



## **SABERES DOCENTES DESENVOLVIDOS POR PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO COM A INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA**

Teachers' knowledge developed by High School teachers: a study of case with the insertion of Modern Physics

**Aline Ribeiro Sabino** [alinersabino@gmail.com]

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo  
Rua do Matão, travessa R, n. 187 – Cidade Universitária - São Paulo/SP

**Maurício Pietrocola** [mpietro@usp.br]

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo  
Avenida da Universidade, 308 – Cidade Universitária – São Paulo/SP

### **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo mapear quais saberes docentes são necessários desenvolver a fim de que professores implementem sequências didáticas inovadoras no Ensino Médio. Para isso, analisamos dois docentes do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular (NUPIC) na aplicação de uma sequência didática sobre Dualidade Onda-Partícula com seus alunos da 3ª série do Ensino Médio de escolas públicas da região metropolitana de São Paulo. Por meio das gravações das aulas e à luz de Tardif (2002), criamos categorias que explicitam a ação didática ao longo do curso. A partir delas, investigamos episódios específicos, mostrando que o desenvolvimento dos saberes curricular e experiencial é crucial para que a inovação ocorra.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Formação de Professores; Saberes Docentes; Física Moderna e Contemporânea.

### **Abstract**

This work aims to map what teachers' knowledge are required to develop in order that teachers implement innovative didactics sequences in high school. For this, two teachers of the Center for Research on Curriculum Innovation (NUPIC) were analyzed in the application of didactic sequence about Wave-Particle Duality with their third grade pupils of the High School public schools in the metropolitan region of São Paulo. Through the recordings of lessons and in the light of Tardif (2002), categories have been created that make explicit the didactic action throughout the course. From them, we investigated specific episodes showing us that the development of curricular and experiential knowledge is crucial for innovation to occur.

**Keywords:** Physics Education; Teacher Education; Teachers' knowledge; Modern and Contemporary Physics.

## **INTRODUÇÃO**

O desejo de inserir sequências didáticas inovadoras no Ensino Médio não é algo novo. Como exemplo, desde a década de 1980, fala-se sobre a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (Gil et al., 1987; Barojas, 1988) e da necessidade de atualizar os currículos de Física. Discutir as fronteiras da ciência e formar cidadãos com uma nova visão da natureza e dos fenômenos passam a ser objetivos, além de auxiliar na compreensão das novas tecnologias presentes no cotidiano.

A fim de corroborar o discurso da importância de inserir FMC no Ensino Médio, destaca-se o seguinte trecho dos PCNEM:

*“Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.”*  
(Brasil, 1999, p.22)

Nessa tentativa, diversos grupos de pesquisa se engajaram em estudos sobre a introdução de Física Moderna no Ensino Médio. Entre eles, o Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular (NUPIC), que desenvolve, desde 2002, várias pesquisas com o objetivo de compreender os limites e possibilidades na introdução da Física Moderna no Ensino Médio.

Muitos cursos sobre temáticas de Física Moderna foram desenvolvidos, tais como o de Linhas Espectrais, Partículas Elementares, Teoria da Relatividade e Dualidade Onda-Partícula. Todos eles foram elaborados por equipes envolvendo pesquisadores, estudantes universitários e professores do Ensino Médio e testados em sala de aula.

Alguns trabalhos (Brockington, 2005; Siqueira, 2006; Sousa, 2009) apontam as principais dificuldades encontradas na implementação das sequências didáticas no Ensino Médio, a saber: falta de propostas inovadoras sobre FMC, necessidade de novas maneiras de ensinar, de avaliar e de inserir as atividades, capacidade de lidar com conceitos de difícil compreensão e a falha formação dos professores enquanto licenciandos.

Diante disso, parece-nos claro que o professor precisa desenvolver saberes que o ajudarão a vencer os desafios encontrados e, então, obter êxito na implementação de uma sequência didática inovadora no Ensino Médio. Logo, o interesse deste trabalho é investigar quais seriam estes saberes e como são incorporados na prática docente.

## **SABERES DOCENTES**

A temática sobre conhecimentos dos professores foi desenvolvida por diversos autores, entre eles Shulman (1986), Perrenoud (1993), Gauthier (1998), Meirieu (1998) e Tardif (2002). A escolha de nos concentrarmos nos trabalhos desenvolvidos por Maurice Tardif foi feita porque sua abordagem se alinha com as pretensões deste trabalho, já que ele define uma epistemologia da prática docente.

Tardif (2002) denomina a epistemologia da prática docente como *“o estudo do conjunto dos saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas.”* (Tardif, 2002, p. 255). O objetivo é entender quais saberes de fato o professor utiliza em sala de aula, como os incorpora e os modifica em função do contexto de trabalho.

Para Tardif (2002), situações inesperadas de sala de aula exigem improvisos e habilidades por parte dos professores, os quais desenvolvem hábitos que podem ser transformados em estilos de ensino e “truques”, garantindo um bom desempenho em classe. Muitas vezes, atrelados à experiência em sala de aula, estes traquejos garantem que o professor saiba lidar, por exemplo, com a indisciplina dos alunos, com a falta de interesse nos estudos e até com a mudança de estratégia diante de uma situação de fracasso.

*“Atribuimos à noção de ‘saber’ um sentido amplo que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes dos docentes, ou seja, aquilo que foi muitas vezes chamado de saber, saber-fazer e saber-ser”* (Tardif, 2002, p. 60). É importante ressaltar que o significado da palavra “saber” é diferente da palavra “conhecimento”, como acima exposto pelo autor, pois enquanto esta sugere uma ação passada, adquirida inicialmente e depois utilizada, a primeira expressa uma habilidade desenvolvida na ação, válida para cada contexto no qual foi adquirida. Nesse sentido, pode-se falar que saber é um conhecimento em ação!

Segundo Tardif (2002), os saberes profissionais do professor têm algumas características:

- São **temporais**, ou seja, são adquiridos ao longo do tempo, fortemente nos primeiros anos de prática e também enquanto estudante. *“Os professores são trabalhadores que foram mergulhados em seu espaço de trabalho durante aproximadamente 16 anos, antes mesmo de começarem a trabalhar”* (Tardif, 2000, p.13). Esse contato dá ao docente um vasto repertório de quais são as atribuições de um professor, das posturas de bons e de maus professores e de estratégias utilizadas por eles nas mais diversas situações. Tal incorporação permanece, quando já em ação, como uma memória difícil de ser substituída.

De acordo com Tardif (2002), os primeiros anos de docência são fundamentais, porque o novato aprenderá “na prática”, entre erros e acertos, como deverá se portar diante das relações estabelecidas entre os outros professores, funcionários, gestores e alunos. É um período crucial para a sua permanência ou não na instituição e até mesmo na carreira, no qual o professor precisa mostrar seus pontos fortes que, por sua vez, se consolidarão como estratégias de ensino, definindo o saber experiencial.

Tardif (2002) atribui três fases de desenvolvimento e aprendizado durante o início da carreira:

- 1ª fase: fim da idealização da prática docente, muitas vezes acompanhada do “choque de realidade”, no qual percebe as verdadeiras condições de trabalho e as difíceis e distintas tarefas a cumprir.

- 2ª fase: reconhecimento da hierarquia entre os docentes e aprendizado do comportamento adequado entre os gestores, funcionários e alunos, de modo a garantir um bom convívio e, conseqüentemente, a permanência na instituição.

- 3ª fase: descoberta dos alunos “reais”, dos mais variados tipos, alguns deles sem apoio familiar, sem hábito e gosto pelo estudo, com dificuldades de conteúdo e indisciplinados.

Para Tardif (2002), os saberes são temporais porque são elaborados também ao longo da carreira, que está sujeita a mudanças. Logo, o professor precisa se adaptar ao grupo de trabalho e à realidade de cada aluno a fim de garantir uma boa vivência escolar, tão importante quanto ser capaz de ensinar.

- São **plurais e heterogêneos**, pois provêm da cultura pessoal, dos conhecimentos disciplinares, dos conhecimentos curriculares, da sua própria experiência, da experiência de outros professores e da tradição escolar. Assim como os docentes passam, enquanto alunos da educação básica, anos se familiarizando com a futura rotina de trabalho, *“as estatísticas indicam que as crianças e os jovens passam em média 25 horas por semana diante de um televisor, o que representa, ao longo de 12 anos, o mesmo número de horas dedicadas à sua escolaridade.”* (Tardif & Lessard, 2008, p.67)

Na visão de Tardif (2002), os saberes docentes *“não formam um repertório de conhecimentos unificado, por exemplo, em torno de uma disciplina, de uma tecnologia ou de uma concepção do ensino; eles são, antes, ecléticos e sincréticos”*. (Tardif, 2002, p. 263). De fontes diversas, é ao longo da história de vida de cada sujeito que os saberes vão sendo moldados, trazendo as marcas que ditarão a personalidade do profissional e a sua visão de educação.

Tardif (2002) destaca que *“a prática profissional dos professores é heterogênea ou heterônoma no tocante aos objetivos internos da ação e aos saberes mobilizados”*. (Tardif, 2002, p. 263). Ao longo de uma aula, diversas tarefas são executadas pelo docente, como o diálogo entre os alunos acerca do conteúdo, capacidade de gestão da classe, controle do tempo escolar, momentos de motivação da turma, atendimento individualizado, dentre outros. Tal dinâmica está em constante mudança, dependendo das relações travadas nas aulas.

- São **personalizados e situados**, ou seja, carregam a história de vida do professor. Tardif (2002) diz que

*“por isso, o estudo dos saberes profissionais não pode ser reduzido ao estudo da cognição ou do pensamento dos professores (teacher’s thinking). Os professores dispõem, evidentemente, de um sistema cognitivo, mas eles não são somente sistemas cognitivos, coisa que é muitas vezes esquecida! Um professor tem uma história de vida, é um ator social, tem emoções, um corpo, poderes, uma personalidade, uma cultura, ou mesmo culturas, e seus pensamentos e ações carregam as marcas dos contextos nos quais se inserem”* (Tardif, 2002, p.264-265).

Isso justifica o porquê cada aula é “única”, na medida em que os indivíduos participantes, incluindo o docente, trazem os seus princípios e as suas convicções ao exercer o seu papel. De acordo com Tardif (2002), na docência, o trabalho é desenvolvido com outras pessoas que utilizam recursos e habilidades intrínsecas, além da experiência e dos conhecimentos próprios da categoria profissional, para monitorar o ambiente de trabalho.

Tardif (2002) lembra as particularidades de cada aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o indivíduo responde inicialmente a si antes de pertencer à categoria estudante. *“Esse fenômeno da individualidade está no cerne do trabalho dos professores, pois, embora eles trabalhem com grupos de alunos, devem atingir os indivíduos que os compõem, pois são os indivíduos que aprendem”* (Tardif, 2002, p. 267).

Segundo Tardif (2002), os alunos precisam querer participar das atividades e cooperar com a manutenção da ordem em sala de aula. *“Embora seja possível manter os alunos fisicamente presos em uma sala de aula, não se pode forçá-los a aprender. Para que aprendam, eles mesmos devem, de uma maneira ou de outra, aceitar entrar em um processo de aprendizagem”* (Tardif, 2002, p. 268).

Vejamos, então, como as atribuições dos docentes são de ordens distintas. Para Tardif (2002), todos estes saberes só se desenvolvem na prática de sala de aula, durante os primeiros anos de carreira, convivendo com os pares. No início, os docentes entram em conflito, repensando a realidade escolar a partir da formação profissional recebida no ensino superior. Nesse momento os professores percebem o quão mal preparados foram em relação à sala de aula real, pois têm que lidar com a precariedade das condições de trabalho, a quantidade de alunos por turma, a carga excessiva de afazeres, dentre outras queixas. Sendo assim, somente com a experiência essas questões vêm à tona.

De acordo com Tardif (2002), a dura realidade escolar pode gerar a desilusão e o desencanto com a profissão, sem considerar a rotina, que tenta enquadrar o professor nas normas e regras esperadas pela instituição de ensino, a fim de que isso seja transmitido aos estudantes. Assim, propõe a importância de preparar os docentes para o convívio com os alunos, desde conquistar os estudantes e garantir a ordem da turma até os ensinamentos de respeito mútuo e da importância da educação para a sua vida.

Parece, então, ser necessário desenvolver um saber relacional, no qual o docente consiga lidar com os estudantes ao mesmo tempo em que os instrui acerca do conteúdo. Tal saber é difícil de ser desenvolvido e requer empatia e muita paciência por parte do professor, principalmente no início do ano letivo, quando os alunos não conhecem o docente e vão jogar com as cartas que possuem, com o objetivo de verificar o cumprimento das regras do contrato didático a ser estabelecido.

Além desses condicionantes, há professores que trabalham em condições precárias, obrigados a constantes trocas de série, de turma e de escola, uma vez que, muitos deles, são contratados por tempo determinado. Há também aqueles que lecionam mais de uma disciplina, o que demanda mais tempo para o estudo e para a preparação das aulas, e ainda aqueles que não possuem todos os benefícios, como licença-maternidade e auxílio doença.

Na visão de Tardif (2002), tais professores precários/temporários *“vivem outra coisa e sua experiência relativa à aprendizagem da profissão é mais complexa e mais difícil, pois comporta sempre uma certa distância em relação à identidade e à situação profissional bem definida dos professores regulares”* (Tardif, 2002, p. 89-90).

Em suma, Tardif (2002) sintetiza os Saberes Docentes na Tabela 1 a seguir, mencionando os locais adquiridos e como se relacionam com a profissão.

Tabela 1 – Saberes docentes (Tardif, 2002, p. 63)

Saberes dos professores	Fontes sociais de aquisição	Modos de integração no trabalho docente
Saberes da formação profissional	O estabelecimento de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem etc.	Pela formação e pela socialização de profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes curriculares	A utilização das “ferramentas” dos professores, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas etc.	Pela utilização de “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.

Saberes experienciais	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.
Saberes pessoais	A família, o ambiente de vida, a educação no sentido lato etc.	Pela história de vida e pela socialização primária.
Saberes da formação anterior	A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados etc.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.

No entanto, o próprio autor faz uma crítica a esta representação dos saberes: “o que essa abordagem negligencia são as dimensões temporais do saber profissional, ou seja, sua inscrição na história de vida do professor e sua construção ao longo de uma carreira” (Tardif, 2002, p. 67). Segundo Tardif (2002), o professor utiliza todos os saberes acima mencionados, porém não os produz diretamente, já que alguns são interiorizados pela concepção de ensino da própria sociedade, outros nas experiências vivenciadas enquanto aluno da educação básica, outros provêm dos discursos universitários etc. Logo, os saberes docentes são lapidados ao longo da história de vida de cada pessoa.

De acordo com Tardif (2002), podem-se chamar de **saberes da formação profissional** todos os saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores. Tais saberes provêm dos discursos propagados nas universidades sobre educação e prática docente e estão normalmente distribuídos nas disciplinas de psicologia da educação, sociologia da educação, política educacional, metodologias do ensino e práticas de ensino.

Sobre as ciências da disciplina a ser ministrada, Tardif (2002) diz que estes saberes fazem parte do conteúdo a ser ensinado futuramente pelo licenciando e estão distribuídos ao longo do curso superior em diversas disciplinas que, na maioria dos casos, não dialogam entre si.

Para Tardif (2002), ao longo de suas carreiras, os professores se apropriam de **saberes curriculares**, que são os programas definidos pelos governos federal, estadual e municipal, e pela escola. Normalmente, o professor desenvolve o saber curricular na formação inicial, por meio do conhecimento da legislação e dos livros didáticos, analisando suas intenções explícitas e, principalmente implícitas.

Os docentes, na sua prática diária, desenvolvem saberes particulares, calcados nas suas atribuições e no conhecimento de seu ambiente de trabalho. São os **saberes experienciais**, nascidos da experiência e por ela corroborados. Tais saberes são incorporados na experiência individual e coletiva na forma de macetes, de saber-fazer e de saber-ser. Assim, os saberes experienciais garantem que o professor consiga lidar com as mais variadas situações, por exemplo, motivar os alunos, controlar a disciplina da classe e criar diferentes situações de aprendizagem que garantam o sucesso da maioria dos estudantes.

Também hão de serem levados em conta os **saberes da formação anterior**, interiorizados durante a sua história de vida escolar por meio de crenças e valores sobre como é uma sala de aula e o que se espera de um bom professor, por exemplo. Segundo Tardif (2002), tais concepções “*estruturam a sua personalidade e suas relações com os outros (especialmente com as crianças) e são reatualizados e reutilizados, de maneira não reflexiva, mas com grande convicção, na prática de seu ofício*” (Tardif, 2002, p. 72).

Os **saberes pessoais**, por sua vez, são oriundos de muitas esferas, desde a familiar e, portanto, ao valor atribuído por esta à educação, até a prioridade que a sociedade e, em suma, os governantes dão ao sistema educacional do país. O professor conviveu durante toda a sua vida com estes discursos, formando uma opinião sobre eles e levando-a para a sala de aula, involuntariamente, por meio da sua postura perante os alunos.

Tardif (2002) defende a profissionalização do saber docente como uma forma de valorizar a carreira, mostrando que ser um bom professor vai além de ter vocação ou ter vontade, diminuindo a visão artesanal deste ofício. Lecionar seria, então, exercer uma profissão na qual os conhecimentos universitários garantem pleno êxito no ambiente escolar bem como uma parcela de improviso diante dos conflitos na rotina de trabalho.

“Se esses esforços e reformas forem bem sucedidos, o ensino deixará, então, de ser um ofício para tornar-se uma verdadeira profissão, semelhante à profissão de médico ou às profissões de engenheiro e de advogado” (Tardif, 2002, p. 250). Para isso, a instituição de ensino superior precisa potencializar os saberes da formação profissional, os curriculares e os experienciais, enfraquecendo assim o controle que os saberes pessoais e da formação anterior têm sobre o indivíduo, o que diminuiria os fatores imponderáveis da profissão.

## **METODOLOGIA**

Para mapear quais saberes docentes são necessários desenvolver a fim de que sequências didáticas inovadoras sejam implementadas no nível médio, optou-se por uma análise qualitativa porque “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento” (Ludke & Andre, 1986, p. 11). Logo, é a percepção do pesquisador diante de uma situação real de ensino que trará as categorias de análise.

O pesquisador não interveio no local de estudo, analisando as gravações em vídeo das aulas. Além disso, “os dados são predominantemente descritivos e a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto” (Ludke & Andre, 1986, p. 12). Nesta pesquisa, a análise partirá da interação entre professor e alunos e, durante esta etapa, é crucial atentar-se ao discurso do docente bem como à sua maneira de agir a fim de detectar também os saberes inconscientes.

Além disso, este trabalho se encaixa no tipo “estudo de caso”, pois se trata de um contexto muito particular: dois professores de física pertencentes a um grupo de pesquisa sobre inovação curricular.

As gravações foram realizadas por um técnico da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, que se revezava entre as escolas dos dois professores analisados. Vale ressaltar que o técnico não participou das discussões tampouco das atividades realizadas.

Utilizaram-se duas câmeras, sendo que uma permanecia captando imagens e áudio de um mesmo grupo de alunos, que eram os mais frequentes de cada turma, e a outra acompanhava o docente durante a aula. Os espaços físicos utilizados no curso foram a sala de aula, o laboratório de informática, o laboratório de ciências e a sala de vídeo das escolas, de acordo com a necessidade de cada atividade.

Agora vamos definir os sujeitos da pesquisa. Cinco professores da segunda equipe de cursos do NUPIC se reuniam semanalmente para produzir sequências didáticas inovadoras desde 2007. Em agosto de 2012, dois deles foram escolhidos para aplicar uma versão do curso de Dualidade Onda-Partícula com os seus alunos da 3ª série do Ensino Médio. Tal escolha foi feita a partir de um convite aos docentes e considerando a disponibilidade de cada um bem como da escola na qual lecionam.

Cada professor fez a aplicação do curso em duas turmas regulares de escolas públicas do estado de São Paulo, a saber: 3º F (turma 1) e 3º G (turma 2), ambas do período noturno da Escola Estadual Fanny Monzoni Santos, situada na cidade de Osasco, na Grande São Paulo; e 3º A (turma 3) e 3º B (turma 4), respectivamente, do período diurno e do período noturno da Escola Estadual Miguel Munhoz Filho, situada na zona sul da cidade de São Paulo. As pesquisas são naturalizadas, ou seja, são realizadas em escolas públicas, em contexto próximo da realidade escolar a fim de evitar situações ideais.

O professor da primeira escola (professor 1) leciona há 11 anos, sendo que está há 7 anos nesta escola. Já o professor da segunda escola (professor 2) leciona há 21 anos, sempre atuando nesta escola. Ambos foram alunos de pós-graduação da Universidade de São Paulo e, devido à formação diferenciada, são considerados professores especiais.

Antes da gravação do curso, que ocorreu entre os meses de agosto e novembro de 2012, os docentes seguiram o planejamento previsto para a série, ministrando aulas de eletricidade e magnetismo. Vale ressaltar que ambos os docentes acompanham a maioria dos alunos desde a 1ª série do Ensino Médio, garantindo que os conteúdos de ondulatória e óptica, considerados pré-requisitos do curso de FMC, tenham sido estudados.

É importante destacar que o curso aplicado difere um pouco da sua versão original, proposta por Brockington (2005). De acordo com Barrelo Junior (2010)<sup>1</sup>, as alterações visaram aprofundar as discussões sobre o comportamento e a natureza da luz, substituir uma analogia pela montagem e utilização do

---

<sup>1</sup> As mudanças presentes na dissertação de Barrelo Junior (2010) foram desenvolvidas pela equipe de pesquisadores do NUPIC em 2007, sendo Barrelo Junior na época professor aplicador da nova versão.

interferômetro de Mach-Zehnder real clássico e também usar a versão em inglês de uma simulação de computador de domínio público desenvolvida pela Universidade de Munique<sup>2</sup> para extrapolação do experimento para um único fóton.

A Figura 1 ilustra a simulação do Interferômetro de Mach-Zehnder utilizada para a extrapolação do experimento para um único fóton. Nela, temos dois espelhos semirrefletores, dois espelhos comuns, uma fonte e um anteparo. A ideia da atividade é programar o simulador para lançar um único fóton por vez, inserir um detector de não demolição e analisar a figura de interferência formada no anteparo bem como as interpretações da Mecânica Quântica para o fenômeno observado.

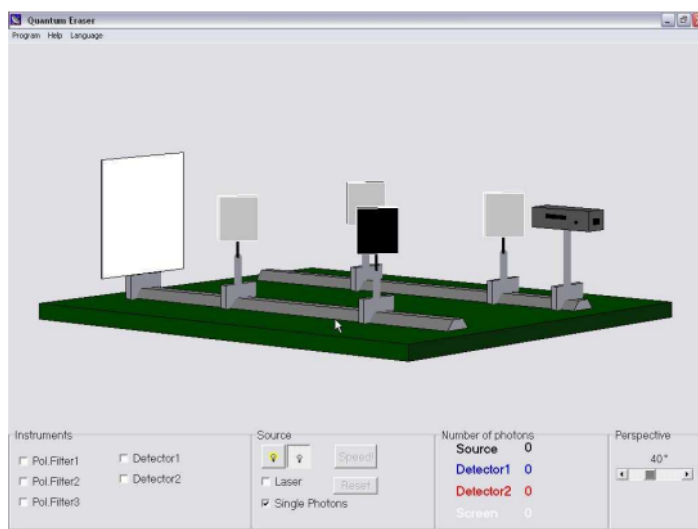


Figura 1 – Simulação do Interferômetro de Mach-Zehnder

Assim as alterações presentes se concentram na parte final do curso. Esta pesquisa também analisará as aulas intermediárias da sequência, em que apenas a ordem das atividades foi modificada em relação à proposta original de Brockington (2005). A Figura 2 contém o cronograma da sequência com as respectivas atividades:

	Conteúdo	Atividade/comentários
1	Modelo na física	Atividade da caixa preta
2	Efeito fotoelétrico	Simulação na sala de informática. Site: <a href="http://phet.colorado.edu.br/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric">http://phet.colorado.edu.br/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric</a> . Após breve explicação, utilizar a simulação em "Atividades", alterando o comprimento da onda. Observar a cor da luz e a ocorrência – ou não – do efeito
2	Efeito fotoelétrico	Vídeo e análise da simulação. Discussão
3	Idem	Questionário sobre efeito fotoelétrico. Entrega do texto para leitura em casa ao final.
4	Onda ou partícula	Exposição em ppt sobre fenômenos e explicação como onda ou partícula (apresentacaoofoton2904.ppt)
5	Interferômetro	Utilização do MZ real (grupos se dividem)
6	Idem	Simulação na sala de informática (applet da Universidade de Munique)
7	Interpretações da MQ	Discussão em sala (apresentação em ppt). Texto do Oswaldo ao final da aula para leitura em casa
8	Idem	Discussão e encerramento
9	Encerramento	Exposição dialogada com filosofia da ciência

Figura 2 – Cronograma da sequência

Uma primeira análise sobre o material filmado dos cursos permitiu algumas impressões preliminares: a postura do docente e dos alunos foi muito semelhante ao longo das aulas. No entanto, as aulas relativas ao conteúdo de "efeito fotoelétrico" pareceram confrontar ao senso comum dos alunos sobre o comportamento da luz, o que tornava o seu ensino mais desafiador.

Deste modo, apenas as aulas de Efeito Fotoelétrico foram utilizadas como fonte de pesquisa para posterior categorização. As atividades sobre o Efeito Fotoelétrico estavam distribuídas em seis aulas e consistiram de:

<sup>2</sup> A versão em inglês da simulação está disponível no endereço: <http://www.physik.unimuenchen.de/didaktik/Computer/interfer/interfere.html>

- Simulações de caráter investigativo sobre o fenômeno, nas quais os alunos deveriam relacionar a ocorrência do efeito fotoelétrico às variáveis do experimento, como o comprimento de onda e a intensidade da radiação;

- Exibição de vídeo sobre o conceito de quantum, análise da simulação e discussão sobre o fenômeno;

- Resolução de questionário de compreensão do fenômeno, leitura de texto sobre o efeito fotoelétrico e apresentação sobre os fenômenos luminosos.

Para analisar as gravações, utilizou-se o software Videograph, que é um leitor multimídia no qual os vídeos digitalizados podem ser reproduzidos e, ao mesmo tempo, analisados. O programa permite a construção de categorias de observação e escalas de avaliação que o espectador pode usar como um "instrumento de medição" para analisar o conteúdo do vídeo (RIMMELE, 2009).

Após a obtenção das categorias, decidiu-se fazer uma análise mais detalhada de alguns episódios especiais a fim de buscar momentos de coerências e contradições, em que o saber foi posto em xeque. Com isso, relacionamos a dinâmica das aulas, expressa pelas categorias de ação e guiada pelos saberes docentes dos sujeitos analisados, com os saberes propostos por Tardif.

## RESULTADOS

A partir dos registros obtidos por meio das filmagens, passamos a um processo de análise, tomando os saberes propostos por Tardif (2002), "customizados" ao tipo de problema/conteúdo de interesse nesta pesquisa, como base para entender a ação didática e, dessa forma, construir categorias e subcategorias ditas "de ação" para caracterizar a prática docente. Com esse objetivo, analisamos inicialmente as aulas de Efeito Fotoelétrico das quatro turmas com um olhar direcionado para os seguintes pontos:

- Qual é o papel do professor?
- Como ele desenvolve e organiza as aulas?
- Quais estratégias ele utiliza?

A análise destas aulas nos permitiu obter cinco categorias de ação, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Categorias de ação

<b>Categorias de Ação</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Descrição</b>
Expor		Momento que o professor sente a necessidade de expor determinado conteúdo para melhor fixação e compreensão dos alunos. A participação dos estudantes é pequena.
Dialogar	Problematização Genuína	Momento no qual o professor questiona os alunos e obtém respostas sinceras.
	Questionamentos	Momento no qual o professor questiona os alunos, que não correspondem ou então respondem burocraticamente.
Orientar em Geral	Conteúdo	Momento no qual o docente retoma um assunto/tópico ou dá instruções para que a classe consiga fazer a atividade. A participação dos alunos é grande.
	Técnica	Momento no qual o professor informa à classe procedimentos práticos a serem tomados no decorrer da tarefa. A participação dos alunos é grande.
Orientar Individualmente	Conteúdo	Momento no qual o docente explica um tópico a um aluno ou a um pequeno grupo de alunos para ajudar no desenvolvimento da atividade.
	Técnica	Momento no qual o professor informa procedimentos práticos a um aluno ou a um pequeno grupo de alunos a serem realizados na tarefa.
Gestionar a Classe		Momento no qual o professor precisa orientar os



		alunos por diversos motivos, dentre eles: conversa, indisciplina, não realização de tarefa, prazo de entrega de atividade, obtenção de nota, organização da sala, problemas extraclasse e meta-aula.
--	--	--

Para deixar claro o que cada categoria representa e significa, retiramos trechos das aulas, como se vê a seguir, bem como as justificativas para a categorização:

### Expor

“Ó, qual que foi o esquema que nós usamos aí né pra, dessa parte do efeito fotoelétrico? Pessoal, começou assim ó: primeiro nós fizemos o simulador lá no laboratório de informática, depois do simulador, nós viemos pra cá aí eu entreguei pra vocês o texto, tá. Pessoal, eu sei que seria muito mais fácil se eu chegar, ou talvez vocês achem, né, que fosse assim ser muito mais fácil, talvez pra vocês, eu vir aqui na frente e logo de cara já sair explicando pra vocês. Só que pessoal, a mesma dificuldade que vocês tiveram pra ler o texto e entender, pessoal, pensa da seguinte maneira: pessoal, quanto tempo levou só pela leitura do texto, né, você vê que é um texto meio histórico, quanto tempo levou pro pessoal descobrir de fato como é que funcionava o efeito fotoelétrico? Pessoal, levou um tempão, se você pensar historicamente levou muito tempo, aqui a gente tá tentando entender o efeito fotoelétrico em algumas aulas, então é natural que você tenha dúvida mesmo, tá bom? Então essa é a primeira coisa”.

(Turma 3 – Discussão – 0:00 – 1:03)

O trecho acima foi categorizado como Expor, porque o professor retoma as atividades feitas nas aulas anteriores e traz observações sobre a postura dos alunos. A participação da classe é pequena.

### Dialogar

#### - Problematização Genuína

**Professor:** Por que que você acha que o ultravioleta arrancou?

**Alunos:** Ah não sei, porque o resto não foi.

**Professor:** Não, mas por que que você acha assim, por que que você acha que o ultravioleta...?

**Alunos:** Por causa do metal que é diferente, fora que o ultravioleta tem mais energia.

**Professor:** Não, mas o que que você acha, o que que você acha que tem no ultravioleta pra arrancar?

**Alunos:** Mais energia do que qualquer outra.

**Professor:** Mais energia?

**Alunos:** Eu acho que a camada do zinco, igual o senhor diz, é mais protetora aí é mais grossa a camada, até chegar lá no fundo e liberar os elétrons...”.

(Turma 4 – Simulação – 26:21 – 26:53)

Este exemplo foi categorizado como Dialogar - Problematização Genuína, porque o professor induz a classe a se questionar acerca do fenômeno observado. O docente não confirma as respostas dos alunos, deixando-os livre para falar o que verdadeiramente estão entendendo e então a aula é conduzida pelos anseios da turma.

### Dialogar

#### - Questionamentos

**Professor:** Se eu jogar um número maior de fótons, muda o quê?

**Aluno 5:** A quantidade.

**Professor:** A quantidade porque aí um maior número de fótons vai absorver, um maior número de elétrons vai absorver aquele fóton e aí eu aumento o número de elétrons, mas a energia de cada um tem que ser a mesma. Joguei dez fótons, dez elétrons absorveram esse fóton, ultravioleta, e saíram dali com uma determinada velocidade. Joguei mil fótons, mais elétrons vão absorver com que velocidade?

**Alunos:** A mesma.

**Professor:** Por que a mesma?”

(Turma 2 – Questionário – 20:05 – 20:36)

Este momento foi categorizado como Dialogar - Questionamentos, pois o professor faz perguntas à classe a fim de trazê-la à discussão. A participação dos alunos é grande, no entanto as suas respostas são guiadas pelo discurso docente, e não pelos seus anseios fidedignos.

## Orientar em Geral

### - Conteúdo

**Alunos:** Professor!

**Professor:** Fala.

**Alunos:** O ultravioleta, eu não enxergo?

**Professor:** Nada. Pessoal ó, bem lembrado dele tá, ali a cor que eles colocaram pro ultravioleta é uma cor fictícia, tá, a gente não enxerga o ultravioleta, a gente só enxerga as cores que compõem a luz branca, né, que vai lá do vermelho até o anil, essas cores aqui, a faixa do ultravioleta e a faixa do infravermelho são cores fictícias, tá, a gente não enxerga, tá bom?

**Alunos:** Tá”.

(Turma 4 – Simulação – 15:39 – 16:05)

O trecho acima foi categorizado como Orientar em Geral – Conteúdo, porque o professor utiliza as falas dos alunos para levantar elementos importantes na compreensão do fenômeno bem como para instruí-los no decorrer da atividade. A participação da turma é essencial e fonte para os encaminhamentos futuros por parte do docente.

## Orientar em Geral

### - Técnica

**Professor:** Então vocês vão abrir um aplicativo que tem aí, que é o Efeito Fotoelétrico, o Efeito Fotoelétrico, tá? Vamos ver o que que é esse Efeito Fotoelétrico.

**Aluno:** Professor?

**Professor:** Oi?

**Aluno:** Precisa... (trecho não compreensível)

**Professor:** Não (trecho não compreensível) Ele vai colocar um aplicativo aí, vocês vão ver uma lâmpada, né? Você tem aí uma lâmpada...

**Aluno 1:** É no Google, professor?

**Professor:** Não, o aplicativo é local, ele vai jogar aí...

**Aluno 1:** Apareceu!

**Professor:** Tem uma tela com... de um determinado material aí, tá? O esquema é esse aqui, ó? Aliás tem uma pilha, né? Inicialmente a voltagem a gente vai deixar zero. Aqui você pode escolher uma das substâncias, pode ser o magnésio, o cálcio... escolhe uma das... uma substância aqui, magnésio, por exemplo. No canto superior à direita, você escolhe qual é o material, material da tela, né? Esse material é esse material da tela aqui, ó?”

(Turma 2 – Simulação – 2:03 – 3:10)

Este exemplo foi categorizado como Orientar em Geral – Técnica, porque o professor dá instruções práticas à classe para realizar a tarefa proposta, que, neste caso, são procedimentos específicos do software a ser analisado. Novamente a participação da turma é grande e fonte de questões e orientações posteriores por parte do professor.

## Orientar Individualmente

### - Conteúdo

**Aluno 4:** Não acontece, não acontece por quê? Por que que não aparece a... as ondas?

**Professor:** Por que que não acontece as...?

**Aluno 4:** Por que que não aparece as ondas? Porque no violeta aparece, ó!

**Professor:** Ah não, não, peraí. As ondas não aparecem aí. As ondas não aparecem. As ondas... o que que seriam as ondas que nós discutimos na sala de aula? Onde é que são as ondas aí?

**Aluno 4:** Estaria na, na, na...

**Professor:** Ah, tá no feixe de luz. As ondas seriam aqui, né? O fenômeno ondulatório. A onda é ali. É que esse programa, ele não tá mostrando dessa maneira, ele tá mostrando o feixe de luz, que é o que você subentendeu que as ondas estão aqui dentro, isso mesmo!”

(Turma 1 – Simulação – 22:28 – 23:08)

Este momento faz parte da categoria Orientar Individualmente - Conteúdo, pois o professor ajuda um aluno na realização da atividade. Neste caso, ele sana uma dúvida para que o aluno compreenda o efeito fotoelétrico. Vale ressaltar que são as perguntas dos estudantes que provocam as orientações do professor.

## Orientar Individualmente

### - Técnica

**Aluno 4:** Professor, o que quer dizer nm? O que quer dizer nm?

**Professor:** É o que você tá fazendo. Pra... mexe no comprimento da onda. Tem, tá acontecendo? Vai, vai, vai anotando, tem que anotar essas coisas! Ô, aconteceu, não aconteceu... mas você tem que... depois... peraí”.

(Turma 2 – Simulação – 7:28 – 7:54)

O trecho acima pertence à categoria Orientar Individualmente – Técnica, porque o docente auxilia um aluno na realização da atividade, fornecendo instruções para que ele compreenda as condições necessárias para a ocorrência do efeito fotoelétrico e assim seja capaz de realizar a tarefa.

## Gestionar a Classe

**Professor:** Pessoal, não levem a mal, mas vocês têm uma atividade pra fazer e nós estamos em aula, daria pra...

**Aluno 3:** Ah, mas tá todo mundo conversando, aí ó? E o senhor fica só aqui.

**Professor:** Pessoal, eles estão falando sobre a, a atividade.

**Aluno 3:** Ah, nós também!

**Professor:** Se você não tiver interessado, eu vou pedir pra você sair!

**Aluno 3:** Ah, eu tô interessado, eu tô lendo, eu tô lendo. Você só fala pra nós.

**Professor:** Não. Eles estão discutindo...

**Aluno 3:** Ah, só fala pra nós sim.

**Professor:** Eles estão discutindo o assunto.

**Aluno 3:** Só fala pra nós sim, então...

**Professor:** Eles estão discutindo o assunto. Você quer, por gentileza, vir?

**Aluno 3:** Ah, mas por que eu?

**Professor:** Porque eu tô pedindo!

**Aluno 3:** Frescura isso aí!”

(Turma 1 – Questionário – 9:37 – 10:10)

Este exemplo foi categorizado como Gestionar a Classe uma vez que o professor precisa estar preparado para lidar com os conflitos ao longo das atividades. Neste caso, o docente deve garantir que todos desenvolvam a tarefa proposta e, se necessário, tomar as sanções adequadas para manter o clima escolar.

## Análise

Agora se faz necessária uma análise de dois episódios a fim de buscar momentos de coerências e contradições, em que o saber foi posto em xeque. Com isso relacionaremos a dinâmica das aulas, expressa pelas categorias de ação didática e guiada pelos saberes docentes dos sujeitos analisados, com os saberes propostos por Tardif (2002).

O primeiro episódio se deu nas aulas do interferômetro de Mach-Zehnder da turma 3 (professor 2), mais especificamente nas aulas de discussão e de questionário. Foi considerado de destaque devido ao bom traquejo deste docente em aulas de inovação e, diante disso, houve a participação efetiva da maioria dos alunos. Vale ressaltar que ele está há 12 anos no NUPIC e possui experiência em aplicar sequências didáticas inovadoras no ensino médio. A fim de retomar as características do episódio, seguem as linhas do tempo das respectivas aulas.

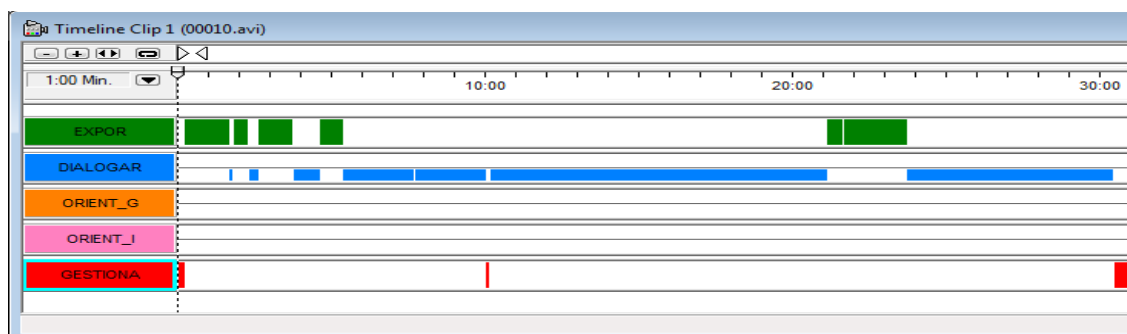


Figura 3 – Turma 3 – Discussão

\* Os intervalos sem categorização representam trechos irrelevantes.

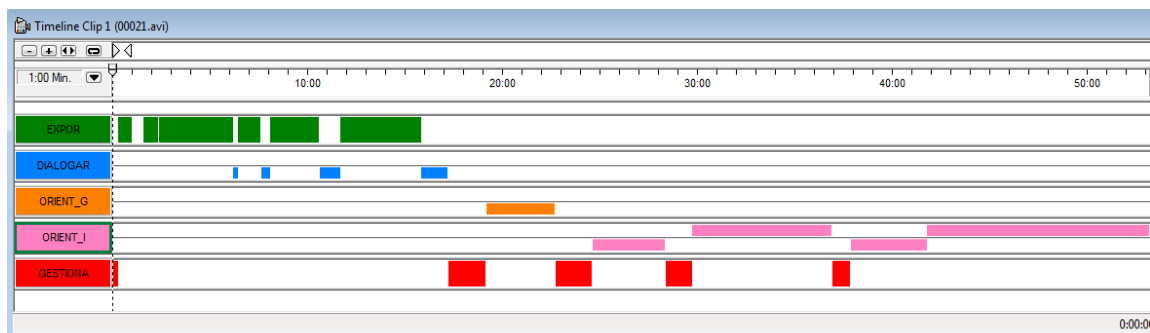


Figura 4 – Turma 3 – Questionário

\* Os intervalos sem categorização representam trechos irrelevantes.

Conforme ilustram as Figuras 3 e 4, neste episódio, a ação do docente ficou concentrada em orientar individualmente, dialogar e, em menor quantidade, expor e gestionar a classe. Tais categorias refletem um comportamento diferente do tradicional, pois o professor dá mais autonomia aos alunos para concluírem as tarefas e conduzirem as discussões, cabendo a ele um papel secundário. É importante dizer que os momentos de gestão de classe não foram destinados à manutenção da ordem da sala, mas sim às orientações sobre as atividades a serem realizadas.

Na aula de discussão sobre o interferômetro de Mach-Zehnder, o professor retoma brevemente as explicações sobre os modelos ondulatório e corpuscular, o efeito fotoelétrico e a interferência construtiva e destrutiva. Os alunos prestam atenção à fala do docente, sem muitas intervenções. Em seguida, após os alunos manusearem o interferômetro real, ele projeta a simulação virtual do interferômetro com o objetivo de mostrar o comportamento da luz e as interpretações dadas a ela.

A participação dos alunos aumenta quando o professor programou o aplicativo para jogar um fóton por vez e inseriu um detector de não demolição após um dos espelhos semirrefletores. O resultado obtido foi a formação da figura de interferência no anteparo. Em seguida, o docente questionou os alunos sobre o resultado do experimento:

**Professor:** *Como é que vocês arriscariam, pessoal, explicar essa imagem usando fótons.*

**Alunos:** *Professor, uma dúvida!*

**Professor:** *Fala.*

**Alunos:** *Quando é modelo ondulatório a luz é o laser. E, nesse caso, o que seria a luz?*

**Professor:** *Então, aqui eu estou usando o mesmo laser, só que agora o que está saindo do laser são as partículas.*

**Alunos:** *Dá pra gente fazer essa experiência sem ser no simulador?*

**Professor:** *A gente vai chegar nessa discussão daqui a pouco. Agora vamos voltar à questão inicial. Como você explicaria a figura?*

**Alunos:** *O fóton reflete? Se divide?*

**Professor:** *Pessoal, existe meio fóton?"*

O docente continuou a discussão introduzindo as quatro interpretações para a luz, a saber: ondulatória, corpuscular, dualista-realista e da complementaridade. Aqui cabe destacar uma contradição entre o seu discurso e a estratégia utilizada para alcançar o objetivo referido: ao invés de estimular os alunos a pensar nos modelos ondulatório e corpuscular para chegar às quatro interpretações, o professor expôs a teoria aos alunos. Desta forma, a turma não argumentou sobre elas e a aula seguiu o viés tradicional, diferente da proposta do curso.

Depois disso, o docente distribuiu o questionário aos alunos e pediu para que eles respondessem as perguntas individualmente. Seu papel foi o de um orientador, ajudando os alunos a entender as questões bem como retomando as interpretações àqueles que não compreenderam adequadamente, como mostra o trecho a seguir:

**Alunos:** *Professor, eu vim perguntar da primeira questão.*

**Professor:** *Fala.*

**Alunos:** *A luz é... pra mim, ela é ondulatória, então...*

**Professor:** *Não, você não entendeu, você vai ter que explicar como cada modelo compreende a luz.*

**Alunos:** *Ah, eu achei que era a minha opinião, de alternativa.*

**Professor:** *Não, isso é na terceira questão."*

O professor optou por colocar um resumo das quatro interpretações para o interferômetro de Mach-Zehnder na lousa com a intenção dos alunos recordarem o que cada uma defende, mas não se pode garantir que a maioria deles não copiou as colocações do slide, sem maiores reflexões. Talvez pelo fato dos alunos não participarem da construção das interpretações junto com o professor, esta etapa do curso ficou resumida à memorização.

Uma característica interessante das turmas desse docente é o empenho na resolução das questões. Eles não têm o hábito de perguntar tudo ao professor com a intenção de obter respostas prontas, nem tampouco copiam por inteiro a tarefa do colega. Nota-se que há uma dedicação em cumprir as atividades propostas, apesar das dificuldades. No final da aula o docente recolheu o questionário e agradeceu a participação da classe no curso.

Com o término da análise das aulas deste docente, pode-se indicar que alguns fatores foram cruciais para que ele conseguisse fazer do curso o mais próximo possível da proposta, como a experiência em inovar na sala de aula e o “hábito” que os seus alunos já adquiriram quanto à nova metodologia, a sua capacidade de improvisar diante das dificuldades e a opção por não responder prontamente as indagações dos alunos, fazendo-os pensar.

É preciso apontar que, em alguns momentos, o docente fugiu da proposta do curso, principalmente quando optou por conduzir as discussões ao invés de dar a fala aos alunos. Nestes momentos, pode-se concluir que o professor priorizou a gestão do tempo em relação à aprendizagem, pois estava apreensivo quanto à quantidade de aulas disponíveis para finalizar a aplicação. É interessante ressaltar que não se pode garantir que a turma chegaria sozinha à conclusão esperada.

O segundo episódio se deu nas aulas do interferômetro de Mach-Zehnder da turma 1 (professor 1), também nas aulas de discussão e de questionário. Foi considerado de destaque devido à recorrência das práticas tradicionais deste docente e, diante disso, a pouca participação e compreensão da maioria dos alunos. É o professor que está há 8 anos no NUPIC e não possui tanta experiência em aplicar sequências didáticas inovadoras no ensino médio como o outro docente. Além disso, parte da turma é ingressante na escola e não está acostumada com metodologias inovadoras. A fim de retomar as características do episódio, seguem as linhas do tempo das respectivas aulas.

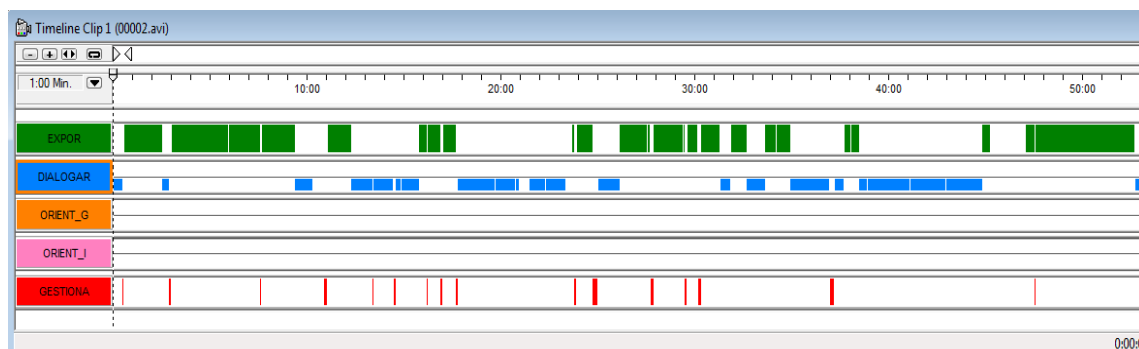


Figura 5 – Turma 1 – Discussão

- Os intervalos sem categorização representam trechos irrelevantes.

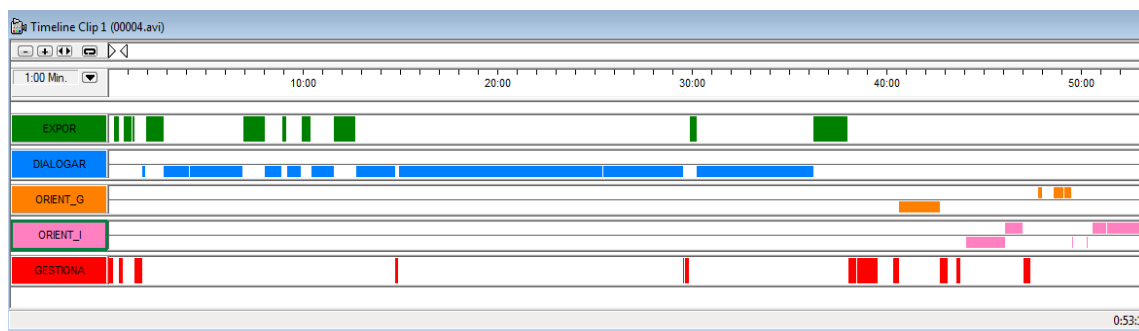


Figura 6 – Turma 1 – Questionário

- Os intervalos sem categorização representam trechos irrelevantes.

Conforme ilustram as Figuras 5 e 6, neste episódio, a ação do docente ficou concentrada em expor, dialogar, gestionar a classe e, em menor quantidade, orientar. Tais categorias ainda refletem uma

alternância entre um comportamento tradicional e a tentativa de dar mais autonomia aos alunos. Esta variação na atitude do professor foi característica ao longo do curso, uma vez que ele precisou mudar de estratégia algumas vezes para alcançar os objetivos. É importante dizer que os momentos de gestão de classe foram majoritariamente destinados à manutenção da ordem da sala, semelhante ao que ocorre em aulas tradicionais!

Na aula de discussão, o docente retoma brevemente os temas analisados nas aulas passadas, lançando questões à classe na tentativa de aumentar a participação dos alunos e, conseqüentemente, o seu aprendizado, porém a minoria deles responde satisfatoriamente. Constantemente, o professor precisa chamar a atenção dos alunos, que permanecem conversando a maior parte da aula. A interação efetiva entre o docente e a classe se dá com um pequeno grupo de alunos.

Diante disso, após os alunos manusearem o interferômetro real, o professor decide retomar a simulação virtual do interferômetro de Mach-Zehnder para explicar os caminhos percorridos pela luz e também de que maneira o modelo ondulatório interpreta tais observações. Além disso, o professor explica o que é interferência construtiva e destrutiva e como o efeito fotoelétrico é compreendido através do modelo corpuscular. Sobre isso, o docente mostra que a velocidade dos elétrons ejetados depende da frequência da luz, que, imediatamente, após a incidência da luz, os elétrons são ejetados da placa e que a intensidade da luz altera a quantidade de elétrons ejetados.

O grande momento de participação da turma se deu quando o professor alterou a fonte do interferômetro de Mach-Zehnder, que passou a emitir um fóton por vez, e inseriu um detector de não demolição no interferômetro. Os alunos tentavam propor explicações para as contradições observadas, como mostra o trecho a seguir:

**“Professor:** *Pessoal, qual figura que ele tá formando?*

**Alunos:** *Igual, a mesma.*

**“Professor:** *Mas não é fóton? Não é partícula? Se ele é uma partícula, como é que ele tá formando isso? Se isso aqui é uma figura de interferência e eu tô jogando um fóton por vez?*

**Alunos:** *Boa pergunta.*

**“Professor:** *Pra formar a figura de interferência a onda não interage com ela mesma? Eu tô jogando um fóton de cada vez! Como é que pode formar aquela figura? Que hipótese você faria?*

**Alunos:** *De tanto ficar fazendo, ele vai lá e se junta e forma a figura.*

**“Professor:** *É uma hipótese que ele está fazendo. Alguém tem outra? Ele tem que interferir com ele mesmo ou tem que chegar duas entidades aqui pra ter a interferência?*

**Alunos:** *Ele se dividiu.*

**“Professor:** *Opa!*

**Alunos:** *Ele se dividiu.*

**“Professor:** *O fóton poderia ter se dividido! Uma boa hipótese, o fóton poderia ter se dividido”.*

O docente continua dialogando com a turma sobre as interpretações para o interferômetro, induzindo-os a visões dualista-realista e da complementaridade e mostrando os problemas de cada uma. Neste momento, a turma presta mais atenção à fala do professor do que opina sobre as interpretações, diferente da proposta do curso.

Na aula de resolução do questionário de compreensão do interferômetro, o professor retoma as discussões feitas na aula anterior, a fim de que a turma consiga responder as perguntas satisfatoriamente. Ele enfatiza aos alunos que as notas obtidas nas atividades resultarão na média do bimestre. Notamos aqui uma contradição no discurso do docente, uma vez que o mesmo disse, no início do curso, para a turma não se preocupar com a obtenção de nota.

Ao longo da revisão feita pelo professor, percebe-se que os alunos continuam interpretando erroneamente a experiência do interferômetro, mesmo com toda a síntese feita na aula anterior. Os alunos não conseguiram explicar satisfatoriamente, utilizando as quatro interpretações da mecânica quântica, a obtenção da figura de interferência no anteparo, mesmo após o professor apresentar, seguindo o viés tradicional, cada uma delas. De maneira geral, após assistir e analisar as gravações das aulas, o aprendizado dos alunos foi abaixo do esperado e isso pode ser atribuído a pouca participação da turma nas atividades e nas discussões e ainda, provavelmente, ao estilo tradicional adotado pelo docente na condução das aulas.

Em seguida, os alunos se dividem em grupos para responder o questionário, e o professor enfatiza a necessidade dos alunos escreverem aquilo que compreenderam, sem copiar dos colegas. Seu papel nesta etapa foi de orientá-los na interpretação das perguntas, notando que a classe como um todo

apresentou dificuldades para sintetizar as observações. Coube a ele tentar retomar as explicações a fim de auxiliar os grupos, conforme o exemplo a seguir:

***Professor:*** *Pensa lá no fóton, como é que a ondulatória... Não dá pra...*

***Alunos:*** *Dá. A ondulatória...*

***Professor:*** *Pensa, você tem um fóton. A teoria ondulatória dá pra explicar?*

***Alunos:*** *Dá. O fóton vai...*

***Professor:*** *Mas ele não tem que interagir com ele mesmo?*

***Alunos:*** *O fóton não se divide, então ele teria que...*

***Professor:*** *Se você tá falando em ondulatória, como é que você pode pensar no fóton?"*

O professor colocou um resumo das interpretações para o interferômetro de Mach-Zehnder na lousa com a intenção dos alunos recordarem o que cada uma defende, mas nos pareceu que a maioria deles copiou as colocações do slide, sem maiores reflexões. Esta é uma prática recorrente entre os alunos da escola que este docente leciona. A turma não está acostumada a refletir sobre as perguntas, adotando a postura de que não compreendeu nada do que foi feito e copiando as tarefas dos colegas.

Após analisar as aulas acima, pode-se afirmar que, no final do curso, o professor tentou priorizar a aprendizagem dos alunos em detrimento do tempo, uma vez que sempre retomava as discussões já realizadas e também deixou a turma responder o questionário no seu ritmo. Além disso, o docente tentou não responder imediatamente as indagações dos alunos, fazendo-os pensar em todas as colocações feitas e chegar a uma solução individualmente. Estes fatos mostram uma pequena evolução no seu saber curricular em relação ao início do curso, importante para o aprimoramento da sua prática.

Entretanto, o saber que ditou a sua postura ao longo da sequência foi o experiencial, já que o professor permaneceu com postura tradicional na condução das aulas, expondo os elementos quando na verdade deveria propor questões aos alunos. Este saber também foi o responsável pelos momentos de gestão da classe, em que o docente procurou manter a ordem e a atenção da turma. A característica da sala também contribuiu para os raros momentos de problematização, pois não corresponderam perante a nova metodologia proposta.

### **Considerações Finais**

A primeira constatação a ser feita é sobre as categorias de análise. Elas são fruto da pesquisa e se mostraram consistentes na interpretação dos trechos destacados. Vale ressaltar que elas não representam os saberes docentes em si, mas sim a ação didática do docente que toma como base tais saberes.

Portanto, os papéis desempenhados pelos professores ao longo do curso foram de conduzir as discussões, expor o conteúdo, orientar os alunos nas atividades e administrar a turma. Desta forma, as categorias foram cruciais para uma visão completa da ação didática do professor e, conseqüentemente, para o mapeamento dos saberes docentes em uso.

Sobre eles, dois se destacaram nos episódios analisados: o saber curricular e o saber experiencial. O grande diferencial do professor 2 em relação ao professor 1 parece ser um maior desenvolvimento do seu saber curricular, mesmo em situações de inovação. Ele consegue lidar com os imprevistos, sejam eles externos ou internos, bem como contornar a pressão dos alunos e modificar a metodologia de trabalho tradicional, dando autonomia para que a turma chegue à conclusão.

É importante frisar que os alunos, já acostumados com a rotina diferenciada imposta pelo professor ao longo do ensino médio, respondem às expectativas de maneira positiva, apesar de levarem mais tempo para finalizar a tarefa do que o previsto e também apresentarem dificuldades na compreensão do modelo corpuscular da luz. Diante disso, o docente prioriza o aprendizado em detrimento da gestão do tempo, dilatando os prazos de sequência das tarefas.

O professor 1, por sua vez, mostrou um discurso diferente da sua prática, o que nos leva a crer que o seu saber curricular não está consolidado. Diante dos desafios surgidos, o docente recorre ao seu saber experiencial, moldado em práticas tradicionais, o que acabou modificando a proposta da sequência. Ele se preocupou mais em cumprir os prazos estabelecidos do que em lidar com os imprevistos e assumir os riscos que a modificação das estratégias requereu.

É notório que as turmas deste professor não perceberam a diferença metodológica do curso, comportando-se como nas demais aulas, ou seja, não fazendo as tarefas e não participando ativamente das discussões propostas. Como consequência, o docente percebeu que não conseguiu o resultado esperado,

mas não foi capaz de alterar a dinâmica das atividades, permanecendo com práticas tradicionais em um curso que a inovação era a tônica.

Percebe-se também que a demanda do curso partiu dos professores, não dos alunos, o que fugia da proposta inicial. Os docentes não conseguiram criar situações verdadeiramente educadora, em que os alunos se envolvessem com as questões e comandassem as discussões durante as aulas. Talvez fosse necessário um maior desenvolvimento dos seus saberes curriculares para que eles conseguissem cumprir este objetivo ou então que encontros de preparação fossem mais bem aproveitados.

Aponta-se, portanto, que um curso inovador, tanto pelo conteúdo quanto pela metodologia, não é garantia de sucesso, uma vez que a maneira como o professor vai incorporá-lo é crucial para que a aplicação seja satisfatória. Por sua vez, reconhecer que é necessário um fortalecimento do saber curricular do docente para que a apropriação das novas ideias se dê, parece-nos o caminho para potencializar a tão desejada mudança.

Estes aspectos nos levam à afirmação de que os saberes docentes são desenvolvidos após a ação, a partir de uma reflexão sobre a sua prática. Isso se justifica pela dificuldade em implementar o discurso inovador da reunião preparatória na sala de aula, como se as várias perturbações o fizessem adormecer, sobressaindo as memórias validadas pela experiência. Caso esta reflexão não ocorra, haverá a manutenção e a consolidação das estratégias tradicionais, mesmo que inconscientemente.

Com a análise e uma reflexão sobre os saberes docentes propostos por Tardif (2002), indicamos que dois deles se destacaram durante a aplicação do curso: o saber curricular e o saber experiencial. Ao primeiro, atribuímos a capacidade que os docentes tiveram para manter, mesmo que, em alguns momentos, as estratégias inovadoras e o controle dos imprevistos, uma vez que eles reconheceram a importância de fazer um curso diferente do tradicional.

Sobre o segundo, entendemos que ele é requisitado durante os momentos de conflito, em que o professor precisa recorrer a algum macete para solucioná-lo, ou também no cumprimento da rotina escolar. Desta maneira podemos afirmar que a tradição escolar prevalece até mesmo com estes professores especiais, já que houve alguns momentos de prática inovadora do docente 2 e poucos trechos por parte do docente 1.

Pensando em um contexto mais amplo, a fim de que sequências inovadoras sejam aplicadas por professores quaisquer, é necessário desenvolver um saber curricular voltado às novas estratégias durante a formação inicial e, se possível, garantir que os docentes participem da elaboração de propostas inovadoras por meio de formação continuada. Espera-se, com isso, aumentar as crenças de autoeficácia, diminuir os obstáculos e minimizar a formação docente ambiental, cruciais para a modificação da inércia escolar.

## REFERÊNCIAS

- Barojas, J. (1988). *Cooperative networks in Physics Education*. AIP Conference Proceedings, 173. New York: American Institute of Physics.
- Barrelo Junior, N. (2010). *Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática de física moderna*. (Dissertação de mestrado, FEUSP, São Paulo). Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-22062010-140211/pt-br.php>
- Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Ministério da Educação/ Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>
- Brockington, G. (2005). *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio*. (Dissertação de mestrado, IF/FEUSP, São Paulo). Recuperado de <http://www.inf.unioeste.br/~reginaldo/FisicaModerna/emerson/A Realidade escondida a dualidade onda-part%Edculapara estudantes do Ensino M%E9dio.pdf>
- Gauthier, C. (1998). *Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*, Ijuí: Unijuí.
- Gil, D. P.; Senent, F. & Solbes, J. (1987). La Introducción a La Física Moderna: Un Ejemplo Paradigmático de Cambio Conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, (n. Extra ), p. 209-210.



- Ludke, M. & Andre, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U.
- Meirieu, P. (1998). *Aprender... Sim, mas como?* Porto Alegre: ARTMED.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação. Perspectivas Sociológicas*. Lisboa: Dom Quixote.
- Rimmele, R. (2009). *Videograph 2009: manual versão em inglês*. Kiel: Universitat Kiel.
- Sabino, A. R. (2015). *Saberes Docentes desenvolvidos na inserção de Física Moderna no Ensino Médio: um estudo de caso. (Dissertação de mestrado, IB/IQ/IF/FEUSP, São Paulo)*. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-20072015-101848/pt-br.php>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Siqueira, M. R. Da P. (2006). *Do visível ao indivisível: uma proposta de Física das Partículas Elementares para o Ensino Médio. (Dissertação de mestrado, IB/IQ/IF/FEUSP, São Paulo)*. Recuperado de <http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/teses/DissertMAXWELL.pdf>
- Sousa, W. B. (2009). *Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio. (Dissertação de mestrado, IB/IQ/IF/FEUSP, São Paulo)* Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-17092012-141621/pt-br.php>
- Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.
- Tardif, M. & Lessard, C. (2008). *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.

**Recebido em:** 30.05.2016

**Aceito em:** 05.10.2016