

## UM ESTUDO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO SOCIAL DA MENTE EM ATIVIDADES COLABORATIVAS NAS AULAS DE FÍSICA QUÂNTICA

**PEREIRA PEREIRA, A. (1); OSTERMANN, F. (2) y CAVALCANTI DE, C. (3)**

(1) Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul [alexsandro.pereira@ufrgs.br](mailto:alexsandro.pereira@ufrgs.br)

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [fernanda@if.ufrgs.br](mailto:fernanda@if.ufrgs.br)

(3) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [claudio.cavalcanti@ufrgs.br](mailto:claudio.cavalcanti@ufrgs.br)

---

### Resumen

Diversos estudos no campo da psicologia, antropologia e ciências sociais desenvolveram a concepção da mente como algo que se estende para além da pele. O presente trabalho apresenta, no âmbito do ensino de física quântica, uma investigação sobre o fenômeno da distribuição social da mente a partir de uma atividade didática desenvolvida com um grupo de graduandos em Física e mediada por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. A análise do discurso dos estudantes mostrou que, em alguns debates mais polêmicos, alguns grupos desempenharam a função de achar uma resposta adequada aos problemas propostos, atuando como sistemas integrados e não como conjuntos de indivíduos isolados.

---

### Objetivo

A perspectiva da mente socialmente distribuída é uma teoria baseada na tradição de Vygotsky que encontra contrapartida em diversas outras áreas do conhecimento humano. De acordo com essa perspectiva, a concepção da mente fica muito limitada quando a concebemos como algo estritamente confinada dentro da cabeça. Essa concepção da mente como algo “fora do corpo” tem sido utilizada como quadro-teórico em diversas pesquisas em Educação, aparecendo freqüentemente sob o rótulo de *cognição distribuída*.

O presente trabalho apresenta, no âmbito do ensino de física quântica, um estudo empírico sobre o fenômeno da cognição distribuída a partir de uma atividade didática desenvolvida com um grupo de graduandos em Física e mediada por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. Nosso objetivo é avaliar o uso desse recurso na resolução colaborativa de problemas. Buscamos, através desse estudo, responder a questão de como a interação social nas aulas de física leva a internalização de conceitos de física quântica, utilizando como quadro teórico uma abordagem sociocultural da cognição distribuída (Wertsch, 1993).

## Marco teórico

Nosso ponto de partida reside nos achados de Vygotsky (1994) sobre a formação social das funções mentais e sua estreita relação com o uso de instrumentos e signos. Vygotsky e seus colaboradores desenvolveram um estudo sobre o fenômeno da memória indireta (mediada) que resultou na percepção de algumas atividades mentais, tais como pensar e lembrar, como operações socialmente distribuídas. O famoso experimento da *tarefa das cores proibidas*, conduzido por Leontiev (Vygotsky, 1994), demonstrou com particular clareza o papel desempenhado pelos signos no uso da memória e da atenção voluntária. Segundo Vygotsky, a simples operação de dar um nó num laço ou marcar um pedaço de madeira no intuito de lembrar-se de alguma coisa, modifica a estrutura psicológica do processo de memória, estendendo-a para além das dimensões biológicas do sistema nervoso humano (p. 52). É precisamente no uso mediado de meios externos ao corpo humano, durante a organização e controle do comportamento individual, que se define a natureza distribuída da atividade mental.

Ao abordar esse tema, Wertsch (1993) toma emprestado de outros autores a concepção na qual a mente é concebida como algo que “se estende além da pele”. Ele utiliza essa noção em pelo menos dois sentidos: sua freqüente distribuição social e sua conexão com a noção de mediação. No intuito de estabelecer a relação entre o funcionamento da mente humana e o contexto sociocultural, Wertsch (1999) propõe o uso da *ação mediada* como unidade de análise. De acordo com o primeiro sentido apontado por Wertsch, a ação pode ser externa ou interna, podendo ser conduzida tanto por grupos (pequenos ou grandes) como por indivíduos isolados. Para ilustrarmos o tipo de fenômenos que Wertsch tem em mente, consideremos o seguinte exemplo proposto por Tharp e Gallimore (Apud Wertsch, 1993):

Uma criança de 6 anos de idade perdeu seu brinquedo e pede ajuda para seu pai. O pai pergunta onde ela viu o brinquedo pela última vez; A criança diz: "Eu não consigo lembrar". Ele faz uma série de perguntas: "Ele não está no seu quarto? Lá fora? No vizinho?". Para cada pergunta, a criança responde não. Quando ele diz, "no carro?" ela diz: "Eu acho que sim" e sai para recuperar o seu brinquedo (p. 27).

Segundo Wertsch, não podemos, nesse caso, responder à pergunta “quem achou o brinquedo?” apontando um ou outro indivíduo isoladamente. A dupla realizou essa função no plano interpsicológico. No presente

trabalho, nossa preocupação é com outras dimensões da ação mental, tal como a resolução colaborativa de problemas.

## Metodologia

Nossa pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, e consiste em uma análise de um grupo de graduandos em Física ao realizar uma tarefa sobre interferometria quântica, mediada por um simulador virtual do interferômetro de Mach-Zehnder (Pereira *et al.*, 2009). Os estudantes (onze no total) foram separados em cinco grupos e colocados juntos a um microcomputador equipado com o interferômetro virtual, microfone e gravador de som. Eles também receberam um pequeno roteiro para guiá-los durante a atividade.

Os diálogos entre os estudantes foram registrados em áudio e posteriormente transcritos para análise. Os resultados da análise não serão discutidos aqui por questões de espaço. Ao invés disso, apresentaremos um exemplo de cognição distribuída entre dois estudantes, Arnaldo e Diego (nomes fictícios), conforme eles progrediam na atividade.

Os estudantes regularam a fonte para emitir um único fóton de cada vez e retiraram o segundo espelho semi-refletor do interferômetro (figura 1). Os fótons eram detectados ora no detector azul (mais à esquerda), ora no detector laranja (mais à direita). Os estudantes tiveram de responder as seguintes questões:

- a) *É possível inferir o caminho percorrido pelo fóton? Explique.*
- b) *O fóton é capaz de se dividir em dois “meios fótons”? Explique.*

(01) Arnaldo – *É possível inferir o caminho percorrido pelo fóton? Não, né? Existe uma probabilidade de ele ir pelo caminho A ou pelo caminho B, mas a gente não pode falar nada sobre isso.*

(02) Diego – *É. Só podemos dizer que existe 50% de chance pra cada caminho. Só isso.*

(10) Arnaldo – *Sim.*

(11) Diego: *Não, não. Mas a gente está viajando! Olha, lê essa outra pergunta. Eu acho que isso aqui não é o que a gente está respondendo. Se a gente pode inferir o caminho, a gente pode! Se ele é detectado*

pelo azul, obviamente ele seguiu esse caminho aqui. Se ele é detectado pelo laranja, ele obviamente seguiu esse caminho aqui. Nós podemos inferir o caminho percorrido pelo fóton. De acordo com o detector que pega ele.

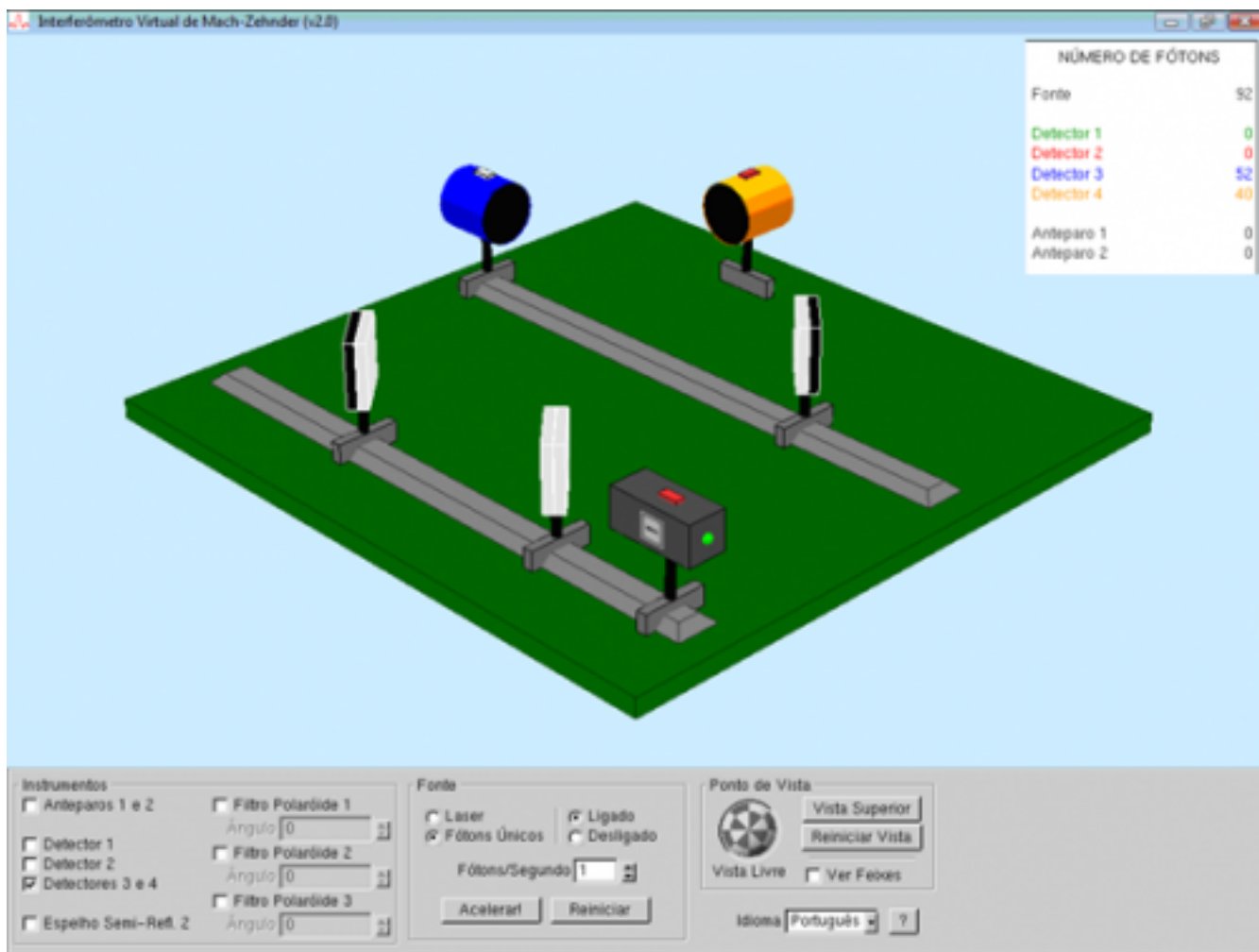


Figura 1. A indivisibilidade dos fótons.

Nesse diálogo, podemos perceber a importância da interação não apenas entre os estudantes, mas também entre os estudantes e os meios de mediação (roteiro e software). Após a leitura do item (b), Diego foi capaz de reavaliar sua resposta. De alguma forma, o item (b) organizou a ação de Diego de modo a corrigir a resposta dada ao item (a), conforme mostra o enunciado “Olha, lê essa outra pergunta. Eu acho que isso aqui não é o que a gente está respondendo.”.

É interessante notar que o item (b) não responde ao item (a)! A dinâmica do diálogo sugere, no entanto, que Diego não teria conseguido responder adequadamente a questão (a) sem antes ler a questão (b). Não podemos, portanto, definir claramente quem resolveu o problema assinalando Diego ou o item (b) do roteiro isoladamente.

## Conclusões

Podemos observar que alguns diálogos são marcados por um fenômeno análogo ao que alguns autores definem como cognição distribuída. Em alguns debates mais polêmicos (não mostrados aqui por questões de espaço), a construção de significados ao longo da atividade surgiu através de um processo complexo de interanimação de vozes no qual é impossível identificar um único autor para as respostas dadas assinalando um ou outro indivíduo isoladamente. O grupo como sistema desempenhou tal função no plano interpsicológico. Na maioria dos casos, essa interanimação de vozes caracterizou-se pela construção deliberada de argumentos confusos por parte de um dos estudantes que, de uma forma ou de outra, acabaram por orientar o pensamento e a ação do colega.

Os resultados encontrados no presente estudo mostram a relevância das atividades em grupo desenvolvidas nas aulas de ciências. No plano interpsicológico ou social, as interanimação de vozes, presentes nas atividades em grupo, possibilitam a construção de novos significados, processo estreitamente vinculado à noção de zona de desenvolvimento proximal proposta por Vygotsky (1994). Não se trata, no entanto, de um estudante mais experiente simplesmente ajudar o colega menos capacitado. O grupo como um todo atuando como um sistema é capaz de resolver certos problemas que nem o mais capaz dos companheiros consegue resolver isoladamente. Trata-se, portanto, de uma via de mão dupla onde todos os membros do grupo se beneficiam com a atividade. Nesse contexto o software utilizado se mostra um recurso promissor como mediador na internalização de conceitos centrais da física quântica.

## Referências bibliográficas

Pereira, A. P.; Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H. (2009). On the use of a virtual Mach-Zehnder interferometer in the teaching of quantum mechanics. *Physics Education*, 44(3), 281-291.

Vygotsky, L. S. (1994). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 5. ed. São Paulo, Brasil: Martins Fontes.

Wertsch, J. V. (1993). *Vocês de la mente: um enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid, España: Visor Distribuciones.

Wertsch, J. V. (1999). *La mente en acción*. Buenos Aires, Argentina: Aiqué, 1999.

## CITACIÓN

PEREIRA, A.; OSTERMANN, F. y CAVALCANTI, C. (2009). Um estudo sobre a distribuição social da mente em atividades colaborativas nas aulas de física quântica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 728-733  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-728-733.pdf>