectro aí. Então na tela do computador, olha o espectro que aparece... Nós não fizemos esta poderíamos ter feito. A tela do laptop... nem sei dizer o que é isso aí, se é lampadazinha a laser.</u></p> <p><u>A: é uma lâmpada de aparelho.</u></p> <p><u>P: um filtro, um filtro de linha, aquele led vermelho..., aqui também a lâmpada fluorescente compacta dá pra ver bem claro o espectro discreto e quatro cores aí, né... um tom de azul entre azul e anil, violeta, o verde e o vermelho, que é o que eu esperava que vocês marcassem na lâmpada fluorescente e aí as lâmpadas de iluminação com</u></p>	(bate palmas)

	<p><u>néon, aí... o que nós fizemos agora, o espectro mirim olha aqui, a luz que vem refletida na lua, ta aqui um telescópio o cara põe o espectroscópio na saída do telescópio e isso aqui... e olha o filtro. Aí, da luz da lua que é refletida pela lua. O espectro da iluminação de uma vela... montem em casa o espectroscópio agora e saiam olhando aí. Pessoal vamos subir para a sala, por favor.</u></p>	

ANEXO I - TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 2 TURMA B

Tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
00:04	R: D ó esse aí era outro, que você tinha que olhar lá e marcar as cores no papel você vê a () que você tava olhando. () Já entregou pra ele? Então já era.	
00:16	P: Pessoal, pessoal, então nós temos duas atividades, duas atividades. Primeiro nós fizemos um trabalhinho, o espectroscópio, observamos as lâmpadas. Cada lâmpada tinha um espectro diferente: apareciam linhas em posições e em cores diferentes, vocês observaram isso. Hoje nós, segunda parte da aula, vamos explicar por que aparece cada uma dessas linhas, inclusive até calcular a posição dessas linhas isso é um trabalho que talvez vocês considerem um pouco mais... não muito agradável.	O professor tem na mão uma das folhas com os espectros dos elementos.
00:55	P: Então esse elemento () olha aqui cada elemento cada elemento quando você tem l á o gás de certo elemento, processa ele torna ele gás e depois faz com que luz passe por ele e ele emita luz você vai ver um espectro diferente. Então isso é como se fosse a digital do elemento (1) o alumínio tem essas linhas, sempre. O alumínio sempre terá essas linhas, carbono essas linhas, ferro essas linhas cada elemento tem linhas bem definidas. Se tiverem, quiserem um outro momento verificar isso tem uma tabela periódica completa na internet, com as linhas espectrais de cada elemento. Eu já até citei para vocês o site...	(1) mostra no papel
01:46		Professor vai para a lousa e escreve o endereço do site.
01:54	R: até parece que eu vou procurar isso na internet.	
02:00	P: site da universidade federal do Rio Grande do Sul, espectroscopia. Põe lá .em qualquer site de busca, com essa informação ele vai abrir lá uma página que tem todos os elementos e todas as linhas espectrais...	
02:17	P: então de vez em quando nós ouvimos é... informações, jornais, pegamos alguma revista que diz que tal estrela, tal planeta tem tal atmosfera. Ora como eles sabem... que gás, que atmosfera tem no planeta ou numa estrela? Através da luz pelo planeta refletida ou pela luz emitida por uma estrela.	

	<p>Aqui eu tenho o espectro de uma estrela. (1) Põe um telescópio e na chegada da luz ele põe um espectroscópio com uma rede de difração e tira o espectro da estrela. Então este é o espectro de uma estrela. (1). Que elementos são estes que deixa estas linhas? Então eu tenho as linhas dos elementos que eu conheço na terra e tenho o espectro da estrela então eu vou colocar um sobre o outro (2) e procurar os que as linhas coincidem.</p>	<p>(1) Mostra a transparência com o espectro da estrela.</p> <p>(2) mostra como coloca e faz gesto para explicar</p>
03:17	<p>P: se as linhas todas do elemento, do alumínio estiverem todas na estrela três, quer dizer que nessa estrela que eu estou observando, lá tem alumínio. Então o que eu vou fazer? Vou entregar um conjunto para vocês de estrelas: estrela 3,7, 4, e vou entregar a tabela de alguns elementos que há nestas estrelas. Vocês vão ter que simplesmente comparar e vão me entregar uma folha dizendo a estrela três tem e marcar o símbolo dos elementos que lá tem. É um trabalho bem tranquilo, mas é o que exatamente <i>fazem aí...</i></p> <p>R: <i>Quem tem caneta aí?</i></p>	
04:00	<p>L: Eu escrevo.</p> <p>P: o grupo de vocês. aí ... <i>já temos aí os grupos formados.</i></p> <p>R: <i>se você for escrever nós aí, vai zoá o trabalho</i></p> <p>A2: olha a folha que você me dá, toda suja aí seu porco...</p> <p>R: você que ()</p>	<p>Amassa a folha e pega outra.</p>
04:27	<p>P: Eu vou deixar dois conjuntos com cada grupo (1)</p> <p>A3: Professor tá na Globo, agora hein?...</p> <p>A4: Oh, professor tá importante...</p>	<p>(1) aluno do grupo 3 tira uma foto.</p>
04:49	<p>L: que número você é R?</p> <p>R: três três .</p> <p>L: Seis?</p> <p>R: Não três três .</p> <p>L: Igual a seis</p> <p>R: Não é. Igual a três três .</p> <p>L: <i>que nº você é Ma?</i></p> <p>Ma: <i>não sei.</i></p>	
05:03	<p>L: <i>e você?</i></p> <p>Aa2: <i>oito.</i></p> <p>P: <i>o que vocês receberam são os espectros dos elementos. Agora eu vou entregar os das estrelas que vocês têm que verificar.</i></p>	<p>Entrega a o material.</p>
05:10	<p>L: Seu nome é...</p>	

	Aa3: Aa3. L: nº ? Aa3: <i>sete</i> P: <i>estrela 2, 3,...</i>	
05:24	L: D, que nº você é? D: Treze. L: RG de cada um aí, por favor... Ma: Eu não tenho nº ouviu L. Esqueci em casa. e não sei de cor. <i>Esqueci em casa.</i> R: <i>Tem que deixar na reta.</i> P: <i>Pessoal espera um minuto que eu</i>	Enquanto L anota, Aa2, Aa3 e R começam a comparar os espectros das estrelas com o dos elementos.
05:50	L: <i>Se eu sou policial já tinha jogado você num camburão e sua mãe ia buscar você na delegacia</i>	
05:55	R: Também não. É a debaixo. Aa2. É a debaixo. R: tem essas folhas aí também. Aa2: tem essas também... Aa2: Não é também , ó. L: me ajuda aí, R.. Aa3: <i>Tem a amarela aqui, ó.</i>	
06:11	R: Não pode por em cima tem que ver aqui. L: Sei. R: Não você não sabe.	
06:26	L: cada uma tem uma aqui? R: Não. Não pode ser em cima. L Essa aqui é. R: Não. A linha tem que tá igual. L: Idêntico, idêntico? R: É. Aa3: A que parece e essa aqui. L: tem um monte aí , ó.	
06:44	A2: chego aí, R.	
06:53	R: deixa ver. L: Não mistura não. R: Vocês tão olhando a folha ao contrário. L: é a mesma coisa. R: Não. L: Claro que é, se você virar ao contrario é.	
07:04	Aa2: Não é não.	
07:14	L: empresta a folha aí ,D. D: oi mano. L: fala alguma coisa, Ma. R: a t3. Aa2: Não é ...	
07:21	Aa3: Olha essa. Aa2: põe do lado pra não atrapalhar. L: nesta folha é a resposta? P: Aqui pra próxima. Aa2: é um desses.	Aa2 trabalha com L, R faz sozinho, Aa3, faz sozinha, D e Ma não estão fazendo.

	L: Essa aqui ó. Aa2: Aí, achou. Aa3: é parecido.	
08:01	L: segura aqui. Aa2: <i>tó a caneta.</i> P: () <i>tem que comparar todos os elementos.</i>	
08:37	R: já viu esse daí? A 2? Aa2: essa daqui é essa.	D, que não estava participando, começa a fazer observado pela Ma. R continua fazendo.
08:52	D: já achou uma? R: a estrela 2 então tem alumínio. Aa3: É alumínio. Aa2: não é, ó.	
09:05	Aa3: Nossa, mas parece, L: Como é que vai responder vai colocar... R: a estrela dois tem alumínio.	
09:25	Aa3: tem mais uma aqui, ó. L: Como é que é R? Estrela 2... R: Estrela dois... alumínio.	
09:40		D e Ma conversam sobre outro assunto
09:48	L: Essa aqui já foi, né?	
09:52	P: Pessoal é o seguinte: cada estrela tem três ou quatro elementos. Pode ter até alguma outra que tem mais ou alguma outra que tem menos, mas não é um único elemento... R: aqui não é. P: cadê ó, é bom vocês se organizarem e fazerem uma de cada vez se não vocês ter um nó.	Professor se aproxima do grupo.
10:30	P: Vai lá. P: E aí achou algum elemento? R: Achamos. P: Cadê? L: cadê a dois. R: essa aqui ó. L: A dois. R: a dois tem alumínio.	
10:38	P: Estrela 2o que tem na estrela 2? L: alumínio P: tem alumínio? Por que tem alumínio? Aa4: Professor, faz favor. P: mostra aí. L: bate aqui, ó. P: Tá bom. Só alumínio? L: como assim professor? Aa3: tem que testar nos outros, professor? P: pera aí, pera aí, sobre o cálcio. Tem que fazer coincidir o começo e o fim. Bom, tem cálcio?	Aluna de outro grupo chama

	L: Não. Aa3: Não. P: por que não? Aa3: porque as linhas não... P: oi? Aa3: não tem as mesmas linhas.	
11:16	P: as linhas não coincidem. Aa3: é . P: desce, vamos pro debaixo.	
11:18	P: tem carbono? R: não, não tem não. P: não, não coincide. O de baixo. tem hélio?	
11:34	R: vocês não viram essa? P: Mostra pra mim que coincide. Aa3. Ah é. P: Não tem hélio, continua vocês vão ver : hidrogênio, ferro, depois muda de folha, e compara lítio, magnésio, todos os elementos.	
11:50		O professor vai a outro grupo.
11:55	L: Tem essa aqui, L: H Aa3: hidrogênio. L: professor, h é hidrogênio?	
12:03	P: Pode marcar só o símbolo, H, marca H Aa4: Professor, todos estes aqui que tem que achar?	Aluna do grupo três pergunta.
12:22:	R: dá outra estrela para L. L: pera aí tem que trocar de folha. Aa2: eu acho que é lítio, né?	Enquanto L e Aa2 fazem juntos, D e Aa3 também, R faz e M olha.
13:22	R: não achei nada meu. Aa3: esse daí é cheio de listinha ó. R: Esses aí não tem, esses aí não tem essas estrelas...	
13:36	Aa3: o tipo tem folha aí que agente não tem. Já achou essa aqui?	
13:43	R: não, mas tem que ver com essa, mesmo você achando tem que ver aqui se tem.	
13:54	R: Achou bastante?	
13:59	L: a gente já viu, é li. Aa3: deixa ver? Acho que é tudo igual. L é que ele deu duas folhas. R: ele deu duas folhas por grupo. L: Então terminou. R: todas? L: de uma estrela. Aa2: terminou só a dois.	
14:22	D: tem um documentário aí vai mostrar? R: sei não. D: ô professor... vai ter um documentário, e tal... alguma coisa? Como é que é o	D pergunta a R e depois ao professor a causa da filmagem.

	esquema? P: não entendi. ()	
14:45	D: () que moral hein, professor? P: () uma aula mais dinâmica. D: só o 3° A () .	
15:12	L: verde? Aa2: verde não. D: () R: foi legal, mesmo.	Aa2, e L continuam fazendo, Aa3 também.
15:38	D: só o nosso? R: o nosso e mais uma sala. Do: nós que tá tipo mandando bem. Tipo ele escolheu e tal? R: Ele mandou montar o grupo aí. O grupo era eu o D2, o R2, G. Nós não descia lá pra baixo? Então ele gravava.	15:56 o prof. tira fotografias da classe
16:26	R: se tiver um só igual aí marca? Aa2: é. R: ah então. Empresta aqui a dois já fez, né?. Aa2: a dois já fez... R: agora eu entendi. Aa2: () R: Porque eu achei que tinha que ser igual todo, no total. Aa2: ah é?	16:24 vai para o grupo 3 até... 18:18
16:44	R: é só comparar a linha. Se tiver linha igual. Aa3: ah::	
17:06	Aa2: F-e. É... a estrela 8 já foi. D: já foi a estrela 8? Aa2: já R: ó a 9.	
17:18	Aa2: 2 e 8. Agora é 3. R: a 9 tem hein?	
17:29	R: tá fazendo qual?	
17:37	R: Vai anotando aí D. D: onde? Aa2: essa folha é pro outro trabalho. D: eu achei, olha aqui ó	
17:50	R: vê do começo: se tiver uma linha assim, por exemplo, essa aqui ó... tem que deixar na mesma linha.	
18:04	D: não. R: aqui ó. Aa2: tem mais ó.	
18:13	R: mas uma linha não tá batendo?Então.	
18:18	D: nossa to bocejando toda hora, que sono... R: você vê do começo. Se tem uma linha só batendo tem o troço lá, hélio, hidrogênio ...	
18:43	Aa2 ó como ta, ó...	

	L: o azul aqui bateu. AA3: é... : não é ó.	
18:56	L: não essa aí está batendo. Aa3: olha.	
19:55	D: tem que bater todas as linhas,né? professor?	D começa a ajudar aa3. R vê L e Aa3 fazendo.
20:02	P: todas as linhas do elemento têm que estar na estrela.	
20:09	Aa2: achei, achei, achei. D: aqui ó. P: todas as linhas do elemento têm que estar na estrela Não pode ser apenas uma linha.	
20:16	P: todas as linhas que estão no elemento têm que estar na estrela. D: a estrela 1 tem alumínio. R: só que tem que esperar. eles tão fazendo a 3. D: a estrela u1tem alumínio. R: eles tão fazendo a t3 depois faz a... D: aleluia!	
20:38	Aa3: tem sim. Aa2: essa aqui também. R: já foi? E a um? Aa2: essa é a um. L: estrela um.	D e Aa3 batem palmas festejando
20:51	Aa2: aí você vai falando e eu vou falando para ele. Vocês vão vendo aí e... D: alumínio. Aa2 alumínio A-L tem aí você vai passando ó.	
21:15	Aa3: amarelo. Aa2: C-a... C.	
21:27	D: também . R: tem. Aa2: H	
21:37	L: ferro. Aa2: F-e.	
21:43	Aa3: e a outra tem? R: tem a nove a estrela nove L: essa aí. Vários falam: e e e L: bateu?	
22:08	Aa2: L-i... M-g tem não.	
22:14	Aa2: olha o vermelho aqui ó. Aa3: tem né? Aa2: M-g. Aa3: M-g. D: tem que dar a explicação como vai dar a explicação? Como vai falar se é ferro. como que é...	

22:28	R: é só pra ver e anotar que tem. depois ele vai mostrar no trabalho. L: Tem esse amarelo aí do meio. Aa2: não.	
22:42	D: <i>professor</i> . Aa2: <i>tem esse aqui</i> . Aa2 e L: N-e. D: professor então como e que vai dizer assim tem ferro, m-g, P: Você pode escrever só o símbolo. É lítio, magnésio, neônio, hidrogênio, oxigênio, sódio e xenônio. Mas pode colocar só o símbolo.	
23:08	Aa2: é... Bate. Aa3 e Aa2: N-a.	
23:20	Aa2: é X-e. D: aí agora sim. Aa2: A 1 já foi e essa aqui é 6 ou 9? D: nove.	
23:40	D: professor é 6s ou 9? ... 6? ... 9? 6? P: não. 9. D: é 9. R:9 tem que colocar do lado da outra.	Ergue e mostra a transparência da estrela
23:57	D: é nove, nossa, pera aí, pera aí... não, não bateu. L: não deu não. Tem que dá retinho. R: D você não deu não. L: a verde eu acho que deu. Aa2: essa verde deu ó, N-i. R: <i>cadê qual é a verde? Só que a linha não é da mesma grossura</i> . Bateu não.	
24:21	P: Pessoal, estamos terminando?Vamos para a segunda atividade? D: não professor pêra aí, estamos acabando é uma aula dá um tempo.	
24:29	R: não esse aqui foi o que já... L: você bateu a vermelho aí. Aa3: ah e a vermelha, essa aqui. Aa2: essa também ó. N – e.	
24:47	D: aqui bateu. Aa3e Aa2: N.	
25:06	Aa2: vermelha também... N-a. Aa3: aqui também ó. Aa3 e Aa2: X-e.	
25:21	R: agora vem o alumínio. Aa3: essa não! D: ficou legal as fotos né, Ma?	
25:44	Aa2: C-a. D: Não. Aa2: Como não? Aqui ó.	

	<p>R: essa linha está meio dividida ó...</p> <p>D: é tá dividida.</p> <p>R: Aqui tem dois verdes junto, aqui só tem um.</p> <p>D: tem não.</p> <p>L: tem um aqui o...</p> <p>Aa2: tem não.</p> <p>L: ó eu achei essa aqui.</p>	
26:03	<p>Aa2: É, é S.</p> <p>L: Como essa daqui tem aqui.</p> <p>Aa3: não precisa ter todas, basta uma linha só</p> <p>D: Não, basta uma linha, mas aqui... Ó uma aqui.</p> <p>R: põe direito, tá torto.</p>	
26:12	<p>Aa3: não.</p> <p>Aa2: Tá vendo?</p> <p>R: já num tá quase na reta.</p> <p>Aa2: Também não tem diferença.</p>	
26:36	R: Nem essa.	
26:55	Aa2: É, H.	
27:01	Aa2: F-e.	
27:05	<p>Aa3: Acabo, né?</p> <p>D: cabo? Deixa ver.</p>	
27:18	P: estrela 8, cadê? ... Pega a estrela 8 aí e vamos conferir essa estrela 8.	O professor pede e depois se afasta.
27:28	<p>L: lascou tudo agora.</p> <p>D: Ah professor.</p>	
27:35	<p>A5: o professor</p> <p>L espera sua vez aí ô.</p>	Aluno do grupo1 chama.
27:40	<p>Aa2: nossa me deu sono agora.</p> <p>Aa3 a gente ficou parada.</p>	
28:00	P: pega a estrela 8... deixa eu dar uma olhada, tem muitos elementos aí, devia ter uns 5.	
28:08	<p>L: então vai ter que fazer de novo professor?</p> <p>R: não.</p>	
28:18	<p>P: Esse primeiro aqui.</p> <p>Aa2: Vermelho tem .</p> <p>L: esse amarelo aqui tem. L-i tem.</p> <p>P: M-g. tem m-g? Não, não tem. Olha as linhas do m-g. Essas linhas verdes não estão na estrela, então não tem.</p> <p>Aa2: a gente não pôs professor.</p>	
28:37	<p>L: o próximo que a gente colocou foi N.</p> <p>D: direto o N.</p> <p>P: tá então N, vamos ver se tem N. Não tem N.</p> <p>Vários: Por que?</p> <p>P: porque olha aqui ó vários um monte de linhas no verde e não tem aqui. Essas duas não tem aqui, essas não tem. Tem que bater</p>	

	todas praticamente,	
28:55	L: E não foi isso que nós fez... L e Aa2: Ah P: vocês pegaram se tivesse uma, duas, Tem que ter todas: todas vermelhas, todas amarelas, todas verdes, as azuis , anil. Aa2: ó tem.	
29:11	P: Vocês vão ter que conferir. Vocês vão ter que ser um pouco mais rápidos. Tem N-a? Aa2: tem. L: tem. P: não tem, não tem.	
29:18	Aa2: nem aqui? P: porque esse amarelo tá aqui. Até tem um vermelho aqui até parece, mas olha aqui no laranja tem umas linhas que não tem, no verde tem umas linhas que não tem. L: Não tem N-a.	
29:40	Aa3: X-e tem aí? P: X-e, xenônio, tem xenônio? Alunos: tem. P: nem pensar! Tem milhões de linhas no xenônio, quer dizer uma centena aí olha aí não tem nada dessas linhas aí.	
29:50	L: tá me xingando aí, ô? O que é que você tá falando aí o comedor de cachorro?	Fala com aluno do grupo 1.
30:00	Aa3: C-a Aa2: esse também não tem. P: Não. Você tem as linhas aqui do verde e do vermelho que não tem. L: vai riscando aí D. Vários: C-a. P: Não. Tem um verde aí que não tem, então já não tem.	
30:25	P: Carbono tem. Vermelho tem, amarelo, tem, verde tem, azul, tem. Carbono tem.	
30:37	L: H não h você risca aí. Aa2: n- a não tem . P: tem ou não? L: Tem. P: por que tem? L: o azul. P: Legal. é isso aí.	
30:49	P: E esse aqui? L: Tem. Aa2: tem. D: não tem, não. Esse vermelho tá sobrando um monte de linha. P: Esse vermelho tá. E agora?	
31:01	R: E o amarelo?	

	<p>L: Não bate. P: Até parece aqui, ó... Tem duas linhas do verde e aqui não tem, tem uma linha do azul que aqui não tem, mis duas do azul que não tem. Não tem ferro.</p>	Toca o sinal.
31:21	P: Sejam um pouco mais rápidos e de uma olhada. Confira agora.	
31:39	P: Pessoal, pessoal! Eu falei no começo. A s estrelas devem ter aí quatro ou cinco elementos. Não tem 10 elementos, não. Tem não tem. Não está correto.	
31:48	<p>L: 9 esse aqui tem? R: tem não. D: risca A-l.</p>	
32:02	<p>Aa2: Vê se tem C-a. D: C-a tem? C-a tem, tem.</p>	
32:08	<p>L. risca, A-l e C-a você risca. D: pera aí pera aí. L A-l e C-a você risca.</p>	
32:29	<p>L: Não. R: risca o C aí. L: C não tem, não tem.</p>	
32:31	<p>R: não, sobrou um monte. R: esse monte de linha pra continuar aí. L: não só vale aqui de cima para baixo. R: Ah, é? L: Não pode sobrar em cima viu? D: Tem? Pera aí vê direito. L: só tem duas linhas aí, D. Aa2: esse não tem. Aa3 esse não tem. F-e não tem risca aí F-e L: entrega assim ele já sabe, já.</p>	
33:25	<p>Aa3: 9? Ah tá L: essa aí não tem. R: Bate. L: Tá torto. D: E continuação da 9? R: Li não tem, ó. D: L-i. L-i.L-i Aa2: L-i não tem. D: E o m-g? L: não. R: Não. Aa3: não. Aa2: tá torto, olha aí. L: se tem então desculpa aí ó.</p>	
34:06	<p>D: Tem o m-g? R: Risca. L: N-e também não. D: risca também?</p>	

	L: risca. D: aqui bate... Bate essas três aqui? R: e a azul que está sobrando aqui?... e o N-e. D: já foi. N.	
34:30	A4: o que professor, vai dar outra atividade?	Aluno do grupo 3 pergunta.
	Aa2: esse aí bate. L: certinho. D: Bom. L: Esse não bate também. D: Bate. R: E o azul? Aa2: É esse não bate.	
34:54	L: É a 9 essa daí? D: é. A de cima também não. Aa2: Não. R: X-e. Aqui ó. D: Não? R: Não, não, não, não, acabou.	
35:10	L: e aqui, ferro, carbono...	
35:22	Aa3: Qual que e essa? Aa2: é a 3.	
35:34	R: Passa pra 3 aí. () R: Não porque o vermelho sobra, ó. Aa2: L-i não tem. R: L-i, número 1. D: risca? Aa2: risca. Aa2: M-g? R: M-g também não. Aa3: M-g risca.	
36:07	Aa2: N-e, risca. R: no Ca o vermelho aqui sobra ó.	
36:21	R: Aqui o vermelho sobra. L: Sobra amarelo também. L: o não tem. R: Sobrou esse vermelho. Aa2: N-a não tem.. D: X-e também não? x-e tem. R: Só que sobra. Aa2: é. Tira.	
36:55	R: Esse aí bateu. Pode deixar. Aa3: Bateu também Ca deixa. R: Essa não ô... C risca aí... C. L: C não tem. R: ah.	
37:14	Aa3: Essa não tem. Aa2e R: não tem H-e tira.	
37:28	Aa2:H tem.	

	<p>Aa3: H tem. L: H não tem. D: H tem deixa. D: Essa bateu, ferro bateu. R: Deixa.</p>	
37:56	<p>D: Estou cego cara. Tô cego cara. Aa2: A-l. Aa3: A-l. D: Essa é a estrela 8. R: essa é a estrela... D: oito. Aa2: Essa não tem C-a, né? Aa3: Essa daí... R e D: Bateu, bateu! Aa3: C tem né? Aa2: Essa não.</p>	
39:11	<p>D: H-e não tem também, né? Não tem H não Aa2: bateu. Aa3: Nem tem aqui. D: to ceguinho, cara... A2: não bateu. Aa3: Não. L-i. Tira. Aa3: Tira. Tira também m-g. R: ó o vermelho aqui. N-e. L: tem N-e? R: Não.</p>	
39:11	<p>P: tem neônio? R: É N - e não M-e. Pode riscar. Aa3: N-e não tem N também não. P: Tem nitrogênio? L: Não. O também não. Pode riscar. R: N-a. Aa2: n-a. Essa também D: Não tem Xe. Ah essa aqui tá certo.</p>	
	()	
40:17	<p>R: a 5 aí hein? Aa3: a 2. R: é a 2? Aa3: qual que é agora? Aa3: L-i. D: L-i aqui ó. Essa não bate. Aa3: Li pode riscar. Qual que é esse? Aa2: M-g</p>	
40:32		Discutem se tem ou não o m-g.
40:42	<p>Aa3: o n-e. Qual é? Cada vez um fala: não. Aa3: nitrogênio na? D: Não bate.</p>	.
		Continuam verificando quais os espectros dos elementos que

		coincidem com as linhas do espectro da estrela.
41:42	Aa3: agora bateu. Acabou..	
41:49	L: Professor chega aí. Precisa passar a limpo ou dá prá... P: eu acho que dá pra fazer um risco. Aa3: Passa a caneta então. R: passa a caneta assim, ó	Faz gesto.
42:15		O professor recolhe o material.
42:27	D: Se a gente tivesse feito certo, a gente teria terminado faz tempo.	
42:55	L: professor.	L entrega o trabalho pronto.
43:02	D: Posso ir embora agora?	
		Os alunos conversam.
43:25	P: pessoal vamos fazer o seguinte: eu vou o material, vou dar uma pequena explicação... nessa apostila tem 6 perguntas. Não vai dar tempo de fazer. R: <i>dia 20 nós faz.</i> Aa2: <i>cala a boca!</i> P: <i>eu vou fazer uma apresentação...</i>	
43:43	P: <i>Como não vai dar tempo, como não vai dar tempo</i> , eu vou fazer uma apresentação... e deixar duas perguntas pra vocês. <i>Se vocês prestarem atenção, vão tirar...</i> R: <i>nós fazemos.</i>	
44:02		R canta enquanto o professor distribui as apostilas.
44:15	R: calma professor. Tá nervoso? Jogando isso tudo de folhas?	
44:40	P: então vamos lá pessoal.	R canta baixinho e L também.
44:58	P: Em 1800 já se conhecia... as linhas espectrais. Esses espectrozinhos 1800 essas barrinhas, já se sabia que isso acontecia	
45:09	P: Em 1856 Hook dá um avanço, para a compreensão disso. Mas ainda não se sabia explicar porque aparecem essas linhas do espectro A física para isso só foi desenvolvida por volta aí de 1900, começo de 1900 então às vezes observa-se, observa-se as coisas, conhece-se o fenômeno, mas não se sabe uma explicação aí a ciência começa a trabalhar para chegar... A conseguir explicar tal fenômeno. Então nós temos na primeira página, os espectros, vocês têm, primeiro o espectro contínuo de um filamento, né? Uma lâmpada de filamento aquecido passa por um prisma, ou uma rede de difração, há formação do espectro. O	Alguns olham os desenhos na apostila, outros não.

	segundo um gás aquecido, quer dizer uma lâmpada a gás aquecido se sofrer aí uma difração numa rede de difração ou refração em um prisma você vai ter aí o espectro também deste gás e o terceiro espectro, o espectro de absorção, lança-se luz contra uma amostra de gás. A luz passa por este gás lá na frente faz a refração dele num prisma e vai ter um espectro também diferente. Maiores curiosidades consultem o site (1)...	(1) Mostra o endereço na lousa do site indicado.
46:47	L: com certeza. P: Infelizmente não teremos tempo para maiores relações. A6: ()	
46:58	P: Quando é que... vamos tentar fazer um relato simples. Quem deixa um pouco mais claro o surgimento das linhas... elas ficam mais claras com os trabalhos de Bohr... O que o Bohr propõe? Ele propõe o modelo atômico que nós tivemos os três principais modelos atômicos. Antes dele. Primeiro o de Thompson: ele pensava que o átomo era como um pudim de ameixas ele era todo uma massa com carga positiva e as ameixas seriam os elétrons, mas na época ainda não sabia havia como se fosse a ameixa de cargas negativas, proposta do Thompson. Depois o aluno dele, Rutherford assume o laboratório e acha que a idéia dele está errada sobre o átomo. E vai pesquisar, tentar encontrar/testar esse átomo. O que ele fez. Pegou o ouro laminou numa folha bem fininha ele pensou deve ter aqui quase um átomo um ao lado do outro.	
48:16	P: <i>De tão fina que estava a folha de ouro</i> R: <i>eu mereço</i> P: Ele lançou uma partícula chamada partícula alfa, partícula alfa tem dois prótons e dois nêutrons. uma partícula grande. O elétron é muito menor do que o próton e tem dois prótons e dois nêutrons ela é muito maior do que o elétron. Ele Jogou essa partícula contra... o ouro uma folha de ouro laminada. Isso aqui é como jogar um caminhão, o que que nós vamos colocar aqui?	Os alunos folheiam a apostila
48:50	P: Uma bola de futebol. A6: ignorante esse cara... P: Que que acontece vai... uma carreta contra uma bola de futebol. O que espera que	Brincam com o microfone, conversam durante a explicação.

	<p>acontece?</p> <p>A3: a bola de futebol vai bem alto.</p> <p>P: E o caminhão vai parar? O que acontece?</p> <p>A4: Se for o S. pára</p> <p>A6: Vai embora, passa direto.</p>	O professor desenha na lousa
49:13	<p>P: Ele sabia que a partícula alfa era muito maior que os elétrons aqui que estavam dentro do átomo então ele esperava que ela passasse direto, ou até que sofresse pequenos desvios.</p>	
49:29	<p><i>R: deixa ver o horário aqui 10h38min</i></p> <p>P: <i>Quando ele fez essa experiência as partículas alfa, algumas delas batiam e voltavam.</i> O grau chegava a meio contato isso aqui não pode ser uma bola de futebol, esse caminhão bateu no que? Pra bater e chegar a voltar?</p> <p>L: Uma montanha.</p> <p>P: Deve ser <i>uma montanha</i>, deve ser pelo menos outro caminhão.</p> <p>L: <i>o S.</i></p> <p>P: Ele Propõe então um novo átomo por causa dessa experiência. As partículas alfa estavam batendo em algo muito grande então ele propõe um átomo e as cargas positivas têm um núcleo, o núcleo é grande e todas as cargas positivas estão concentradas no núcleo e em volta, ficam girando as cargas negativas. Problema: cada elétron girando cada um dos elétrons girando vão emitir, vão irradiar, vão perder energia, ao perder essa energia... ela está em movimento.</p> <p>R: <i>para Ma...</i></p> <p>P: <i>ao perder energia deve cair e bater no núcleo...</i></p>	
50:47	<p>Pessoal, pessoal tem esse problema... Pessoal! Eu vou fazer só duas perguntas, mas eu espero que vocês consigam resolver. Tem seis aí no final.</p>	O professor desenha na lousa.
51:08	<p>P: O Bohr resolve o problema, ele propõe um novo átomo. As cargas positivas estão... no centro, são grandes e ao redor esta girando as cargas negativas. Só que ele propõe algumas coisas entre as coisas que ele propõe o elétron quando está girando, a carga negativa, ela não irradia energia... ela não emite energia ela fica aqui só girando.</p>	
51:35		Desenha na lousa.
51:40	<p>P: E existem poucas posições que esta carga pode ocupar então se você excitar a carga...</p>	L <i>conversa com Ma.</i>

	<p>A: o, gostei dessa palavra hein professor...</p> <p>P: gostou, né?</p> <p>A: opa, interessante...</p> <p>P: ela sobe,</p> <p>A: o:::::</p> <p>P: aí ela vai estar em um nível de energia maior. Bom, níveis maiores de energia não são fáceis de permanecer então aqui é menos estável do que aqui, aqui é mais estável aqui é um tanto estável não sobe, mas daqui a pouco ele lança aí essa energia emite um fóton, perde aí essa energia, pode ser na forma de luz e acaba...</p> <p>A: caindo.</p> <p>P: caindo depois de excitado ele perde energia e cai novamente.</p> <p>A: aí já era... morreu.</p>	
52:36	<p>P: Até aí a ciência pensava que o elétron poderia ocupar... Pessoal... qualquer posição ele poderia estar aqui, poderia estar aqui, girando aqui, <i>girando aqui, girando...</i></p> <p>R: <i>Você vê, é sexta feira e o cara consegue falar isso.</i></p>	
52:54	<p>P: O Bohr calcula e ele percebe que ou ele está aqui: nível de energia um, ou aqui, nível de energia dois, ou três ou quatro, ele nunca está aqui no meio, no um e meio então existem ordem nas posições proibidas. Isso é quando? Quando ele emite um fóton ele cai.</p>	Mostra na lousa
53:26	<p>P: O átomo de hidrogênio tem um próton e um elétron só que quando nós olhamos o espectro do átomo do hidrogênio ele tem cinco linhas, mas só tem um elétron. Por que aparecem cinco linhas se só tem um elétron?</p> <p>A: ()</p>	<p>Conversas paralelas durante a explicação.</p> <p>Aluna tenta responder, mas a resposta é indecifrável.</p>
53:58	<p>P: a única coisa que você pode utilizar para tentar elaborar sua resposta é que existem várias possibilidades de posição do elétron. Ele pode estar no nível um, no nível dois, no nível três, no nível quatro, mas o importante é que só tem um elétron. Quando você excita...</p> <p>A: ele sobe.</p> <p>A6: opa!</p> <p>P: Aí ele emite um fóton, emite a luz que vai marcar aqui o espectro, ele emite a luz e aí desce. Por que que aparecem cinco linhas no espectro?</p>	
54:48	<p>R: então e aí</p> <p>Aa2: faltam 15 minutos professor.</p>	R levanta e L fala pra ele sentar

	<p>P: Tem um elétron? Tem. (1) A pergunta já está valendo. Eu estou esperando vocês...</p> <p>A: ah:::</p> <p>P: eu estou observando e eu marco aqui no final, olha aqui ele sobe, o elétron. Excitou o elétron. Excitou o elétron ele vai subir. Depois ele sobe, ele vai estar numa posição não muito estável. Ele vai emitir... luz, uma onda eletromagnética, um fóton e quando ele desce. Quando ele desce, Aparece (2)... Ele pulou de um nível para o outro aparece (2) uma linha aqui.</p>	<p>(1) O professor olha o relógio. Explica usando desenho na lousa</p> <p>(2) Desenha uma linha do espectro</p>
55:40	<p>P: Um pequeno detalhe, mas Ele desceu aparece uma linha. Por que se só tem um elétron, em uma amostra de gás hidrogênio aparecem cinco linhas?</p> <p>P: Como é que é?</p> <p>A: () ele.</p>	
56:06	<p>P: Ele pode subir e descer mais de uma vez...</p>	O aluno fala em voz baixa.
56:12	<p>P: ele sobe e desce, sobe e desce Se ele subiu aqui pra s/ terceira e caiu pra segunda aparece essa linha, aí ele subiu de novo pra terceira, desceu pra segunda, continua a linha subiu pra terceira caiu na segunda... da terceira pra segunda é essa linha. E as outras?... Por que que aparecem cinco linhas?</p>	
56:36	<p>Aa2: por que ele reflete professor?</p> <p>A5 Porque tem cinco... em volta do núcleo?</p> <p>P: cinco o que?</p>	
56:46	<p>A: tem cinco círculos em volta do núcleo...</p> <p>P: cinco níveis de energia...</p> <p>A: Isso</p> <p>P: Tem até mais. Mas digamos que tenha cinco níveis de energia E aí?</p> <p>L: ele bate e volta.</p> <p>A: Aparece.</p>	Vários falam ao mesmo tempo.
57:07	<p>P: Só tem/só tem um elétron. Ele já falou que... por que que aparecem várias linhas? Ele falou por que ele é excitado varias vezes e emite luz e desce várias vezes Aí eu falei. Só se ele sobe, é excitado, sobe para o nível três, cai para o nível dois aparece essa linha. Aí de novo, ele é excitado, sobe para o três, desce para o dois, é a mesma linha.</p> <p>Aa1: mas se ele...</p> <p>P: Se ele sobe para o quatro e desce para o três ele emite uma outra onda eletromagnética... As linhas espectrais na verdade vão aparecer quando ele descer para o dois. Do quatro para o dois então vai</p>	

	<p>aparecer uma segunda linha. A: Você quer saber por quê... existe a linha? P: OK: P: por que as outras linhas? Por que aparecem as outras linhas? A2: boa pergunta. A1: porque ele sobe de nível mais de uma vez e desce. A2: Porque ele sobe de nível, e aparecem linhas P: Se Ele sobe para o três desce para o dois é essa linha.</p>	
58:26	<p>Aa1: Agora se ele subir pro quatro e descer pro três. P: Se ele subir para o quatro e descer para o três ele emite uma outra onda eletromagnética, mas nem dá nem pra ver no espectro visível, vamos descer para o dois Subir para o quatro e descer para o dois, tá aqui a segunda linha E a outra linha? Aa1: Subiu para o cinco P: Subiu para o cinco. Aa1: Desceu para o quatro P: desceu para o dois é outra linha. Aa1: Ah para o dois?</p>	L e R conversam
58:50	<p>A1: Sempre pro dois para aparecer essa linha? P: Para o dois vão aparecer as é... radiações visíveis. O que é luz do espectro, mas ele faz todas essas transições, Ele sobe para o 5e descer para o quatro, sobe para o cinco desce para o três, sobe para o cinco desce para o quatro, desce para o três Então tem todas estas transições aí ocorrendo. /numa amostra de gás, há milhões de átomos, R: <i>perdi a noção do tempo. Tô suando aqui...</i></p>	
59:24	<p>P: Por que aparecem linhas que são mais nítidas? Por exemplo, no espectro que nós observamos das lâmpadas, e outras que são... até no espectro que vocês olharam, algumas são muita nítidas, muito fortes e outras são bem fraquinhas, quase não dá nem pra ver. A: não sei P: oi? Aa1: () P: não é bem isso. R: <i>professor, responde aí.</i> L. () jornal, aquele tipo de cruzadinha que você vira de ponta cabeça e tem a resposta embaixo.</p>	L e R conversando R começa a cantar baixinho.

01:00:09	<p>P: Veja aqui O azul aqui é muito fraquinho Por que tem umas que a aparecem tão nitidamente e outras quase não aparecem. Aa1: ()? P: quando ele sobe () ele desce pelo mesmo caminho. Aa1: () P: Ele emite onda e não emite luz Aa1: () quando está subindo... () quando ele tá subindo ()</p>	
1:00:58	<p>P: E aí? R: eu não to conseguindo... eu não to com cabeça pra pensar. P: essa fala é importante. O que está acontecendo contigo hoje? R: Sei lá. Não to conseguindo raciocinar, é o calor professor. L: tá preocupado com o leite que tem que levar pras crianças em casa. R: to preocupado com o jantar, minha mulher vai chegar e vai me matar...</p>	
1:01:35	<p>P: Uma amostra, Pessoal vamos. Uma amostra de gás você tem milhões de átomos, milhões de elétrons. Subiu para o três desceu para o dois, apareceu essa linha. Um outro átomo subiu para o três desceu para o dois é a mesma linha, Um outro átomo subiu pa./ é a mesma linha A1: só que cores diferentes. P: agora Um outro átomo subiu... quantos quantos elétrons subiu para o quatro, para o três desceu para o dois? tantos milhões. E quantos subiu para o quatro desceu para o dois? Talvez uma quantidade bem menor A2 do grupo um: quanto mais se repete... P: quanto mais se repete, mais intenso. Aluna ar do g rupo1: professor? () P: oi? Não entendi!</p>	R volta a cantar rap no microfone.
1:03:00	<p>P: Olha se for possível... semana que vem tem aula... certo? Provavelmente Quinta e sexta nós temos conselho, mas durante a semana tem aula... PESSOAL EU VOU PEDIR PRA/Se for possível eu quero mais uma aula com vocês. Aa: ah não professor. os alunos devolvem a apostila levantam 23:28 Pessoal eu vou pedir pra vocês sentarem um minuto eu/ eu quero...</p>	A partir daqui usou-se a gravação em áudio

1:04:04	Fim da aula e da gravação de áudio.	

ANEXO I.1 – TRANSCRIÇÃO COMPLEMENTAR - AULA 2 TURMA B

Transcrição da filmagem realizada com foco no grupo 1. O foco esteve mais no que os alunos faziam do que no geral do grupo.

tempo	Verbal	Ações/gestos/observações
04:00	Aa1: que data é hoje?	
		Aa1 anota em uma folha.
05:05	P: o que vocês receberam são os espectros dos elementos. Agora eu vou entregar os das estrelas que vocês têm que verificar. Aa1: () A1: 46. A3: 41.	A aluna Aa1 começa a anotar os números dos colegas de grupo. Um tira foto do outro.
05:18	P: estrela 7, 8, 4. Pessoal espera um minuto que eu vou entregar uma folha... caiu uma.	A1 se abaixa para pegar. Aa1, um A4 conversa com D do grupo 2, A5 segura uma estrela.
05:35		A1 e A2, A3 pegam as estrelas e começam a comparar.
05:40	Aa1: eu não to achando nada.	
06:12	Aa1: a minha aqui encontrou.	
06:40	Aa1: o, estrela 9... é pra escrever aqui professor?	Professor traz a folha de sulfite.
06:55	A2: Empresta aí. A4: Eu vou olhar aqui também.	
07:01	A4: Vamo trocar, vamo trocar. A1: Pera aí, tá acelerado!	Aa1, A3, A4 estão comparando os espectros. A1 e A5 olham.
07:21	P: e aí?	O professor se aproxima.
07:37	P: E aí? Algum já bateu aí? Aa1: já. Aa1: estrela 9 aqui ó. P: tem que comparar todos os elementos. Aa1: aí gente, cadê? A2: é esse mesmo.	
07:51	P: olha uma de cada vez. Aa1: essa aqui ó tá certo. P: Ah não sei, ele tirou. Aa1: a não ó aqui ó. P: cadê? Não to vendo nada. P: cadê mostra aqui.	O professor contorna o grupo para ver o que amenina está falando.
08:38	P: cadê mostra aqui... coincide ou não? A2: essa aqui, por exemplo, não bate. P: essa aqui que você tá falando, tem linhas a mais que a estrela 9. Todas essas linhas do N estão na 9. Quer dizer que na 9 tem nitrogênio. Quer dizer, aqui tem mais linhas. Esse aqui é um outro elemento. Você vai ter	A aluna vira a folha para o professor.

	que olhar um por um pra descobrir qual é o outro. Aa1: aí escreve na estrela 9 tem.... P: Tem nitrogênio, agora que mais tem lá? Aa1: entendi.	
09:17		Continuam olhando e comparando.
10:03	Aa1: tem que ().	Aa1 explica o que fazer para A5.
10:14	A2: Professor faz favor. A1: olha aqui. Essa aqui é essa aqui ó.	
10:40	Aa1: tem que por aqui ó. Põe o nome da estrela e a letra.	
10:59	A1: acho que bateu hein. Aa1: tem que marcar, não tira não. A1: marcar o que? Aa1: no papel. Põe estrela tal... tem...	
11:39	Aa1: empresta aí agora. Agora você vai procurando o que ela tem mais.	A3: troca de estrela.
11:56		Aa1 e A2 param para ver uma foto no celular de A5.
12:22	A4: olha aqui professor, bateu. P: oi. Mostra aí pra mim.	
12:31	Aa1: qual que é a estrela? P: tem helio? Tem helio aí? Aa1: é você vai vendo, o que bateu você fala a letra pra mim. P: Tem tá sobrando aonde na estrela ou no elemento? A4: na estrela. P: quer dizer que na estrela/por que é que tá sobrando? Na estrela tem mais do que hélio. Além do hélio tem outra coisa. Agora você tem que passar por todos os outros descobrir o que é essa outra coisa que tem aí. E aí bateu? Aa1: () P: e tem sódio? A1: não.	
13:29	A4: que n° é ... n° 2 ... e letra H. Aa1: oito, Na? A3: bateu com a de cima, com a debaixo, não. ... oito é O A4: empresta outra estrela aí. A3: presta atenção, presta atenção... A1 e agora o que que eu faço? Esse aqui já não é. Deixa aqui? Aa1: não agora você vai procurar, aonde bate nas outras. A1: com essa mesma?	
		A3 trabalha na mesma folha que

		A2. A5 observa o trabalho dos outros. Os demais, cada um com uma folha de espectros e uma estrela, continuam as comparações.
14:41	A4: Aqui não bate com nenhuma cara. A1: olha aqui Rafael essas duas aqui bate, essa aqui e essa aqui, ó.	
15:03	A2: Olha aqui, A3, () Aa1: bate com que? ()	
		Comentam entre si sobre quais espectros dos elementos estão ou não coincidindo com o da estrela.
16:10	A2: é tudo igual. Aa1: não é não. Igual? A2: é lógico. A3: não é não é diferente... A2: é diferente lá na terra da sua... Aa1: ihh é di-fe-ren-te.	
		Sem som entre 16:26 e 16:49
17:02	() A2: isso é N-a. ()	
17:14	Aa1: já marquei. A2: Aa1, a número 1 é C. A2: gente eu acabei de lembrar de uma coisa, eu nunca mais vou ver vocês. Já vi todos esses. Eu nunca mais vou ver vocês. A3: tem essa amarela aqui ó. ()	
17:53	A5: ih anota aí. Aa1: tem que fazer a 6. A1: aí, tá tudo sob controle, hein? A3: ih aqui ó isso aqui pegou. Pegou? () A4: a número 5 aí ó. A3: tá vendo seu gordinho. ()	
18:38	A5: ih essa aqui tá difícil. A1: olha lá A2. A2: Valeu, valeu. ()	
18:53	A5: ih essa aqui também pegou. A1: esse aqui é muito mais aberto. A5: tem que bater todas aqui? Aa1: é... ().	

19:54	Aa1: a estrela 9 já foi. A2: 5 C. Aa1 marca aí, 5 C. A1: essa aqui vai? A3: Esse negócio tá me deixando tonto.	
20:19	A3: aqui professor... A2: a outra eu já achei.	
20:47	() A2: o que está errado.	
21:35	Aa1: a estrela 10 já foi. Quem tiver com a 10 fazendo. Aa1: Já vi todas, tá feito. A1: aqui o essa aqui o. Ó... Aa1: N-a. A1,l tá aqui ó. Já fiz a 10 tudo. A1: essa aqui é a 9 Aa1: Gente!... e a 10 tá aqui. ()	
22:12	Aa1: Não pera aí.	
22:26	Aa1: gente, tem que fazer a 9 de novo. A1: to cansado. A3: é mais embaçado. A1: me deu suor mano. A3: bateu. Aa1: olha Rafael. Deixa acabar essa.	
23:45	A3: não bate aqui então não é possível.	
24:21	P: Pessoal, estamos terminando? Vamos para a segunda atividade? D: não professor pera aí, estamos acabando é uma aula dá um tempo.	
24:30	A3: falta quantos Aa1? ()	
24:34	Aa1: é 9 ué. A3: você já fez quanto? Aa1: a 10. A1: a 8. Aa1: e a 7. A1: e a 8? A1: todos? Aa1: não tem que rever todos. () A2: cadê a 8? A1: dá a 8 aí. Aa1: dá a 8 pra ele. A3: E agora: nem todos batem, entendeu?()	
24:59	P: tem tudo isso? Aa1: tem. P: tem? Aa1: tem. A3: professor vai ter que ver todos? A1: aqui ó já achei um 8 Li.	P chega no grupo.

	<p>Aa1: Li?</p> <p>A1: Li, mas nem todos batem. Nem todos batem. Nem todos</p> <p>P: não, não.</p>	
25:20	<p>Tem nitrogênio?pera aí, pera aí tem nitrogênio? Não.</p> <p>()</p>	
25:41	<p>P: olha aí o que não tem é na estrela. Olha essas linhas do verde. Não tem nitrogênio nesta estrela.</p> <p>Aa1: não, mas aqui bate professor?</p> <p>P: não, mas bate como? Isso é como um rg, tem que bater quase/praticamente todos.</p> <p>()</p> <p>P: nã::o.</p> <p>A3: Aa1, 8</p> <p>()</p> <p>Aa1: tem que bater todos da de cima na debaixo.</p> <p>P: isso.</p> <p>Aa1: ah::</p> <p>P: o que tem em cima tem que ter embaixo.</p> <p>Aa1: agora entendi.</p> <p>P: agora tem que ser um pouco mais rápido.</p>	
26:30	<p>A1: então pêra aí tem que bater tudo.</p> <p>()</p> <p>Aa1: tudo o que tem em cima tem que bater aqui.</p> <p>P: o que tem no elemento tem que ter na estrela</p> <p>A1: viu? Tá vendo? Eu tava vendo certo.</p> <p>P: então agora vamo adiantando aí. Que a gente tem que fazer a outra atividade,</p> <p>()</p> <p>A1: então aquela que eu te falei, a 9, C, não tá errado, não.</p>	
27:02	<p>A4: mi, 8, Ne. Ne.</p> <p>Aa1: tudo que tem no papel tem que ter no plástico.</p> <p>A4: tudo? () ... tudo ou alguns?</p> <p>A1: ah. Achei você rapazinho.</p> <p>()</p>	
27:24	<p>A1: coloca 9 H aí.</p> <p>A3: ó, o A4 tá fazendo tudo errado. Se ele prejudicar o grupo ele vai ver.</p> <p>A4: chama o professor pra ver se tá errado</p> <p>A3: chama aí, chama aí.</p> <p>A4: tudo que tem em cima aí tem embaixo.</p>	
27:45	<p>P: Deixa eu ver tem essa, tem essa, tem essa, 9 tem h.</p>	

27:58	<p>A5: como é que é a brincadeira? Como é que é a brincadeira? A3: não não entendi, pera aí. A2: tá certo, mano. () A3: Esse negócio de ter tudo em cima embaixo. A4: oh, você fica de boa aí. A2: Eu gostei dessa brincadeira aqui. A2: aqui ó . ()</p>	
29:05	<p>A2: professor... não, mas espera aí. Sabe o nome disso aqui?... Sabe o nome disso aqui? Aa1: gente ó a estrela 7 já acabou.</p>	
30:02	<p>Aa1: L-i. A2: Sabe o nome disso aqui? () A1: a 4 não é H. A2: Sabe o nome disso aqui? () Aa1: gente vai fazer a lição, por favor?</p>	
		Os alunos conversam enquanto refazem a comparação.
31:01	<p>A4: graças a Deus. A1: tá na hora o barato, meu. A5: A4 menos, bem menos por favor ()</p>	Toca o sinal.
31:39	<p>P: pessoal! Pessoal! Eu falei no começo. As estrelas devem ter aí 4 ou 5 elementos. Não tem 10 elementos, não. Tem não tem. Não está correto.</p>	
32:11	<p>A4: aqui professor. P: tá certinho: todas as linhas do hélio estão na estrela. A5: me fala uma coisa onde é que está a estrela aí que eu não estou vendo.</p>	Risos.
32:23	<p>A2: coloca aí h-e. A5: me mostra a estrela aí que eu não vi ainda. A2: colocou H-e? Aa1: a 10 tá feita.</p>	
32:40	<p>A2: professor pode () ter mais de uma? P: tem umas 4. () A3: Quem quer bala? Aa1: eu.</p>	
33:08	<p>P: vamos fazer uma aqui. Não tem esse, Não tem esse, esse, Não tem não, não coincide, tem? Tem coincide com todos. Tem? Tem</p>	

	<p>hidrogênio? Tem, coincide o vermelho aqui. A4: Aa1, coloca h aí ó.tem h aqui na 4. P: tem? A4: Não. P: não precisa nem olhar, né esse tem milhões de linhas.</p>	
34:14	<p>P: Você trabalha com isso? A2: Trabalho P: Você trabalha com algo parecido com isso? A2: parecido com isso a gente chama de fotolito tem a logomarca, a gente () a gente olha aqui embaixo e não pode ter () não pode ter nenhum errinho.</p>	
34:47	<p>P: certo, você tem que olhar agora a outra folha. ()</p>	
35:00	<p>Aa1: já fez tudo isso? A4?</p>	
35:14	<p>P: tem que olhar a outra folha agora Aa1: certo P: Cadê a estrela 4. ()</p>	
35:33	<p>Aa1: qual que e esse deixa eu ver. Gente cadê a estrela 8? ()</p>	
35:41	<p>A1: 4 é L-i o Aa1, 4. Aa1: L-i? A1: L-i. P: e aí magnésio? Não. Tem neônio? Não.Tem nitrogênio? Não tem oxigênio? A4: pera aí, calma! P: tem sódio? Não tem xenônio? A4: xenon. P: o gás é xenônio. o nome que se dá aí pra lâmpada é xenon mas o gás é / oi?</p>	
36:35	<p>P: é isso aí.() Aa1: agora tá certo né? A4: quem tá fazendo agora? Quem tá fazendo? P: que é que tem? Aa1: tem essa folha aqui, o A1: cadê 9 dá a 9 P: o que que ela tem? Tá aqui ó. A1, dá a estrela nove... você tá fazendo a estrela 9? P: ó que você tá vendo? A1: é que eu já olhei. P:O que você tá olhando tem ou não? A1: não. P: oxigênio, tem ou não? Tem ou não?</p>	

	A1: não. P: porque não? ()	
37:05	A2: me dá outro número, agora.	
37:13	P: o vermelho, laranja, esse amarelo, o verde, o azul, na 8 todas as linhas do oxigênio estão... na estrela tem mais coisa, essa aqui é outra coisa, que não é oxigênio. Aí você tem que sair procurando o que é a outra coisa. A2: olha aqui, olha aqui. A3: já olhei todos praticamente. A3: A4 você que trabalha com essa coisa dá uma força pro A2 aí. A2: Tá embaçado. ()	O professor vai mostrando a coincidência das linhas.
38:23	A2: que estrela que você tem aí? ()	Aa1 passa a limpo o trabalho.
38:33	A3: pode marcar 8, L-i. Aa1: L-i? A3: isso. ()	
39:01	Aa1: terminou falta só a 8. A1: com quem tá a 8? A com o A4. ()	
40:12	A1: Aa1, 8, x-e. ()	
		Brincam com o microfone.
40:42	P: o que aconteceu aí? Terminaram? Vários: terminamos. A2: acho que a 8 inda está faltando.	
41:03	Aa5: professor tem estrela que só tem 3 elementos? Tem né?	Aluna do grupo 3 fala com o prof perto do grupo 1.
41:14	Aa1: pronto professor.	Entrega o trabalho e o material.
		Os alunos do grupo 1 conversam.
42:35		A1 pega o espectroscópio na mochila, Aa1 pede pra ver e passa para A4 que olha a lâmpada da sala, A1 também olha. Os outros conversam.
43:40		O professor entrega os textos. Os alunos conversam e brincam.
44:15	P: então vamos lá pessoal. Aa1: gente presta atenção.	
44:58		O professor começa a explicação

		do modelo de Bohr.
57:07	<p>P: só tem/só tem um elétron. Ele já falou que... por que que aparecem várias linhas? Ele falou porque ele é excitado varias vezes e emite luz e desce várias vezes Aí eu falei. Só se ele sobe... é excitado, sobe para o nível três, cai para o nível dois, aparece essa linha. Aí de novo, ele é excitado, sobe para o três, desce para o dois, é a mesma linha.</p> <p>Aa1: mas se ele sobe para o 4? E desce para o três é outra linha?</p> <p>P: se ele sobe para o quatro e desce para o três ele emite uma outra onda eletromagnética... As linhas espectrais na verdade vão aparecer quando ele descer para o dois. Do 4 para o 2 então vai aparecer uma segunda linha.</p> <p>A: você quer saber por quê... existe a linha?</p> <p>P: OK. Por que as outras linhas? Por que aparecem as outras linhas?</p> <p>A2: boa pergunta.</p> <p>A1: porque ele sobe de nível mais de uma vez e desce.</p> <p>A2: porque ele sobe de nível, e aparecem linhas.</p> <p>P: se ele sobe para o 3 desce para o 2 é essa linha.</p>	
58:26	<p>Aa1: agora se ele subir pro quatro e descer pro 3.</p> <p>P: se ele subir para o quatro e descer para o três ele emite uma outra onda eletromagnética, mas nem dá nem pra ver no espectro visível, vamos descer para o 2. Subir para o 4 e descer para o 2, tá aqui a segunda linha. E a outra linha?</p> <p>Aa1: subiu para o 5 e caiu para o quatro.</p> <p>P: subiu para o 5.</p> <p>Aa1: desceu para o quatro.</p> <p>A2: desceu para o 2.</p> <p>P: desceu para o 2, é outra linha.</p> <p>Aa1: ah para o 2?</p>	
		Continua conforme a outra transcrição.
01:00:09	<p>P: veja aqui. O azul aqui é muito fraquinho Por que tem umas que a aparecem tão nitidamente e outras quase não aparecem.</p> <p>Aa1: ()</p> <p>P: quando ele sobe () ele desce pelo mesmo caminho.</p> <p>Aa1: só que nessa subida ele passa tipo pelas</p>	

	ondas () P: ele emite onda e não emite luz Aa1: () quando está subindo ele emite fraca ou não? P: não A: o senhor falou que ia ser fácil...	
		Fim da gravação.

ANEXO J - TRANSCRIÇÃO COMPLETA - AULA 2 TURMA C

tempo	verbal	Ações/gestos/observações
1:51	P: pessoal, ó,... ó, pessoal é o seguinte, a aula hoje nós temos duas coisas básicas para fazer. Uma delas é fazer aquela do astrônomo mirim, que é o seguinte:	
2:12	P: isso daqui, ó, é o espectro... de uma estrela. Então, a luz que uma estrela está emitindo, olhando pelo espectroscópio, ela tem esse espectro aqui, que é característico dela, e através aqui da análise desse espectro dá pra saber que elementos químicos que tem lá naquela estrela. É isso que vocês vão fazer.	Mostra uma transparência do espectro de uma estrela.
2:39	P:Cada aluno, presta atenção, isso vai valer nota pra mim... Cada aluno vai ter que fazer três estrelas. Têm várias aqui. Não sei se vai dar pra distribuir, por exemplo, já uma para cada um, mas cada aluno vai ter que fazer 3, necessariamente. São várias, tá vendo esta daqui é a estrela nº 6. Então, terminou de analisar a estrela nº 6 passa esse papelzinho para outra pessoa, porque cada um tem que analisar três estrelas. Tá, a Ga vai ficar com a 1, a estrela 1, 2 e 3, e a... Bel com a 9, 5, 7, mas cada aluno tem que analisar 3 então, é isso aí. Vocês vão receber um padrão, o espectro padrão de alguns elementos químicos que eu vou pegar. Ó...	A professora busca a folha dos elementos para mostrar.
03:40	P: A folha padrão, eu também não tenho uma cópia para cada aluno. Então vocês vão sentar mais ou menos em dupla ou em trio, <i>vocês vão se ordenando</i> . L: eu você e a () Então o que vocês vão fazer: essa aqui é a estrela, vocês têm que casar direitinho, pontinha com pontinha, aqui, por exemplo, com o elemento hélio, bem certinho, tá? Esse daqui eu to pegando o hélio. Está vendo aqui o espectro do hélio? Essa linha, essa linha e essa daqui? Vocês têm que procurar no espectro da estrela se tem exatamente essas linhas. Se tiver é porque o elemento Helio está presente aqui no espectro dessa estrela... então, cada estrela tem pelo menos três elementos que vocês vão ter descobrir quais são, deu pra entender o que é que vocês tem que fazer? Pra afirmar que tem o elemento Helio, tem que ter essas três se não, não tem. Se tiver faltando uma linha não tem o	Mostra para a classe.

	elemento... certo? E cada aluno tem que fazer três estrelas. Pode ser variado.	
05:04	Aa2: é individual? P: é individual, cada um produz o seu. Vocês podem até sentarem juntos, mas a Ia vai pegar a estrela 2 e a Ca a estrela 5. Vocês estão com uma folhinha padrão, vão trocando, terminou vocês podem trocar as estrelas, tá? Vocês vão ter um tempinho pra fazer isso, depois nós vamos () o modelo de Bohr. Não é o dia inteiro hoje pra fazer isso aqui não...	
5:36 5:38	P: Vamos lá xaxá. Aa3: vamos lá professora. Aa4: tem que ir né Ka...	
5:57	P: Bom eu vou tá entregando aqui as folhas padrões dos elementos, tá?	
6:01		A professora começa a entregar as folhas.
06:08	P: tá vendo, elemento () Esses são os padrões.	Mostra para A1.
		Alunos recebem e olham as folhas.
06:45	P: calma eu estou () pela sala.	
07:03	P: alguém está com 3 folhas, aí? Porque tem uma folhinha só.	Entrega a folha para um aluno faz um comentário inaudível. Enquanto isso os alunos conversam.
07:27	P: não esqueçam de numerar a estrela. Toda estrela aqui ela tem um numerinho, que eu vou ter as respostas, certo? Que eu vou conferir. Vamos supor a Ia lá chega e fala lá que a estrela número 6 tem hidrogênio, hélio e ferro. Eu vou/eu tenho as respostas do que cada estrela compõe, eu vou conferir. Então vocês têm que me dizer qual estrela que é, senão não vai dar, tá?	Fora do campo da câmera.
08:00	P: é individual, hein, gente. Aa2: e quem não ganhou folha? P: vocês vão se trocando entre si aí. Aa3: pega essa.	Começa a entregar as transparências dos espectros das estrelas.
08:11	Pó: alumínio,... C-a é... é cálcio? C-a é cálcio? C-A É CÁLCIO?	A professora acena que sim com a cabeça.
8:30	P: você tem que () que elementos químicos tem no espectro dessa estrela. Você vai olhar o espectro dela e você vai conferir o padrão com o ferro se tiver todas as linhas você pode afirmar que lá tem ferro.	
8:52	Aa2: mas quem não ganhou papel?	

	<p>L: <i>professora dá uma ajuda aqui!</i> P: não vai olhar os dois papeis ao mesmo tempo. Vocês vão se trocando, entendeu? Um olha empresta pro outro ir olhando. Aa3: mas neste caso, todo mundo tem que fazer... P: todo mundo tem que fazer. Aa3: todos. P: todos. Aa: mas todos tem que fazer todos os... () P: três, só três. Três papezinhos deste aqui... Você vai me entregar três, <i>mas olha quantos elementos... você vai ter que encontrar pelo menos três elementos</i> químicos em cada estrela. A1: <i>olha, essa daqui bateu.</i> A2: eu achei!</p>	L fala com a Ca sobre o padrão.
9:41	P: você vai ter que olhar pra essa estrela aqui e falar: nela tem o hélio, tem o ferro e tem o cálcio. Pronto. Cabo. Muda de estrela.	
9:49	A1: já achei um. Marca na folha aí ó.	
10:05 10:40	<p>L: não tem cálcio,...Não tem carbono. Olha aqui só não tem o hélio. Isso aqui é uma linha ou um erro de impressão. Pesquisadora: é uma linha. L: porque bate todas as outras linhas, menos essa. Bate certinho, olha... isso daqui é falha de impressão, não é?</p>	A pesquisadora esclarece.
11:06	Aa1: professora, tem que ter todos?	P. atende um grupo.
11:24	L: pega uma folha de papel e escreve.	
11:48	<p>Aa1: professora. L: escreve estrela 2.</p>	
12:01	<p>Aa1: professora não tem nenhuma. L: alumínio... Não tem lítio... não tem magnésio.</p>	
12:19	<p>Aa: professora. L: o, obrigado. Aa: professora, vem cá por favor.</p>	
12:24	A2: alumínio.	
12:36	L: só alumínio, até agora... Não tem neônio... Não tem nitrogênio. Eu/ que que tem nessa estrela?	
12:57 13:11	<p>A: professora. L: aqui só tem alumínio Pesquisadora: troca de folha... Aa: professora. Aa2: professora. L: ele nem achou ainda...</p>	Professora pára em um grupo.
13:24	Aa: professora!	
13:31	Aa2: professora não achei nenhum.	Olha para a pesquisadora e vai ao

13:48	Aa: () P: então marca. () P: tem... todas as estrelas têm pelo menos 3. Pesquisadora: tem estrela que tem até 5.	grupo da aluna que chamou.
		Alunos fazendo a atividade.
14:17	Aa3: professora vem cá, por favor.	
14:28	L: não falei que tinha hidrogênio e cálcio, né? Aa1: você já achou hidrogênio e cálcio? L: na 3, escreve aí: 3, hidrogênio, cálcio e alumínio. Aa1: tem que escrever.	
14:55	A1: professora.	Aos alunos estão trabalhando e a professora atende os grupos / duplas.
15:18	Aa1: tem que ter todas as linhas? P: é só... em cima. Se tiver todas () Aa2: como assim?	
15:39	P: () tem aqui embaixo? Aa1: tem. P: então essa estrela tem alumínio.	Aa1 abre o fichário e pega folha. Enquanto isso L continua comparando.
15:43	A1: professora vem aqui.	
15:57	L: tem alumínio, cálcio e hidrogênio.	L compara.
16:11	Aa2: professora vem cá, por favor. A1: professora, por favor.	
16:23	Aa2: eu chamei primeiro... professora ó, professora vem cá. A1: ô professora!	
17:00	L: tem que ter hélio aqui, ó. Toda estrela tem hélio.	L pega a transparência e observa sem o padrão.
17:11	L: olha ali. Olha contra a luz... Tá vendo a linha aqui?... então nós temos hélio.	Coloca novamente a estrela sobre o padrão.
17:25	Aa2: quantas estrelas a gente precisa? Aa1: três estrelas. P: três. Cada aluno tem que analisar três estrelas e encontrar pelo menos três elementos.	
		Continuam fazendo.
18:26	Aa: professora vem cá, por favor.	
18:37	L: professora essa daqui tem helio? Porque se não tiver helio, ó lá. Olha isso. A1: professora pode trocar, não pode? P: pode.	Mostra contra a luz.
18:55	L: aí, ó, alguém quer pegar a 2?	
19:01	Aa2: professora () P: três estrelas para cada aluno.	
		Os alunos estão fazendo a atividade.

19:14	Aa1: He é Helio?	
19:17	L: ó, desculpa, lá. Só duas: uma de alumínio e outra ()	
19:35	L: essa não tem alumínio. A1: <i>essa daqui não tem nada.</i>	
19:43	L: não possui cálcio. A1: <i>essa também não possui cálcio.</i> P: <i>cada estrela tem mais que o elemento.</i>	Professora atende aluna no fundo da sala.
19:52	Aa3: essa possui, né ó. Aa2: gente, me empresta uma estrela... Quem quer trocar de estrela?	
19:57	L: possui carbono. A1: essa também possui carbono.	
20:02	Aa: tá na minha mão.	
20:06	Aa professora, A-1 é o que? Alumínio?	
20:17	L: tem ferro.	
20:25	Aa: ó, alguém troca de estrela comigo?	
20:31	L: tem hidrogênio. A1: põe lá tem hidrogênio.	
20:41	L: tem estrela de 4, também? Pesquisadora: tem. Aa: ó, alguém troca de estrela comigo?	
21:06		L troca a folha de espectros dos elementos com A2.
21:17	Aa: alumínio, carbono e hidrogênio. L: não tem hidrogênio. P: ó o oxigênio tem essa linha. Aa: quem quer trocar de estrela comigo.	
21:23	L: não tem magnésio.	
21:27	A1: professora. Aa1: professora.	
21:33	L: n-e é neônio, né professora? Pesq: N-e é neônio.	
21:42	L: acho que achei a de 5, hein?	
21:47	L: não tem nitrogênio.	
21:50	L: sódio.	
22:11	A2: tem de 4 professora?	
22:56	L: x-e, xenônio. L: X- e e xeônio ou xenônio? Pesquisadora: Xenônio. L: xenônio? Pesquisadora: xenônio. A2: cada estrela. Pesquisadora: aquele que hoje faz farol de carro. Carro importado que tem aquele farol de luz azul é xenônio.	Para A2.
		Os alunos continuam fazendo.
24:07	Aa1: todo mundo achou a estrela 8? Aa2: tá comigo, hein?	

	Aa3: tem uma comigo aqui, estrela 8? Aa1: vocês acharam a estrela 8?	
24:22	Aa4: quem quer a estrela 6?	
24:46	A1: carbono. A2: C é carbono. Aa: () já achou né?	
25:00	L: hidrogênio.	A professora puxa uma cadeira até o fundo da classe e senta com um grupo com o qual não tinha falado ainda.
25:12	L: tem uma estrela aí? Quem quer a um?	
26:30	L: empresta um pouquinho. () L: não, não a estrela.	Aa dá a caneta para L.
26:38	L: alguém quer trocar a 3? Aa5: eu, eu. Ah. Eu tenho que trocar. Aa2: alguém empresta uma folha? Aa5: alguém pode trocar uma.	
26:49	L: pera aí, vo lá. A2: to na 8. L: é nós. A2: essa é a 3.	L levanta. L senta de novo.
27:02		Começa a fazer novamente.
27:25	L, A1 e A2: carbono.	
27:34		Prof sai do grupo em que estava sentada.
27:40	A2: a professora ainda tá.	
27:41	L: hélio. Aa2: alguém me empresta uma folha? P: ó, vão trocando as estrelas aí.	
27:51	P: então passa os padrões.	
27:54	Aa2: gente, alguém troca de estrela: estrela 5, estrela 4, estrela 2, estrela 1. Aqui só chegou a estrela 3!	
28/:22	Aa2: professora vai até qual estrela?	Aluna troca com colega o espectro da estrela.
28:32	P: quem está precisando de estrela?	
28:38	Aa5: ó quem quer a 8?	A profa leva de quem ofereceu a 8 para outra aluna.
28:48	L: ó quem tem a 4?	
28:58	Aa6: estrela 7?	
29:04	Aa6: a 7 todo mundo aqui já fez?	
29:22	Aa3: é só três estrelas. Aa6: eu pensei que era todas.	
29:29	Aa6: eu não preciso mais de estrela nenhuma...	
29:37	Aa4: quem quer a 11?	
29:42	A1: quem quer a três?	

29:46	A1: qual que é a sua?	
30:00	Aa6: professora. Professora, já achei três estrelas.	
30:11	Aa2: professora dá um trabalhão para a senhora... P: <i>fazer a()</i> . Aa6: <i>depois o que tem que fazer</i> .	A profa conversa com aluna até 30:53
30:19	Professora tem estrela sobrando.	
30:36	Aa: alguém troca de estrela?	
30:44	Aa: 3, 4, 5, 2 e 9.	
30:57	A2: carbono. L: carbono.	
31:18	Aa6: professora depois que fez isso faz o que mais?	
31:20	Aa6: só isso? Terminei. Aa5: também.	
31:27	Aa: a 3 a 8 e a 7.	
	Aa: a 9 a 2 e a 8.	
31:36	Aa7: entrega para a professora? () terminamos.	Aluna pergunta para a pesquisadora, acenando com 2 espectros de estrelas para devolver.
31:41	Aa7: pro... Aa6: professora quem terminou pode fazer mais? Aa5: pode entregar? L: alguém quer a 7? Aa6: isso é manero. É legal. P: isso é legal? Aa7: gostei. A6: professora, uma estrela pode ter mais de 3 elementos: P: pode. Tem que achar pelo menos 3.	Acena agora para a professora.
32:07	L: professora é pra entregar a folha?	
32:13	Aa2: alguém tem tesoura? Empresta uma tesoura?	
32:32	A1: quem quer a 1? Aa7: qual é essa aí?	
32:41	Aa7: to vendendo estrela; 1 real, 2 reais, 3 ,4... já tem a 6 reais...	
33:02	P: quem precisa de folha padrão?	
33:09	Aa7: ó professora se a senhora não pegar eu vou começar a vender... mais barato. A1: dá uma aí professora.	
33:13	Aa7: ó pro, terminei. P: pera aí, calma.	
33: 42	L: onde está o microfone? A2: tem microfone na sala?... onde está o gravador?	A7 se levanta com os padrões de espectro na mão.

	Aa7: vai saber!	
34:05		Aa8 se levanta com os padrões de espectro e recolhe outros dos colegas para entregar para a profa. Até 35:00 quando vai entregar L.
34:45	A1: professora, professora?	AA1 passa para o colega conferir e chama.
34:59		A1 se levanta e vai até a profa que está recolhendo material.
35:20		A1 volta com a folha de padrões.
		Boa parte da turma terminou, A1 e o colega fazem sem se importar com os que estão conversando. Nota-se este comportamento em outros alunos mais distantes da câmara.
36:43	P: todo mundo acabou? Alguns alunos: não.	
37:27		Alunos em pé, outro espreguiça. E A1 e o colega fazendo...
38:56	A1: só três estrelas.	Para o colega.
39:28		A professora entrega os textos.
39:35	A1: professora me apegue a estrela 5.	
39:49	A2: qual você já fechou?	Não dá pra entender a resposta. Aluno ao fundo ainda está fazendo.
40:39	P: pessoal quem não () ainda? A () quem mais?	
41:41	A1: professora.	A1 entrega a folha com as respostas para a professora, que tira dúvidas dos alunos que ainda estão fazendo.
42:02	A1 : ô professora.	A1 pega o material que usou, junta e devolve.
42:30		A1 se levanta com a folha de respostas que rasgou do caderno na mão.
42:40		Vários alunos em pé, entregando material. Conversando.
42:57	Aa7: gente, quem falta apresentar o trabalho de ecologia?	
43:20	Aa7: três grupos pra segunda.	
43:41	P: quem ainda está vendo as estrelas?	
44:26		Os últimos entregam o trabalho.
44:45	P: ó pessoal... Vamos lá... à segunda parte.	Um aluno entrega trabalho e material.
45:17	P: pessoal, shhh ó . Vamos continuar... todo mundo já	

	recebeu o texto de hoje eu só queria dar uma recapitulada aí, e gostaria que vocês fossem seguindo comigo. Ó...	
45:37	P: vamos só retomar o que a gente fez até agora: a luz é uma onda eletromagnética, e cada frequência corresponde a uma cor. Conforme o material e a cor que está iluminando vemos o objeto com uma cor diferente, pois ele reflete alguns comprimentos de onda e absorve outros.	Começa a ler uma síntese.
46:05	P: vimos que a luz branca é o conjunto das cores, isso não tem no texto, tá é uma recapitulação. Eu quero que vocês vão acompanhando que esse texto aqui é o gancho, é a continuação.	
46:21	P: vimos que a luz branca é o conjunto das cores do arco íris e que podemos ter espectros contínuos e discretos, dependendo do gás ou do tipo de lâmpada que estamos utilizando. Recapitulando aquela parte de lâmpadas, que vocês viram cada lâmpada tinha um espectro diferente: para umas era contínuo, pra outras era discreto. Depois vimos que a espectroscopia permitiu um jeito de identificar o elemento químico através do seu espectro. É o que vocês fizeram agora: vocês identificaram quais elementos químicos que tem naquela estrela observando o padrão do espectro para cada elemento químico e se esse padrão tinha nas estrelas que vocês estavam observando. Hoje vamos ver e explicação que corresponde à pergunta que tinha ficado no ar nas outras aulas.: por que aquele material emite só aquela linhas? Ou por que aquele material é vermelho? O casaco, lembra? Bom alguém se arriscaria a dizer?	
47:45	Com o que vocês sabem até agora L: lógico que o D se arriscaria. P: olha o que você vai falar .	Risos.
47:57	P: pensa. L: o D sabe. P: ó alguém se arrisca L: ele disse que se arrisca P: então arrisca... voltando àquela historia do casaco, alguém se arrisca a dizer por que o casaco vermelho só reflete o vermelho e absorve as outras cores? A1: levanta a mão P: vai, vai.	Risos.

	A1: porque foi feito assim, né?	
48:27	P: essa daí não serve. Ca. Ca: não, é porque:: tem aquele negócio de:: uma cor ser diferente da outra, da frequência, dependendo da frequência, (), sei lá. Eu não sei. To chutando P: você acha que tem a ver com o átomo que compõe lá o material?	
49:00	P: você acha que depende da luz que está iluminando, bom. () P: isso por que? A gente já sabe o que acontece? Ele absorve algumas e reflete outras. Por que que isso acontece? A3: reflete o vermelho, o anil e...	Um aluno fala em voz baixa. Risos.
49:32	P: pera aí, deixa eu escutar o que ele está falando. A7: as mais fracas ficam e as mais fortes conseguem bater e refletir? P: você acha que é isso, que tem a ver o que, com a intensidade? Quem mais? () P: hum hum, ela já deu. L: professora, eu sei.	Uma aluna fala mas não se entende na gravação.
50:07	P: bom ó a Ca levantou que tem a ver com a composição atômica aí do material que... a camisa dele. Vai depender dos átomos que compõe ali a camisa dele () ela não sabe explicar porque mas acha que tem a ver com o átomo. L: professora, eu sei. P: então vai. L: no início Deus criou o céu e a terra e disse haja luz. E houve luz.	Risos.
50:44	P: ó, ó.	
50:58	P: você acha que depende do objeto, e da luz que está iluminando.	Ca fala de novo, não dá para entender.
51:16	P: Ô ô pessoal... Vamos ouvir o E.	Ruído de quebra. Os alunos protestam.
51:32	P: tá bom. Todo mundo vai falar, vai.	O aluno fala baixo.
51:40	Aa: fala alto.	
51:47	P: uma responsabilidade do átomo?	
51:53	Quem queria falar?	
52:11	Aa: as cores mais fortes... elas absorvem e as mais claras...	
52:25	Aa: as cores mais fortes, mais escuras... elas absorvem e as claras elas refletem. P: presta atenção aqui, se você for por esse caminho, então teriam poucas cores da natureza que a gente conseguiria enxergar ()	

	<p> você está querendo dizer que as mais fortes seriam absorvidas e as mais claras, mas aí () Você concorda comigo que aí a gente não teria todas as cores (). </p>	
53:13	<p> P: bom ó vamos... Aa: vamos voltar. P: vamos voltar. É :::: </p>	
53:21	<p> P: Tem a ver com o que a Ca falou, tem a ver com o modelo atômico,... então nós vamos dar uma lida aqui no modelo atômico de Bohr, que foi através dos postulados de Bohr que a gente vai encontrar a explicação pra isso. Pshh L. E a gente vai encontrar as explicações pro espectro de cada elemento, do porque isso acontece... Hoje tem um monte de voluntário para ler, o texto é grande. Aa: nem é. P: então eu vou deixar cada um ler um pouquinho. </p>	
53:57	<p> P: ó a Fa começa. Aa: a não, a Flavia sempre começa. </p>	
54:05	<p>P: shhh ó vamos lá.</p>	
54:12	<p>P: vai Fa.</p>	
54:16	<p> P: começa. A8: a Fa é muito() </p>	
54:21	<p> Fa: modelo atômico de Bohr... Retomando os Espectros de Emissão e Absorção. P: shhh. Fa: “imagine uma panela sobre o fogão apagado, contendo água: de que maneira você poderia descobrir se esta água acabou de ser colocada ali, ou se acabou de ser fervida e se encontra em uma alta temperatura? O jeito mais fácil de responder isso é colocando o dentro da panela – o que está longe de ser uma atitude inteligente, pois se a água tiver sido fervida, a sensação da descoberta não será muito agradável: o melhor mesmo é agir de maneira <i>indireta</i> e não interagir com a água na panela diretamente, mas procurar algum indício capaz de indicar o que você quer descobrir. No caso, se a água estiver a uma temperatura muito alta, provavelmente ainda estará evaporando; basta posicionar a mão sobre a panela e sentir a temperatura do ar. O uso de métodos indiretos na busca de respostas, não só pode evitar que você se machuque, como também pode apontar </p>	

	<p>qual a abordagem correta para se abordar um assunto, chegando mais facilmente à resposta correta. Para você, e para os cientistas também: como fazer para descobrir quais os elementos químicos contidos em uma substância?</p> <p>Atualmente, você pode simplesmente perguntar para o seu professor de Química, mas no século XIX isso podia não dar muito certo: como saber se a resposta estaria correta? Esse é um exemplo de problema resolvido com uma abordagem indireta, cuja resposta teve início em 1856, quando o químico alemão Robert <i>não sei das quanta</i> inventou um bico de gás de chama é incolor, até hoje muito utilizado nos laboratórios de química – e que é chamado de “bico de Bunsen”. Em seus trabalhos, Bunsen percebeu que quando um elemento químico era colocado sobre a chama do gás, emitia algumas cores. Como a chama do gás era (e é) incolor, as cores emitidas eram as da substância e não as da chama.” <i>Não sei o que na época.</i></p>	
57:02	<i>P: Kirchoff.</i>	Alguns alunos repetem o nome...
57:05	<p>Fa: “na época um seguidor das idéias de Bunsen, sugeriu que as cores seriam mais bem distinguidas se passassem por um prisma e, com isso, eles descobriram que cada elemento gerava uma série de linhas diferentes. ”Linhas”, porque os gases quentes observados por Kirchoff e Bunsen não emitiam um espectro contínuo, mas linhas brilhantes coloridas: embora um átomo só emita um comprimento de onda, muitos átomos comprimidos juntos num material emitem radiação formando uma série de <i>linhas</i>; mostrando que seria possível identificar os elementos constituintes de um material através da análise dessas linhas, desde que se pudesse identificar as linhas coloridas com os elementos químicos que as emitiam.</p> <p>De suas experiências,... Kirchoff formulou as três leis emp/...”</p> <p>P: empíricas.</p> <p>Fa: credo, que nome estranho professora... “da espectros/copia, para determinar a composição de uma mistura de elementos: . Um corpo opaco quente, sólido, líquido ou</p>	

	gasoso, emite um espectro contínuo.”	
58:37	<p>P: ó espera um pouquinho. É aquela primeira figurinha aí ó você tem uma lâmpada, tem ali um... prisma, né? E aí vocês estão vendo aqui um espectro contínuo, tá?</p> <p>Fa: “um gás transparente produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a posição destas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. 3. Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição destas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Você consegue imaginar a importância dessa descoberta e suas conseqüências? Para se ter idéia, quase toda a informação que temos hoje sobre as propriedades físicas das estrelas (como temperatura, densidade e composição) foi obtida direta ou indiretamente através do estudo de seus espectros. A observação dos espectros estelares tomou impulso pouco depois das descobertas de Kirchoff e Bunsen, em 1860 com Giovanni Battista Donati (1826-1873) em Florença. Em 1862, o astrônomo sueco Anders Jonas...”</p> <p>P: Ångström .</p> <p>Fa: “aumentou a precisão de medida do comprimento de onda, identificando as linhas de hidrogênio no Sol (a identificação do elemento Hidrogênio já havia sido feita em 1766 pelo físico e químico inglês Henry Cavendish (1731-1810)).). Em 1868, o astrônomo inglês Sir Joseph Norman Lockyer (1836-1920) descobriu uma linha inexplicado no espectro do Sol, que identificou com um novo elemento químico, o hélio (do grego <i>helios</i>, “Sol”), cuja existência na Terra somente foi descoberta 27 anos mais tarde, pelo químico inglês Sir William Ramsay (1852-1916). Hoje sabemos que o hélio é o segundo elemento mais abundante no Universo, sendo que o primeiro é o hidrogênio. Tudo isso obtido a partir da criação de um bico de gás com chama incolor. Mas as implicações desta invenção ainda não acabaram – e causariam uma boa dor de cabeça para muita gente...”</p>	Risos.
01:01:2	Aa: “A Origem das Linhas Espectrais:	

9	<p>Átomos e Luz A base para a compreensão da formação dos espectros só foram estabelecidas no início do século XX, na medida em que os cientistas começaram a avançar mais em sua busca para aprender mais sobre a estrutura dos átomos e a natureza da luz. Em 1909, Ernest Rutherford (1871- 1937), auxiliado por Hans Geiger (1882-1945) e Ernest Marsden (1889-1970), bombardeou íons de hélio (hoje conhecidos como “partículas alfa”): esse experimento demonstrou que os átomos são compostos de um pequeno núcleo, com carga elétrica positiva, rodeado por uma nuvem de elétrons, com carga elétrica negativa, mas os elétrons não poderiam estar parados, senão cairiam em direção ao núcleo devido à atração coulombiana, certo? Para solucionar essa questão, Rutherford propôs que os elétrons deveriam girar em órbitas circulares ao redor do núcleo. Uma Nova Fronteira para a Física Atômica. O modelo proposto por Rutherford, apesar de baseado em observações experimentais e ser muito bem elaborado, não resolvia os problemas encontrados pela Teoria Eletromagnética Clássica. Vamos explicar: de acordo com a teoria clássica do eletromagnetismo, um elétron em órbita (portanto, em movimento) deveria emitir radiação, cuja frequência mudaria quando o elétron perdesse energia. Com isso, eventualmente, o elétron iria perdendo energia e percorrer um caminho em espiral até colidir com o núcleo do átomo e aí... bem, aí ninguém sabia explicar o que aconteceria. Pois é o modelo atômico de Rutherford não se mostrou lá muito satisfatório.”</p>	
01:03:48	<p>P: olha vocês estão acompanhando, né? Nós estamos no modelo de Rutherford, nós temos o núcleo atômico, positivo, e os elétrons girando em torno desse núcleo. Só que isso tinha alguns problemas. Um deles era a força de atração coulombiana, carga positiva com negativa se atraem. Por que o elétron não iria de encontro ao núcleo, já que carga negativa e positiva se atraem? O outro problema é que elétron girando emitiria radiação, perderia energia e também iriam se colidir com o núcleo. Então, esse modelo tinha problemas</p>	

	que agora a gente vai ver como é que foi solucionado. Vocês viram que... a gente já viu isso no segundo bimestre. Tá lembrando? Tá? Vam' bora?	
01:04:4 4	Aa: “Na verdade, era até mesmo um pouco confuso, mas não por levantar uma questão para a qual ninguém sabia a resposta (a esta altura, você já deve ter percebido que os físicos adoram perguntas aparentemente sem respostas!), e sim por não ser capaz de explicar os fenômenos observados na natureza. Claro que naquele tempo não existiam instrumentos capazes de observar diretamente um átomo para descrever seu comportamento, então, como sabemos que o modelo de Rutherford não era capaz de descrevê-lo com perfeição? Bem, cá estamos nós, novamente de volta ao bom e velho uso das medidas indiretas para desvendar um mistério: se por um lado não era possível identificar o comportamento de um único átomo isolado, lembre-se que a matéria é constituída de átomos, portanto, para saber, por exemplo, se a radiação emitida pelo elétron mudaria de frequência com o tempo, bastou prestar atenção em materiais que brilhassem no escuro e perceber que eles não mudavam de cor. Os materiais também não explodem simplesmente a torto e a direito, tampouco desaparecem. Além disso, o estudo dos espectros de emissão (está lembrado?) mostrou que os átomos emitem radiação somente em certos comprimentos de onda específicos de cada elemento - e não em todos os comprimentos de onda. Na verdade, o que percebemos é que a Física Clássica não era capaz de explicar o comportamento de um átomo.”	A professora chama outro aluno para ler.
01:06:4 2	Aa3: “o Mistério das Linhas Espectrais e o Modelo Atômico de Bohr Na tentativa de descrever a estrutura atômica utilizando a física clássica, os pesquisadores se depararam com uma fronteira, além da quais as leis que descrevessem o movimento deveriam ser diferentes daquelas propostas por Newton. É exatamente isso o que você entendeu: o que os cientistas descobriram é que a Física que todos conheciam e a qual estavam acostumados, não era o suficiente para descrever totalmente a natureza. Existia um limite, além do qual seria necessário desenvolver uma nova física, mais adequada ao desenvolvimento de modelos capazes de descrever o comportamento da natureza. Mas	

	<p>estamos no início do Século XX e Sir Isaac Newton já estava morto há muito, muito tempo: quem seria capaz de formular essas novas leis, capazes de descrever o movimento e o comportamento dos átomos e elétrons? Este não seria o trabalho de apenas um homem: mais uma vez, foi necessário “subir em ombros de gigantes” para se poder formular as leis do movimento. Trabalhando após Rutherford, um brilhante físico teórico dinamarquês, o jovem Niels Bohr, resgatou o modelo atômico ao propor que um elétron em órbita, apesar de ser uma carga acelerada, necessariamente não emitiria energia. Mas em que “ombros” ele subiu para enxergar essa idéia? No final do século XIX, a cadeira de Física Teórica da Universidade de Berlim era ocupada por Max Planck (1858-1957), que em 1900 apresentou um trabalho que permitia compreender melhor os fenômenos de absorção e radiação em um <i>corpo negro</i>, e que deu a Niels Bohr seu ponto de partida. Para Planck, a matéria, ao emitir ou absorver radiação, não o fazia de modo contínuo (como até então se pensava), mas ao contrário, em discretos <i>feixes</i> ou <i>pacotes</i> de energia, aos quais atribuiu o nome de quantum, considerando que a energia (na absorção ou emissão) deveria ser diretamente proporcional à frequência da radiação multiplicada por uma constante, de valor igual a $6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Essa constante recebeu o nome de “constante de Planck” e é representada pela letra h, de forma que no processo de absorção/emissão de radiação pela matéria, $E=h\cdot f$”</p>	
1:09:15	<p>P: o que que o Bohr pensou? Que aqui no átomo ele vai emitir ou absorver quantidades discretas, quantidades determinadas da energia, e não qualquer quantidade como se pensava antes. É múltiplo de uma energia mínima, vamos dizer assim, que é esse E igual a h vezes f. O h é a constante de Planck e f é a frequência da radiação, tá? Continua...</p>	
1:09:52	<p>Aa3: “Baseando-se nas idéias de Planck, Bohr foi capaz de propor um novo modelo atômico, capaz de responder as perguntas que não eram solucionadas pelo modelo de Rutherford. Ele sabia que os elétrons que circulam próximo ao núcleo de um átomo (percorrendo, portanto, pequenas órbitas) possuem menos energia que os</p>	

	<p>elétrons que percorrem órbitas maiores, já que um elétron que esteja próximo ao núcleo é mais fortemente atraído por ele do que um outro que esteja mais distante. Assim, é necessário o emprego de uma certa quantidade de energia para mover um elétron de uma órbita menor, para outra maior. Bohr raciocinou que a diferença de energia entre as órbitas menores e maiores deveria estar relacionada, de algum modo, com os discretos <i>feixes</i> (ou quanta) de energia propostos por Planck, o que o levou a concluir que um elétron poderia ocupar apenas certas órbitas precisas (ou níveis de energia) ao redor do núcleo de um átomo; ou seja, os elétrons não poderiam percorrer suas órbitas a qualquer distância do núcleo, mas apenas naquelas distâncias que correspondessem a determinados níveis de energia. Para o átomo de hidrogênio (o mais simples de todos os átomos conhecidos), Bohr previu que o raio (distância em relação ao núcleo) das órbitas permitidas para o elétron era dados por uma equação que a relacionava diretamente com o número da órbita. Assim, com o raio dependendo do quadrado do número da órbita, a distância para as órbitas sucessivas cresceria rapidamente. Como, teoricamente, não haveria um limite para o número de órbitas possíveis, Bohr desenvolveu uma outra equação para prever a velocidade que o elétron possuiria em cada órbita, e também descobriu um meio de calcular a energia do elétron em cada orbital: uma função entre a velocidade do elétron e a atração entre ele e o núcleo (que, de acordo com a lei de Coulomb, depende do quadrado da distância entre os dois). Desta forma, Bohr foi capaz de prever os níveis de energia para cada órbita permitida ao elétron de um átomo de hidrogênio.”</p>	
1:11:56	<p>P: então o elétron, ele circula em torno do núcleo, mas só em órbitas definidas. E para ele mudar de órbita, ou ele emite ou ele tem que absorver quantidades discretas, determinadas de energia.</p>	
1:12:19	<p>Aa3: “ao calcular os possíveis níveis de energia do elétron de hidrogênio, Bohr foi capaz de explicar as frequências específicas de variação que podem ser detectadas quando o átomo de hidrogênio está sob constante bombardeio de elétrons em movimento, pois um elétron livre poder eventualmente colidir com um elétron em órbita, transferindo-lhe energia durante a colisão e talvez até mesmo arrancá-lo de sua órbita (como em uma batida de carros, em que um carro atravessando um cruzamento é atingido por outro</p>	

	<p>em grande velocidade). A pergunta, então, é: o quanto de energia seria necessária para arrancar um elétron de sua órbita? Pense um pouco em tudo o que leu até aqui e verá que não é uma resposta difícil: é necessária apenas a energia suficiente para superar a diferença entre essa órbita e a seguinte. Assim, se a energia do elétron que bombardeia o átomo for menor que 10,2 eV”</p> <p>P: elétron – volt. Aa: não haverá <i>interação</i> entre o alvo e o elétron livre. Mas, um elétron com exatamente 10,2 eV pode dar toda a sua energia para um elétron em um orbital no estado estável e saltá-lo para o primeiro estado de instabilidade $n=2$:</p>	
1:13:39	<p>P: então olha, um elétron, os elétrons, eles estão nas órbitas. Se ele receber energia, que for exatamente a quantidade de energia necessária para ele pular para a outra órbita, então não é qualquer quantidade de energia. É a diferença entre uma órbita e outra, ele recebe, ele pula pra de cima, só que o átomo quando ele está naquela órbita ele é estável. Quando ele recebe essa energia, ele fica instável... aí depois ele vai acabar emitindo e voltando pras órbita em que ele estava, tá?</p>	gestos
1:14:17	<p>Aa: “o elétron livre escapará do elétron com energia “zero”. Pode parecer um pouco complicado agora, mas tenha calma: ao final, tudo vai ficar bastante claro, mas antes você precisa entender que um elétron não está simplesmente limitado a um “pulo” para a órbita seguinte, como se estivesse subindo os degraus de uma escada; assim como você pode subir uma escada pulando dois ou três degraus de cada vez, o elétron também pode saltar uma ou mais órbitas, desde que o elétron livre que colide possua um mínimo de energia suficiente para igualar a diferença entre as órbitas (você só consegue pular os degraus de uma escada se tomar um impulso primeiro, correto?). Em todo o caso, qualquer “sobra” de energia é mantida pelo elétron livre: se o elétron que bombardeia tem (e transfere) mais de 13,6 eV para um átomo de hidrogênio, o elétron em um orbital é liberado do núcleo, deixando o átomo em um estado que chamamos de ionizado (lembra dos gases ionizados no interior das lâmpadas? pois bem, trata-se do mesmo processo!).”</p>	
1:15:24		P acena para outro aluno ler.
1:15:32	<p>A2: “as diferenças de energia entre as órbitas é a chave para explicar o espectro do hidrogênio, porque os elétrons retornam rapidamente para as</p>	

	<p>órbitas mais próximas, liberando energia no processo. Bohr propôs que a energia liberada por um elétron ao voltar para uma órbita mais baixa seria liberada em forma de fóton (um quantum de energia), igualando exatamente a diferença de energia entre a órbita original e a final, que é a radiação detectada. Não foi difícil para ele, então, calcular a diferença de energia entre todas as órbitas permitidas e a frequência do fóton correspondente. Bohr divulgou suas conclusões em 1913, e tudo o que você leu até agora, ele resumiu sob a forma de 4 postulados:</p> <p>1° postulado de Bohr: Um elétron em um átomo se move numa órbita circular em torno do núcleo sob influência da atração de natureza elétrica, entre o elétron e o núcleo, obedecendo às leis da mecânica clássica.</p> <p>2° postulado de Bohr; Um elétron só pode se mover em uma órbita na qual seu momento angular orbital L é um múltiplo inteiro de h. Ao invés das infinitas órbitas que seriam possíveis segundo a mecânica clássica, algumas órbitas são proibidas aos elétrons.</p> <p>3° postulado de Bohr: Apesar de estar constantemente acelerado, o elétron que se move numa dessas órbitas possíveis não emite radiação eletromagnética. Portanto, sua energia total E permanece constante.</p> <p>4° postulado de Bohr: É emitida radiação eletromagnética se um elétron que se move inicialmente sobre uma órbita de energia total E_i, muda seu movimento descontinuamente de forma a se mover numa órbita de energia total E_f. A frequência da radiação emitida f é igual a: $f = (E_i - E_f) / h$. ... No modelo atômico de Bohr, no lugar do modelo de Rutherford (que também é conhecido como <i>modelo planetário</i> do átomo) com elétrons orbitando em volta do núcleo, os elétrons se encontram distribuídos em níveis de energia característicos para cada elemento (lembre-se que ao absorver energia, um elétron pode <i>pular</i> para outro nível e depois voltar a seu nível original, emitindo a mesma energia que recebeu no início).</p> <p>Bem, tudo resolvido, o modelo atômico de Bohr é capaz de descrever os movimentos e o comportamento dos elétrons de um átomo: mas como ele explica os espectros de emissão?</p>	
1:18:46	P: alguém quer continuar a ler?	

	<p>Ca: “explicando os Espectros Atômicos com o Modelo Atômico de Bohr Imagine a luz branca emitida por uma lâmpada incandescente, passando através de um prisma. Como já vimos, o prisma irá decompor a luz branca nos diferentes espectros de cores que formam a luz visível, certo? Porém, se essa experiência for realizada com a luz branca emitida por uma lâmpada de descarga elétrica, você não obterá o espectro completo da luz visível: algumas linhas estarão presentes, correspondendo às frequências das ondas de luz visível, o chamado espectro de linhas ou espectro atômico. Você verá agora como tudo se encaixa, mas antes, dê uma olhada na figura: Como estudado no texto sobre a luz e as cores, perceba que as linhas obtidas dependem do elemento utilizado e são descontínuas. Utilizando esse novo modelo atômico, somos capazes de explicar o mistério dos espectros atômicos: de acordo com os postulados de Bohr, os elétrons ao serem excitados por uma fonte externa de energia, saltam para um nível de maior energia e ao retornarem aos níveis de menor energia, liberam energia na forma de luz (fótons); como a <i>cor</i> da luz emitida depende da energia entre os níveis envolvidos na transição e como essa diferença varia de elemento para elemento, a luz apresentará cor característica para cada elemento químico. Assim, temos o espectro de emissão (quando o elétron perde energia ao emitir um fóton) e o espectro de absorção (quando o elétron ganha energia ao absorver um fóton), que podemos registrar em laboratório com a simples utilização de uma chapa fotográfica (como os “filmes” das máquinas fotográficas). Só mais um detalhe: você sabia que os “pulos” dados pelos elétrons ao “saltar” de uma órbita para outra recebem o nome de saltos quânticos?”</p>	
1:20:44	<p>P: bom, então gente, vamos lembrar das frequências que a... Ta... lembra que a Ta falou? A cor depende da frequência da onda eletromagnética? Essa frequência tem a ver com a energia que o elétron recebe quando ele tá numa determinada órbita, ele recebe uma determinada quantidade de energia, pula de órbita, e quando ele volta pra órbita original, ele emite essa energia em forma de onda eletromagnética, que possui uma frequência específica, e que vai mostrar lá aquelas várias raias de luz que vocês viram</p>	

	<p>agora no espectro dos elementos. Por isso que cada elemento químico tem seu espectro característico, por que depende da quantidade de elétrons que ele tem e dos vários saltos possíveis que esse elétron pode ()</p> <p>Ca: professora... professora e da onde vem esses elétrons?</p>	
1:21:54		Ruídos de conversas paralelas impedem de transcrever o diálogo com Ca.
1:23:00	<p>Aa1: não vai dar tempo de</p> <p>Aa2:... entregar segunda prontinho...</p>	A professora olha as questões do texto.
		Ao alunos conversam
1:24:10	<p>P: pessoal,... ó segunda feira é a nossa provinha ()</p> <p>Vão cair aquelas perguntas básicas...</p>	Comentários conversas.
1:24:29	<p>P: então ó shhh. Tem uma idéia que precisa ficar clara hoje. Presta atenção os meninos aí. E essa. Gente, presta atenção. Uma idéia básica que vocês têm que sair hoje daqui, tá? Que é a seguinte: nós estamos no modelo atômico de Bohr, nesse modelo nós temos um núcleo positivo e temos elétrons girando em torno dele. Primeiro, pergunto: os elétrons podem girar em qualquer lugar em torno desse núcleo?</p> <p>L: não.</p> <p>Aa: não.</p> <p>Aa2: não.</p> <p>L: órbitas definidas.</p> <p>P: órbitas circulares e determinadas. Um elétron ele:: pra ele sair de uma/quando ele está numa determinada órbita ele está estável. Pra ele ir para uma outra órbita o que ele precisa?</p> <p>Aa: <i>ganhar energia.</i></p> <p>Aa2: <i>energia.</i></p> <p>Ca3: <i>perder ou ganhar energia.</i></p> <p>P: e ele pode absorver qualquer quantidade de energia?</p> <p>Vários: Não.</p> <p>P: uma quantidade determinada.</p> <p>Ca: ()</p> <p>P: () da constante de Planck E igual a h f. Quando ele pula de órbita, ele fica estável ou instável?</p> <p>Ca: instável.</p> <p>P: e aí ele vai procurar a estabilidade? E quando ele volta pra órbita que ele estava o que que acontece? O que acontece nessa</p>	Alguns falam ao mesmo tempo.

	<p>volta?</p> <p>Ca: emite...</p> <p>P: ele emite a energia.</p> <p>A: eu ia falar isso.</p> <p>P: E essa energia é o que? Ele perdeu/emitiu radiação. É uma onda eletromagnética de frequência característica, que corresponde às várias frequências da luz... Mas ele só pula se ele receber... senão ele fica naquela órbita dele.</p>	
1: 26:46		A professora explica para um aluno e uma aluna, mas não dá para transcrever alguns alunos levantam prontos para sair.
1:30:00	Fim da gravação.	