



Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências

ISSN: 1415-2150

ensaio@fae.ufmg.br

Universidade Federal de Minas Gerais

Brasil

Pereira de Pereira, Alexsandro; Ostermann, Fernanda; Holanda Cavalcanti, Cláudio José de
A OCORRÊNCIA DE 'FALA PRIVADA' ENTRE ADULTOS: UMA ESTRATÉGIA ANALÍTICA PARA O
ESTUDO DAS FUNÇÕES INTRAPSICOLÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 13, núm. 1, enero-abril, 2011, pp. 105-120

Universidade Federal de Minas Gerais

Minas Gerais, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129518610008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

A OCORRÊNCIA DE 'FALA PRIVADA' ENTRE ADULTOS: UMA ESTRATÉGIA ANALÍTICA PARA O ESTUDO DAS FUNÇÕES INTRAPSICOLÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS¹

Alexsandro Pereira de Pereira*
Fernanda Ostermann**
Cláudio José de Holanda Cavalcanti***

RESUMO: O presente trabalho apresenta um estudo sobre a fala privada em uma tarefa conduzida por um grupo de licenciandos em Física e mediada por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. O objetivo desse estudo é verificar a ocorrência da fala privada entre adultos e analisar como esse modo de mediação é utilizado em uma situação de resolução de problemas envolvendo conceitos de Física Quântica. Os resultados de uma análise discursiva pautada na perspectiva sociocultural mostraram que a fala privada surgiu da interação dos estudantes com as ferramentas culturais fornecidas pelo cenário sociocultural (roteiro e *software*). Esse modo de mediação foi utilizado no ordenamento da própria ação, assim como no planejamento de novas ações em direção a solução dos problemas.
Palavras-chave: Fala Privada, Ensino de Ciências, Abordagem Sociocultural.

THE OCCURRENCE OF 'PRIVATE SPEECH' AMONG ADULTS: AN ANALYTICAL STRATEGY FOR STUDYING THE INTRA-PSYCHOLOGICAL FUNCTIONS IN SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT: This paper presents a study on private speech in a task conducted by a group of undergraduate physics students and mediated by a virtual Mach-Zehnder interferometer. The aim of this study is to verify the occurrence of private speech among adults and to analyze how this means of mediation is used in a solving-problem situation involving quantum physics concepts. The results of an analysis of discourse based on socio-cultural perspectives showed that private speech came from interaction between students and cultural tools provided by the socio-cultural setting (guide and software). This mean of mediation is used in the ordering of own actions, as well as in the planning of new actions in solving-problems situations.

Keywords: Private Speech, Science Education, Socio-cultural Perspective.

*Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
E-mail: alexsandro.pereira@ufrgs.br
**Professora Adjunta do Departamento de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
E-mail: fernanda.ostermann@ufrgs.br
***Professor Adjunto do Departamento de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
E-mail: claudio.cavalcanti@ufrgs.br

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais relevantes da abordagem sociocultural é a ênfase dada ao papel desempenhado pela interação social no desenvolvimento das funções mentais humanas. Na tradição vygotskyana, afirma-se que as funções mentais superiores têm origem social; elas surgem inicialmente no plano interp-sicológico (isto é, entre indivíduos) para só mais tarde aparecerem no interior do indivíduo. Essa transição das formas de operações externas em funções psicológicas internas é mediada por instrumentos e signos e possui uma estreita relação com a noção de zona de desenvolvimento proximal proposta por Vygotsky (1994). Segundo esse autor, a zona de desenvolvimento proximal é definida como:

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1994, p. 112).

Esse conceito tem sido amplamente abordado na pesquisa em Educação em Ciências, tendo como principais focos o papel desempenhado pela fala do professor na regulação do aluno (AGUIAR JÚNIOR & MORTIMER, 2005; MORTIMER & SCOTT, 2002; REZENDE & OSTERMANN, 2006) e o papel desempenhado pela fala do aluno na regulação de colegas menos experientes (COSTA *et al.*, 2008; DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA *et al.*, 2009).

Segundo Wertsch (1999), um dos principais objetivos da abordagem sociocultural é explicar as relações existentes entre o funcionamento da mente humana e as situações culturais, institucionais e históricas nas quais esse funcionamento ocorre. No intuito de estabelecer a relação entre esses dois domínios, Wertsch propõe que a pesquisa sociocultural adote a noção de ação mediada como unidade de análise (WERTSCH, 1993, 1999). Partindo dessa perspectiva, uma das preocupações da abordagem sociocultural é tentar explicar como os indivíduos de uma determinada cultura se servem da linguagem (fala, escrita, gestos e outros meios de comunicação) para mediar sua atividade, seja no plano social através da fala comunicativa, seja no plano intrapsicológico através da fala interior (DICAMILLA & ANTÓN, 2004).

Vygotsky (1994) afirma que a fala interior representa o pensar para si próprio, conduzido na forma de uma fala silenciosa. Essa operação é inacessível à análise externa, estando ela limitada a outras formas de análise indireta. Vygotsky focou esse tema ao atacar o problema da relação entre pensamento e fala. Ele propôs uma teoria baseada na existência de três formas distintas de linguagem: a fala exterior (comunicativa), a fala egocêntrica² (privada) e a fala interior. Ao invés de encarar a fala privada na criança como um fenômeno temporário, como fez Piaget, Vygotsky sugeriu que ela representasse uma nova capacida-

de funcional: a autorregulação (WERTSCH, 1979). Assim, a história do desenvolvimento da criança é descrita em termos de processo de 'internalização' no qual a fala comunicativa é transformada em fala privada e posteriormente em fala interna (JONES, 2009).

Na perspectiva sociocultural, a fala privada desempenha um papel central no desenvolvimento das funções mentais. Seus estudos partem do pressuposto de que ela emerge da fala social e tem uma função cognitiva (WERTSCH, 1977). Conforme DiCamilla e Antón (2004) apontam, a maioria dos estudos sobre a fala privada tem focado sua atenção no uso desse recurso linguístico no desenvolvimento mental de crianças, não reconhecendo a frequente ocorrência desse fenômeno entre adultos. De acordo com Soskin e John (1963), dada a situação adequada e a circunstância adequada, os adultos apresentam uma quantidade apreciável de fala privada. Esta é uma das premissas a ser explorada em nosso estudo.

O presente trabalho apresenta um estudo sobre a fala privada no ensino de Ciências. Nossa pesquisa foi conduzida a partir de uma tarefa realizada por um grupo de licenciandos em Física, mediada por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. O objetivo desse estudo é verificar a ocorrência da fala privada entre adultos e analisar o uso que os estudantes fazem dela ao enfrentar uma situação de resolução de problemas envolvendo conceitos de Física Quântica. Na primeira parte desse trabalho, esboçaremos alguns aspectos relevantes da teoria de Vygotsky sobre a origem e a função da fala privada no desenvolvimento das funções mentais superiores. Na segunda parte, apresentaremos três episódios de interação discursiva em que o fenômeno da fala privada é facilmente identificado. Para avaliar como os estudantes se servem da linguagem, conforme eles progridem na tarefa, utilizamos como quadro metodológico uma técnica de análise discursiva pautada na filosofia da linguagem de Bakhtin³ (2006). Cabe salientar que alguns resultados apresentados no presente trabalho fazem parte de um estudo mais amplo que investiga o ensino de Física Quântica na formação inicial de professores de Física (PEREIRA, 2008).

VYGOTSKY E O FENÔMENO DA FALA PRIVADA

Interessado em estabelecer a natureza psicológica específica da fala, Vygotsky e seus colaboradores empreenderam um estudo sobre a fala interior e a sua relação como o pensamento (VYGOTSKY, 1987, 1994). Segundo Vygotsky, os estudos sobre a inteligência prática em animais, bem como em seres humanos, e os estudos sobre o desenvolvimento da fala na criança foram, em seu tempo, conduzidos de forma paralela, sem que os teóricos de sua época reconhecessem a relação intrínseca entre essas duas funções. Conforme advertiu Vygotsky (1994), essa desarticulação entre esses dois campos de estudos teve como consequência a criação do conceito de 'fala egocêntrica' proposta por Piaget.

Fazendo uso de uma analogia com a revolução copernicana, Piaget (1973) afirmou que a criança na primeira infância reage às relações sociais e ao pensamento em formação com um egocentrismo herdado da fase lactante, período em que o bebê, inconsciente de si mesmo, se coloca no centro da realidade⁴. Na história do desenvolvimento da criança, o pensamento egocêntrico, segundo Piaget (1989), é uma forma intermediária entre o pensamento autístico e o pensamento dirigido. Assim, ao analisar o surgimento da linguagem na criança, Piaget sugeriu que toda fala extraída delas pode ser categorizada em dois grandes grupos: a fala egocêntrica (privada), isto é, a fala dirigida para si mesmo, e a fala socializada (comunicativa), dirigida para o outro. Em presença de outras crianças, a fala privada, em contraste com a comunicativa, toma a forma de um monólogo coletivo – a criança fala em voz alta para si diante dos outros. Para ilustrarmos o tipo de fenômeno que Piaget tinha em mente, tomaremos emprestado um exemplo proposto por Vygotsky:

Estou sentado à minha escrivaninha, conversando com uma pessoa que está atrás de mim, sendo-me impossível vê-la; essa pessoa sai da sala sem que eu perceba, e continuo a falar, na ilusão de ainda estar sendo ouvido e compreendido. Externamente, estou falando comigo e para mim mesmo, mas psicologicamente, minha fala é social. Do ponto de vista de Piaget, acontece o contrário na criança: a sua fala egocêntrica é uma fala de si para si mesma, só aparentemente é social, da mesma forma que minha fala dera a falsa impressão de ser egocêntrica (VYGOTSKY, 1987, p. 119).

Esse comportamento, tipicamente observado em crianças pré-escolares, foi abordado por Vygotsky a partir de uma perspectiva bastante distinta daquela utilizada por Piaget. Embora ambos teóricos concordassem quanto à existência e à estrutura da fala privada, como podemos observar no exemplo citado acima, o mesmo não ocorre com relação à sua função. Para Piaget, a fala privada não desempenhava nenhuma função psicológica específica no desenvolvimento da criança. Ela apenas reflete o seu pensamento egocêntrico, extinguindo-se gradualmente na medida em que a criança vai se socializando e, com isso, objetivando sua realidade. Vygotsky, ao contrário, atribui à fala privada uma função autorreguladora, processo de fundamental importância na organização da atividade da criança.

Para exemplificarmos o que Vygotsky tinha em mente ao atacar o problema da fala privada, consideremos o ‘experimento do doce no armário’ conduzido por Levina (VYGOTSKY, 1994), um de seus colaboradores. O experimento consistiu na observação do comportamento de crianças entre quatro a cinco anos de idade ao realizar a seguinte tarefa. A criança era solicitada a tentar pegar um doce que estava guardado em cima de um armário, fora do seu alcance direto. Para auxiliá-la, a criança poderia utilizar uma vara e alguns bancos. Após cuidadosas observações, foi possível verificar que quanto mais a criança se envolvia na atividade, mais a fala privada surgia como parte do seu esforço em realizar a tarefa. Inicialmente, a fala da criança era utilizada para descrever e ana-

lisar a situação, transformando-se pouco a pouco em um mecanismo de planejamento. Vygotsky descreveu a ação de uma das crianças analisadas da seguinte maneira:

(parada ao lado de um banco, olhando e, com a vara, tentando sentir algo sobre o armário) “Subir no banco.” (Olha para o experimentador, muda a vara de mão.) “Aquilo é mesmo um doce?” (Hesita.) “Eu posso pegá-lo com aquele outro banco, subo e pego.” (Pega o outro banco.) “Não, não dá. Eu poderia usar a vara.” (Pega a vara e esbarra o doce.) “Ele vai se mexer agora.” (Acerta o doce.) “Moveu-se, eu não consigo pegá-lo com o banco, mas a vara funcionou” (VYGOTSKY, 1994, p. 34).

A partir dessas observações, Vygotsky pode extrair dois resultados importantes: (1) “As crianças não ficam simplesmente falando o que estão fazendo; sua fala e ação fazem parte de uma mesma função psicológica complexa, dirigida para a solução do problema em questão”; (2) “Quanto mais complexa a ação exigida pela situação e menos direta for a solução, maior a importância que a fala adquire na operação como um todo” (*ibid.*, p. 34).

Além desse estudo, Vygotsky (1989) e seus colaboradores conduziram uma série de outros experimentos em condições similares àqueles realizados por Piaget, porém com algumas dificuldades adicionais. Foi possível verificar que a fala privada é, antes de qualquer coisa, uma tentativa da criança de contornar as dificuldades impostas pela situação. Assim, Vygotsky pode refutar algumas implicações derivadas da teoria de Piaget, a saber: (1) o aumento da quantidade de fala privada na ausência de outras crianças; (2) o aumento da quantidade de fala privada ao destruir a ilusão da criança de estar sendo compreendida; (3) o aumento da quantidade de fala privada ao impedir a criança de falar em voz alta. O argumento de Vygotsky baseia-se no fato de que se a fala privada na criança é o reflexo do seu pensamento egocêntrico, conforme afirma Piaget, então qualquer tentativa de privá-la de se socializar com outras pessoas deverá inibir seu processo de descentralização e objetivação da realidade, resultando em um aumento expressivo da quantidade de fala privada.

Após observar a ocorrência de fala privada em crianças brincando em presença de outras (situação que permite o monólogo coletivo), Vygotsky comparou o resultado com situações em que a criança se encontrava junto de crianças estranhas, sozinha em uma mesa no canto da sala ou completamente só, sem a presença do experimentador. Em outra experiência, para desfazer a ilusão das crianças de estarem sendo compreendidas, Vygotsky as colocou juntas de crianças surdas-mudas ou de crianças estrangeiras. Em um terceiro experimento, Vygotsky proibiu as crianças de falarem em voz alta, permitindo apenas que sussurrassem. Em uma versão alternativa desse mesmo experimento, as crianças foram colocadas ao lado de uma sala onde uma orquestra tocava tão alto que abafou completamente suas vozes. Em todos os casos, a quantidade relativa de fala privada reduziu consideravelmente com relação aos experimentos conduzidos em situações similares àquelas estudadas por Piaget. Em um desses experi-

mentos em particular, o coeficiente de fala privada reduziu à zero na maioria dos casos, reduzindo-se à oitava parte nos demais.

Outro resultado importante foi obtido por Vygotsky quando comparou a quantidade de fala privada em crianças de diferentes idades. Diferentemente das crianças pré-escolares, as crianças em idade escolar frequentemente analisavam a situação em silêncio antes de encontrar a solução do problema. Quando questionadas sobre o que estavam pensando, no entanto, suas respostas se assemelhavam em muito às falas privadas observadas em crianças pré-escolares. Esse resultado sugere que as mesmas operações mentais realizadas pelas crianças pré-escolares, por meio da fala privada, são utilizadas internamente em crianças de idade escolar, ocorrendo na forma de fala interior silenciosa. O fato de elas recorrerem ora à fala privada ora à reflexão silenciosa indica que ambas as operações são equivalentes. Vygotsky concluiu que a fala privada observada na criança representa um estágio transitório no processo de internalização da fala comunicativa em fala interior.

A fala interior em adultos, por outro lado, representa o pensar para si próprio e desempenha a mesma função que a fala privada desempenha na criança. Em outras palavras, a fala interior é a fala privada silenciosa, já interiorizada, utilizada como mecanismo de autorregulação. Os adultos utilizam a fala interior para organizar a própria ação da mesma maneira que utilizam a fala exterior (comunicativa) para organizar a ação de outros indivíduos. Partindo dessa perspectiva, nos deparamos com a seguinte questão metodológica: como estudar os processos intrapsicológicos utilizados por adultos na realização de uma tarefa? Como já observamos na seção anterior, a fala interior é, por definição, inacessível à análise externa.

Vygotsky (1987) sinaliza que o estudo de um processo interno só é possível quando o externalizamos experimentalmente. É nesse sentido que buscamos focar nossa atenção no fenômeno da fala privada. Sustentamos a asserção de que a fala privada em adultos consiste na externalização momentânea da fala interior. Partimos da hipótese de que seu surgimento, embora menos frequente do que entre crianças, se deve a fatores específicos da situação social mais imediata enfrentada pelo indivíduo. Esperamos com isso obter alguns *insights* sobre as circunstâncias em que a fala privada emerge entre adultos, bem como o uso que os indivíduos fazem dela ao enfrentar uma determinada situação. Para identificar as possíveis ocorrências de fala privada em nosso estudo, utilizamos como principal critério a sua tendência natural à abreviação. De acordo com Vygotsky (1987), a sintaxe abreviada de frases e orações durante a fala egocêntrica e interna preserva o predicado e as partes da oração associadas com ele, excluindo o sujeito e as palavras com ele relacionadas.

TRÊS EXEMPLOS DE FALA PRIVADA NO ENSINO DE FÍSICA QUÂNTICA

Em setembro de 2007, uma turma da sétima etapa do curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal foi submetida a uma atividade didática centrada na exploração de *software* que simula uma bancada do interferômetro de Mach-Zehnder (OSTERMANN *et al*, 2006). O objetivo dessa atividade foi estudar o fenômeno de interferometria quântica segundo a abordagem conceitual proposta por Pessoa Jr. (2005). A tarefa consistiu em montar o interferômetro de Mach-Zehnder em diferentes configurações e comparar os resultados obtidos em ambos os modos de operação (regime clássico e regime quântico). Essa atividade, conduzida em um laboratório de informática, foi desenvolvida ao longo de dois encontros, totalizando uma carga horária de quatro horas-aula. Os onze estudantes presentes nesses encontros foram separados em cinco grupos (quatro duplas e um trio) e receberam um pequeno roteiro desenvolvido para guiá-los durante a atividade. Cada grupo dispôs de um microcomputador com os seguintes recursos instalados: o interferômetro virtual de Mach-Zehnder, um microfone e um gravador de som.

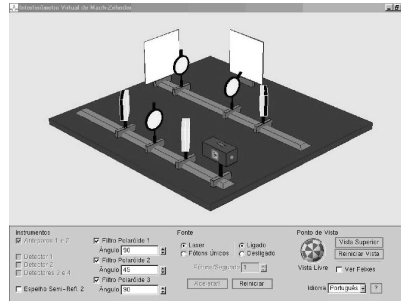
Os diálogos entre os estudantes foram registrados em áudio e posteriormente transcritos para análise. Os resultados da análise do discurso não serão discutidos nesse artigo (para mais detalhes, vide PEREIRA *et al*, 2009). Ao invés disso, apresentaremos três episódios de ocorrência de fala privada entre adultos na tentativa de obter alguns *insights* sobre o uso que os estudantes fazem desse recurso linguístico na realização da tarefa proposta.

Nos episódios apresentados a seguir, as frases em *itálico* representam leituras em voz alta. As frases em **negrito** representam os enunciados que acreditamos serem exemplos de fala privada. É possível obter uma superposição desses dois casos, como será mostrado a seguir. Os três pontos (...) no meio das frases representam uma pequena pausa por parte do locutor. Os erros de português e as ocorrências de linguagem coloquial foram mantidos para preservar a o contexto e autenticidade dos enunciados.

Episódio 1.

Ao trabalhar no item sete do roteiro, Leandro e Paulo (nomes fictícios) retiraram o segundo espelho semirrefletor do interferômetro e colocaram três filtros polaróides, conforme mostra a Figura 1. Os estudantes identificaram um *bug* de programação na simulação. Segundo a montagem descrita acima, um feixe luminoso de baixa intensidade deveria estar projetado no anteparo 1 (mais à esquerda) devido à presença do filtro polaróide 2 (mais à direita).

Figura 1. Bug de programação na simulação do interferômetro



- (01) Leandro: Bom, vamos pra 7. **Bota o polaróide 3. Bota... opa! Aqui tá...?** Quanto era pra botar aqui? **Aqui era 45, né?** Aqui eu boto quanto? **90?** E é nós! E morre tudo lá... Sim! Mas esse é outro bug, né?
- (02) Paulo: Deixa eu ver... Tu tá fazendo o 3 ali?
- (03) Leandro: Sim. Aqui ele ia matar a metade, né? Mas daí ele ia tá polarizado nesse sentido aqui, não é? Depois de passar por esse polaróide.
- (04) Paulo: Éhhh...
- (05) Leandro: Ia tá assim, né?
- (06) Paulo: Hu, hum.
- (07) Leandro: Aí, ele ia chegar aqui... Assim... E ia passar a metade lá. Então aqui tinha que passar... Metade da metade? É isso? É isso? Metade passa aqui e metade passa aqui.

Uma rápida análise do diálogo acima revela diversos aspectos da dinâmica estabelecida pela dupla na realização da tarefa. Podemos observar que Leandro assume para si a função do parceiro mais experiente, no sentido de se responsabilizar pelas asserções explicativas. Sua primeira explicação (fala 03) organiza o pensamento do Paulo, conduzindo-o até a compreensão do problema de programação do *software*, conforme indica o enunciado [Éhhh...] (turno 04). Nesse contexto, 'Éhhh...' poderia significar o mesmo que 'Ah, claro. Agora eu entendi!'. É curioso notar que a estratégia adotada por Leandro na regulação da ação do Paulo não se limita apenas ao uso de argumentos lógicos expressos através da linguagem falada; muito de sua comunicação se manifesta através de gestos. As palavras 'nesse sentido' (turno 03) e 'assim' (turno 07) sinalizam um movimento com as mãos, desenhando no ar o sentido de oscilação do campo elétrico.

Vejamos agora os primeiros enunciados do diálogo (turno 01) de maneira mais cuidadosa e detalhada. A frase [Bom, vamos pra 7.], emitida por Leandro, parece desempenhar a função de antecipar sua ação ao colega. Essa afirmação parece correta quando analisamos o enunciado [Aqui eu boto quanto? 90?]. Nessa pergunta, dirigida para Paulo, a palavra 'eu' evidencia que é Leandro quem manipula o *software*. Assim, podemos supor que cabe a ele a fun-

ção de determinar o ritmo da atividade, planejando e antecipando novas ações. Vejamos agora a seguinte frase: [Bota o polaróide 3.]. Para quem se dirige esse enunciado? Para Paulo? Provavelmente não (se o Leandro é quem controla o interferômetro, como poderia Paulo *botar o polaróide 3?*). Externamente, esse enunciado dá a falsa impressão de ser uma fala social. Psicologicamente, no entanto, trata-se de uma fala privada, utilizada como um meio de autorregulação. É difícil determinar qual seria a função específica dessa fala na organização da ação do Leandro. O contexto sugere que ele utiliza a própria fala para frisar cada ação descrita no roteiro, evitando assim o 'atropelamento' de algumas etapas (ver apêndice).

O enunciado [Bota... opa!] pode ser considerada uma fala privada pela mesma razão atribuída ao enunciado analisado anteriormente. Sua função, nesse caso, é chamar a própria atenção para um possível erro na realização de uma operação. Nesse contexto, 'opa' poderia significar o mesmo que 'espera um pouco. Eu cliquei o botão errado'.

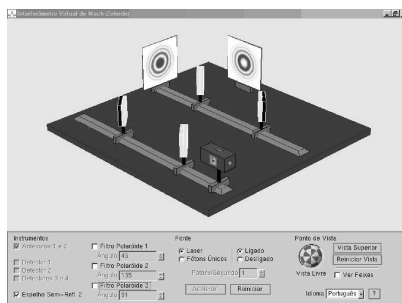
A sequência de enunciados emitidos por Leandro sugere que a frase [Aqui tá...?] seja igualmente caracterizada como fala privada. Apesar de sinalizar uma dúvida de Leandro com relação à orientação dos filtros polaróides no interferômetro, essa fala é orientada internamente e parece ter a função de ordenar as novas informações recém extraídas do enunciado do roteiro (nesse caso, os ângulos de polarização).

Vejamos agora as frases [Quanto era pra botar aqui?] e [Aqui era 45, né?]. Esses enunciados guardam entre si uma semelhança funcional; ambos são orientados externamente e sinalizando uma dúvida de Leandro. É possível, no entanto, identificar uma diferença fundamental entre esses enunciados. Enquanto o primeiro gera no ouvinte uma expectativa de resposta, o segundo enunciado gera uma simples tendência à confirmação. Isso significa que no momento que Leandro emite o primeiro enunciado, ele desconhecia (ou não lembrava) a orientação a ser ajustada no filtro polaróide 2. Ao emitir o segundo enunciado, no entanto, ele parece já ter uma boa idéia do valor que ele deveria utilizar. Repare que apesar da pergunta 'quanto era pra botar aqui?', Leandro não espera pela resposta. Ele mesmo responde e segue com a atividade mesmo sem a participação do colega. Este comportamento caracteriza o diálogo de Leandro consigo mesmo, concretizado na forma um monólogo coletivo. Durante esse processo, ele se serve da própria fala para conduzir seu pensamento em direção à solução do problema em questão.

Episódio 2.

Ao trabalhar no item oito do roteiro, Leandro e Paulo recolocaram o segundo espelho semirrefletor e retiraram os três filtros polaróides, conforme mostra a Figura 2. Eles foram solicitados a explicar o padrão de anéis observado nos anteparos.

Figura 2. Interferência em regime clássico: padrão de anéis



(01) Leandro: Tá, agora vamos fazer o que ele manda aqui. *Arraste o mouse até a fonte do laser e clique no botão verde desliga... Ok, desliguei! Retire os polaróides... Ok. Tá, recoloque o segunda... Ok. Tá, agora tu liga... Tá, é o que eu imaginei! ... Tá, isso é por causa da diferença de caminho óptico: pá, pá. Não é? Ali, ó. Ótimo.*

Os enunciados apresentados acima constituem outro exemplo de monólogo coletivo. Uma rápida análise nos enunciados acima mostra que parte desse monólogo é o resultado da interação entre Leandro e o roteiro de atividades. Essa interação dispensou qualquer participação de Paulo na solução do problema. Analisando o início da fala de Leandro, podemos concluir que o enunciado [Tá, agora vamos fazer o que ele manda aqui] é orientado externamente e tem a mesma função que o enunciado [Vamos pra 7.] mostrado no episódio anterior. Ele serve para comunicar ao Paulo a sua ação, conforme eles progridem na atividade. O enunciado [Arraste o mouse até a fonte do laser e clique no botão verde desliga.] representa a leitura do roteiro em voz alta. Podemos supor que essa fala é orientada tanto externa como internamente, pois informa ambos os estudantes o tipo de montagem requerida para o interferômetro.

Vejamos agora o uso que Leandro faz do enunciado [Ok, desliguei!]. Trata-se novamente de uma fala privada. Ela orienta-se internamente e regula a ação de Leandro sobre o interferômetro. Sua função mediadora parece ser novamente a de marcar cada passo dado por Leandro durante a execução da atividade, no intuito de cumprir todas as etapas sem deixar nenhum item de lado. O mesmo ocorre com os enunciados [Retire os polaróides... Ok.] e [Tá, recoloque o segundo... Ok]. É importante notar que a palavra ‘desliguei’ usada em um dos enunciados acima mostra que Leandro continua a ser o indivíduo responsável

Vejamos agora o enunciado [Ta, agora tu liga...]. Externamente, parece uma fala social. Fora de contexto, seria natural supor que essa fala consiste em uma ordem autoritária dirigida para Paulo. No contexto desse diálogo, no entanto, podemos observar que esse enunciado é internamente orientado e poderia significar o mesmo que ‘Pronto. Agora podemos ligar a fonte e analisar a projeção do feixe luminoso nos anteparos’.

Analisemos agora um terceiro exemplo do uso de fala privada entre adultos, vivenciado por outra dupla de estudantes. Para estudar o experimento em regime quântico, César e Rogério (nomes fictícios) selecionaram na fonte a opção ‘fótons únicos’ e substituíram os anteparos por detectores de fótons, conforme mostra a Figura 3. Os estudantes identificaram o fenômeno de interferência quântica utilizando uma analogia com a óptica ondulatória.

Controlador de Acesso

NÚMERO DE FOLHAS

Folha	15/16
Detector 1	0
Detector 2	0
Detector 3	15/16
Detector 4	0
Ativador 1	0
Ativador 2	0

Detetores

- ☐ Detector 1
- ☐ Detector 2
- ☐ Detectores 3 e 4

Ativadores

- ☐ Ativador 1
- ☐ Ativador 2

Folha

- ☐ Ligar
- ☐ Falar Juntos
- ☐ Ligado
- ☐ Desligado

Folhas (página)

Alimentar **Reiniciar**

Verde no Verde

Vista 2D **Vista 3D**

Vista Livre **Ver Folhas**

Modo

Podemos observar, através do diálogo acima, a dinâmica estabelecida pelos estudantes na realização da tarefa. Rogério parece exercer a função de parceiro mais capaz. Suas explicações (turnos 01 e 03) são dirigidas a César no intuito de conduzi-lo a compreensão do fenômeno observado no interferômetro. É interessante notar que a pergunta [É um fóton de cada vez, né?], emitida por César, orienta o pensamento de Rogério em uma nova direção, preparando o contexto para a introdução de um novo argumento ('Ele não pode se dividir!'). Nesse diálogo, os estudantes exploraram os aspectos corpusculares e ondulatórios do fenômeno, aproximando-se do que Feynman *et al* (1963) referiram-se como o grande mistério da Física Quântica. A ênfase dada ao caráter individual do fóton na fala de César demonstra certa resistência de sua parte em atribuir ao quantum de luz aspectos tipicamente ondulatórios.

Vejam agora, com maior cuidado, o enunciado [Só aparece um deles.] emitido por Rogério. Externamente, a fala de Rogério é dirigida para César, da mesma forma que o enunciado [Detector 3 só o que é refletido]. A palavra 'refletido', nesse enunciado, é bastante inadequada para o problema em questão, mas podemos inferir pelo contexto que, nessa frase, ela poderia significar o mesmo que 'acionado'. Analisando agora o enunciado [Ah, claro. O padrão de interferência.], podemos perceber que Rogério se vale da própria fala para organizar seu pensamento em direção à solução do problema. Isto significa que, psicologicamente, os enunciados emitidos anteriormente eram, na verdade, internamente orientados. Trata-se, portanto, de outro episódio de fala privada. Tendo isso em vista, podemos perceber, nos primeiros enunciados, duas características que não estavam visíveis à primeira análise. A primeira delas é a sua natureza abreviada. A frase 'Só aparece um deles' poderia, em um processo de comunicação, ser substituída por uma oração mais extensa como 'Os fótons só aparecem em um dos detectores', da mesma maneira que a frase 'Detector 3 só o que é refletido' poderia ser substituída por 'Somente o detector três é acionado'. A segunda característica é o fato de que esses dois enunciados são utilizados para descrever e analisar o fenômeno observado no interferômetro. Esse uso específico da fala privada foi observado por Vygotsky em crianças pré-escolares. É interessante notar que essa operação poderia ter sido realizada mediante o emprego da fala interior silenciosa. É provável que a presença de César tenha feito com que Rogério externalizasse seu pensamento no intuito de manter a dinâmica de diálogo de modo que o processo pareça social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, apresentamos um estudo sobre o fenômeno da fala privada entre adultos em uma tarefa conduzida por um grupo de licenciandos em Física e mediada por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. Inicialmente, esboçamos alguns aspectos relevantes da teoria de Vygotsky sobre

o fenômeno da fala privada em crianças e seu papel no desenvolvimento das funções mentais superiores. A seguir, apresentamos três episódios em que o fenômeno da fala privada é facilmente identificável em adultos e analisamos o uso que futuros professores de Física fizeram desse recurso linguístico na realização de uma tarefa envolvendo conceitos de Física Quântica.

Os resultados preliminares de nossa análise mostraram que a fala privada aparentemente emerge de duas situações específicas: (1) da interação do estudante com o roteiro de atividades, frequentemente durante a leitura dos enunciados em voz alta; (2) da interação do estudante com o *software*, especialmente quando o resultado do experimento mostra-se contraintuitivo para os estudantes. Durante sua interação com o roteiro de atividades, a fala privada parece regular a ação do estudante de modo a ordenar sua atividade. Frases conjugadas no imperativo tais como “faça isso” ou “faça aquilo” são lidas uma a uma em voz alta, na tentativa de ordenar sua ação e garantir que todas as etapas descritas no enunciado sejam concluídas. Na interação do estudante com o *software*, a fala privada toma a forma de um sinalizador para indicar a realização de um procedimento inadequado, tal como a seleção de uma opção errada no painel de controle do interferômetro virtual. Nos momentos mais difíceis da atividade, no entanto, a fala privada serviu também na descrição e análise da situação enfrentada pelo estudante. Essa operação permite que o estudante planeje sua ação na direção da solução do problema. Esses casos são facilmente identificados em situações em que o estudante responde suas próprias perguntas, como vimos na situação anterior.

Muitas das operações realizadas pelos estudantes na forma de fala privada poderiam ser conduzidas na forma de uma fala interior silenciosa. Nos estudos conduzidos por Vygotsky, a criança recorre à fala privada na medida em que é privada de interagir com um adulto. Em nossos estudos, no entanto, a situação parece ser contrária. Os resultados sugerem que a presença de outro indivíduo na condução da atividade é uma condição necessária para a emergência da fala privada. Levando em conta o fato de que os adultos são capazes de internalizar diretamente as diferentes formas de fala comunicativa em fala interior, a externalização desse modo de autorregulação garante uma aparente participação do colega durante a realização da tarefa. Apesar de ser internamente dirigida, a fala privada mantém a dinâmica do diálogo, dando uma falsa impressão de ser uma fala social.

Os resultados encontrados em nosso estudo mostram a relevância das atividades colaborativas no âmbito da pesquisa em Educação em Ciências. A construção social de significados possibilita o uso explícito de certos recursos linguísticos que nem sempre são perceptíveis ao experimentador durante a análise do trabalho individual. Além de permitir a compreensão de alguns aspectos gerais dos processos interpsicológicos conduzidos pelos indivíduos, as atividades em grupo possibilitam, através do estudo da fala privada, a análise de funções intrapsicológicas que se mantêm escondidas no indivíduo sob a forma de fala interior silenciosa.

Apêndice. Trechos do roteiro de atividades utilizado pelos estudantes

Polarização dos feixes do laser

Em Instrumentos, marque a caixa de seleção Filtro Polaróide 1, digite 90 no campo de opções Ângulo e tecle ENTER. i) O que se observa em cada um dos anteparos? ii) Por que obtemos este padrão?

Marque a caixa de seleção Filtro Polaróide 2, digite 45 no campo de opções Ângulo e tecle ENTER.
(i) O que se observa em cada um dos anteparos? (ii) Por que obtemos este padrão?

Marque a caixa de seleção Filtro Polaróide 3, digite 90 no campo de opções Ângulo e tecle ENTER.
(i) O que se observa em cada um dos anteparos? (ii) Por que obtemos este padrão?

Interferência em regime clássico

Arraste o MOUSE até a fonte do laser e clique no botão verde (desliga). Retire os três polaróides (desmarcando as caixas de opções correspondentes) e recoloque o segundo semiespelho marcando a caixa de seleção Espelho Semirrefli. 2. Ligue a fonte do laser.
(i) O que se observa em cada um dos anteparos? (ii) Por que obtemos este padrão?

Interferência em regime quântico

Desligue a fonte do laser e clique no botão Reiniciar. Em Instrumentos, marque a caixa de seleção Espelho Semirrefli. 2 e ligue a fonte do laser novamente.
(i) O que se observa em cada um dos detectores? (ii) Por que obtemos este padrão?
Clique no botão Acelerar! “cinco” vezes e compare novamente a contagem de fótons emitidos pela fonte com o número de fótons coletados em cada detector.

NOTAS

- ¹ Esse artigo é uma versão ampliada de um trabalho apresentado no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 08 a 13 de novembro de 2009.
- ² Utilizaremos aqui o termo 'fala privada' por ser mais usual na literatura.
- ³ Assumiremos aqui que a obra 'Marxismo e filosofia da linguagem' é de autoria de Bakhtin.
- ⁴ A fase da primeira infância é o período se estende dos dois aos sete anos de idade, enquanto que a fase lactante corresponde ao período entre o nascimento do bebê e os seus dois anos de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIR JÚNIOR, O. G.; MORTIMER, E. F. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 179-207, ago. 2005.
- BAKHTIN, M. M. [Voloshinov, V. N.]. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 12 ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- COSTA, A. R.; J. P. OLIVEIRA; J. M. ALVES. Analisando a construção de explicações individuais e coletivas em aulas sobre ligações iônicas, na 8ª série. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias*, Vigo, v. 7, n. 1, p. 86-106, 2008. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- DICAMILLA, F. J.; ANTÓN, M. Private speech: a study of language for thought in the collaborative interaction of language learners. *International Journal of Applied Linguistics*, Leuven, v. 14, n. 1, p. 36-69, Jan. 2004.
- FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *The Feynman lectures on Physics*. New York: Addison-Wesley, 1963. v. 3.
- JONES, P. E. From 'external speech' to 'inner speech' in Vygotsky: A critical appraisal and fresh perspectives. *Language & Communication*, Oxford, v. 29, n. 2, p. 166-181, Apr. 2009.
- DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermédia de Biomecânica. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias*, Vigo, v. 7, n. 2, p. 399- 419, 2008. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 21 jun. 2009.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 1-12, set. 2002.
- OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. Desenvolvimento de um Software para o Ensino de Fundamentos de Física Quântica. *A Física na Escola*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 22-25, maio, 2006.
- PEREIRA, A. P. *Fundamentos de Física Quântica na formação de professores*: uma análise de interações discursivas em atividades centradas no uso de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. 2008. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F.; CAVALVANTI, C. J. H. O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 8, n. 2, p. 376-398, 2009. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 08 nov. 2009.
- PESSOA Jr, O. *Conceitos de Física Quântica*. 2 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- PIAGET, J. *A linguagem e o pensamento da criança*. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- PIAGET, J. *Seis estudos de psicologia*. 6 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1973.
- REZENDE, F.; OSTERMANN, F. Interações discursivas on-line sobre Epistemologia entre professores de Física: uma análise pautada em princípios do referencial sociocultural. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias*, Vigo, v. 5, n. 3, p. 505-521, 2006. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 03 jan. 2009.
- SOSKIN, W. F.; JOH, V. The study on spontaneous talk. In: Barber, G (Org.). *The stream of behavior*: explorations of its structure and content. New York: MIT Press, 1963. p. 97-144.

- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- WERTSCH, J. V. *Inner speech revisited*. Paper presented at Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, New Orleans, 17-20 March 1977.
- WERTSCH, J. V. From social interaction to higher psychological processes: A clarification and application of Vygotsky's theory. *Human Development*, Berkeley, v. 22, n. 1, p. 1-22, 1979.
- WERTSCH, J. V. *La mente en acción*. Buenos Aires: Aiqué, 1999.
- WERTSCH, J. V. *Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

data recebimento: 12/04/2010

data aprovação: 19/10/2010

data versão final: 07/02/2011