

## **Uso de recursos mediacionais na resolução de questões conceituais em Física**

### **Use of mediational mean in solving physics conceptual problems**

**Larissa Alves de Moraes**

Universidade Federal de Minas Gerais – FaE/UFMG  
larissaalves1102@gmail.com

**Orlando Gomes de Aguiar Júnior**

Universidade Federal de Minas Gerais – FaE/UFMG  
orlando@fae.ufmg.br

**Douglas Henrique Mendonça**

Universidade Federal de Viçosa – UFV Campus Florestal  
douglasmendonca@ufv.br

#### **Resumo**

Neste trabalho, analisamos como são articulados diferentes recursos mediacionais na resolução de questões de Física no contexto de uma disciplina de “Física Conceitual” em uma Universidade Federal. Os dados foram coletados por meio de gravações em vídeo das aulas e produção escrita dos estudantes. A análise foi fundamentada nos princípios da Teoria da Atividade (ENGESTROM, 1987) e na aprendizagem das linguagens da ciência (LEMKE, 1998; MORTIMER, 2014). Identificamos uma contradição enfrentada pelos estudantes no processo de elaboração das respostas às questões conceituais de Física. Dentre os resultados, destacamos o livro texto da disciplina como um recurso mediacional importante para as transições entre linguagem comum e linguagem científica, empreendidas pelos estudantes.

**Palavras chave:** ensino de Física, ambientes de aprendizagem, recursos mediacionais, linguagens da ciência, conceitos científicos.

#### **Abstract**

In this work, we analyze how different mediational resources are articulated in the resolution of Physics questions in the context of a “Conceptual Physics” undergraduate class at a Federal University. Data were collected through video recordings of the classes and student’s written production. The analysis was based on the principles of Activity Theory (ENGESTROM, 1987) and on the learning of the languages of science (LEMKE,

1998; MORTIMER, 2014). We identified a contradiction faced by students in the process of developing answers to conceptual questions in Physics. Among the results, we highlight the textbook of the discipline as an important mediational resource for the transitions between common language and scientific language, undertaken by students.

**Key words:** physics teaching, learning environments, mediational mean, languages of science, concepts of science.

## Introdução

Esta comunicação faz parte de um estudo de mestrado e tem por objetivo analisar como são articulados diferentes recursos mediacionais na resolução de questões de Física no contexto de uma disciplina intitulada “Física Conceitual”, ofertada em regime remoto para estudantes de 1º e 2º anos de licenciatura em Física de uma universidade federal. Nesta disciplina, o professor propõe questões conceituais de Física que devem ser solucionadas pelos estudantes, trabalhando em pequenos grupos, a fim de reverem e aprofundarem os principais conceitos básicos de Física, e suas aplicações em contextos.

Entendemos que o ambiente de aprendizagem da disciplina Física Conceitual se constitui em um contexto social, cultural e histórico específico. Por essa razão, adotamos uma perspectiva sociocultural na análise desse ambiente de aprendizagem, reconhecendo que a aprendizagem conceitual de Física se dá não apenas por processos cognitivos no cérebro humano, mas por processos do corpo todo fazendo uso constante de ferramentas e artefatos materiais no ambiente e interpretando suas próprias ações e seus resultados por meio de sistemas de signos socialmente aprendidos e culturalmente específicos, como a linguagem, diagramas e símbolos matemáticos (LEMKE, 1998). Segundo Wertsch (1998), as ferramentas e artefatos materiais não moldam apenas nossas ações sobre o ambiente, mas também a nós mesmos ao interferirem nos nossos processos mentais.

Adotamos a Teoria Sócio-Histórico-Cultural da Atividade ou Teoria da Atividade (TA), que caracteriza as práticas ocorridas em sala de aula como sistemas de atividades (ENGESTROM, 1987), e tem como unidade de análise da aprendizagem a atividade humana (LEONTIEV, 1979), que é coletiva e consciente, porquanto movida por uma necessidade que orienta as ações a um objeto. Essa perspectiva teórica se baseia na ideia de que o indivíduo não pode ser compreendido fora de seu ambiente cultural, e a sociedade não pode ser compreendida sem as ações de indivíduos que usam e produzem os artefatos culturais (VYGOTSKY, 1978).

Ao utilizar a TA para analisar a atividade de estudantes e professores em contextos educacionais, devemos considerar que a aprendizagem ocorre de forma coletiva, onde os sujeitos se influenciam através de suas relações e suas ações são mediadas por artefatos (materiais e simbólicos). Sendo necessário para essa análise não só os sujeitos e seus papéis, mas também a divisão de trabalho, as regras, a comunidade, os recursos mediacionais e a

produção de sentidos e significados.

Para este trabalho, consideraremos o sistema de atividade como delimitado pelo intervalo de tempo em que um grupo de estudantes tem suas ações movidas pela necessidade de encontrar a solução para uma questão conceitual de Física, cujo resultado é materializado pela resposta redigida e entregue ao professor.

No modelo expandido sobre a Teoria da Atividade proposto por Engeström (1987), as contradições possuem um papel fundamental de possibilitar mudanças e transformações na atividade. Segundo Engeström (2001), contradições são mais do que problemas ou conflitos, são tensões nos e entre os elementos de uma atividade, assim como entre sistemas de atividade. E a tentativa de superação das contradições são impulsionadoras de mudança e desenvolvimento da atividade.

Em nosso sistema de atividade, identificamos uma contradição no processo de elaboração da resposta à questão proposta, visto que na maior parte da discussão com o grupo os estudantes expressam suas ideias através da linguagem cotidiana, mas espera-se que a resposta final entregue ao professor seja redigida em linguagem científica. Como veremos na análise dos dados, há uma preocupação recorrente dos estudantes com relação a adequação da linguagem que deve expressar a resolução da resposta. Essa transição de linguagem cotidiana à linguagem científica não se limita apenas o uso correto de jargão técnico, mas determina novas possibilidades de articulação de ideias e compromissos do que constitui uma boa explicação em física.

Para Mortimer (2014), a linguagem cotidiana, utilizada pelos estudantes no dia a dia, é linear, apresentando uma ordem sequencial que é estabelecida e mantida. Nessa linguagem, o narrador sempre está presente, e as ações realizadas são expressas por verbos. Sendo natural que os estudantes utilizem a linguagem cotidiana na maior parte do tempo em sala de aula, já que o mundo em que vivem é dinâmico, onde seres e coisas são designados por nomes e processos por verbos. Já a linguagem científica é predominantemente estrutural, o agente normalmente está ausente, ocultando a perspectiva de um narrador. Na linguagem científica, os processos se transformam em nomes ou grupos nominais e os verbos não expressam mais ações e sim relações.

Segundo o autor, a aprendizagem das ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa, de acordo com Lemke (1998), é uma integração sinérgica entre linguagem verbal, linguagem de representação visual, linguagem do simbolismo matemático e linguagem das operações experimentais. Segundo este autor, para que para os estudantes aprendam a raciocinar e agir cientificamente eles precisam aprender a transitar entre as diferentes linguagens da ciência e usá-las de maneiras significativas e adequadas.

Assim, acreditamos que a contradição identificada no sistema de atividade pode ser superada por meio da articulação de diferentes recursos mediacionais, o que pode possibilitar aos estudantes transitarem entre as diferentes linguagens da ciência, e finalmente, serem capazes de elaborar uma resposta cientificamente adequada ao problema apresentado.

## Metodologia

O contexto educacional pesquisado é um ambiente virtual da disciplina Física Conceitual, ofertada em regime remoto para estudantes de início de curso de licenciatura em Física em uma universidade federal. A disciplina Física Conceitual é uma disciplina optativa e tem por objetivo rever e aprofundar os conceitos básicos de Física com enfoque de Ensino Médio e contextualização por meio de resolução de problemas relacionados ao cotidiano dos estudantes.

Na dinâmica da disciplina, anteriormente a cada uma das aulas, os estudantes leem um capítulo do livro texto (Física Conceitual, de Paul Hewitt) e respondem a um questionário de leitura do texto. Nas aulas, semanais, com duração de duas horas, os estudantes se reúnem virtualmente em grupos de 4 componentes e devem responder a uma lista de seis a oito problemas conceituais fornecidos pelo professor. As respostas devem ser entregues ao final da aula. A cada aula, um dos integrantes do grupo é o relator.

Os dados foram coletados por meio de gravações em vídeo das aulas e produção escrita dos estudantes. Um dos grupos, composto de quatro estudantes, foi escolhido para análise. Para este trabalho, selecionamos um episódio que permite discutir e propor respostas à questão de pesquisa.

## Análise dos dados

Iremos apresentar dados de um episódio característico do ambiente de aprendizagem da disciplina Física Conceitual, que nos permite analisar as articulações entre os diversos recursos mediacionais utilizados na resolução de uma questão conceitual de Física. Observaremos os diferentes recursos trazidos pelos estudantes, e como tais recursos direcionam as ações dos sujeitos ao objeto da atividade.

O grupo analisado é composto de 4 estudantes homens, que trataremos pelos pseudônimos Jonas, Lucas, Natan e Samuel.

O episódio apresentado a seguir aconteceu durante a sexta aula, que tinha como referência o capítulo 6 do livro intitulado Momentum. O enunciado da questão que iremos analisar é mostrado na Figura 2.

**Figura 2:** Segunda questão da aula 6. Questionário relativo ao tema Momentum.

2	Um bombeiro tem dificuldade de segurar uma mangueira que ejeta água em grande quantidade e com alta velocidade. Para facilitar, ele procura manter a mangueira o mais esticado possível, sem fazer curvas. Por quê?
---	---

**Fonte:** Autores.

Abaixo apresentamos a primeira parte do episódio, que tem início após o estudante Jonas ler o enunciado da questão em voz alta para o grupo.

*1. Lucas: Enfim / eu pensei // a primeira coisa que veio na minha cabeça é que se a mangueira fizer curvas / é // o impulso que a água vai causar dentro da*

*mangueira pra poder chegar até o final seria maior do que se ela tivesse reta / entendeu (?)*

*2. Samuel: Por que (?)*

*3. Lucas: Sei lá / pensa você correndo num labirinto // que que é mais fácil de você quebrar a parede do labirinto (?) / se tiver reto ou se tiver cheio de curvas (?) / sendo que você tá numa puta alta velocidade / entende (?) / quebrar a parede seria a mangueira ficar desorientada e o bombeiro não conseguir segurar ela / entendeu (?)*

*4. Samuel: Mano / tipo / eu acho que // eu acho que tá no caminho / mas não é isso ainda*

*5. Jonas: Esse exemplo do labirinto foi bom mano / eu concordei // tipo assim mano / eu acho que como a água tem alta velocidade / quando ela tá dobrada ela exerce uma força muito maior nas paredes da mangueira / e fica mais difícil de segurar // quando ela tá tipo assim /esticadinha / ela vai sair com a velocidade máxima e o cara mal vai sentir a água passando dentro da mangueira*

No início do episódio, Lucas apresenta um primeiro palpite de resposta para a questão, de que em uma mangueira com curvas o impulso que a água faz nas paredes dessa mangueira é maior do que em uma mangueira esticada. Seu palpite é expresso em linguagem cotidiana, os fatos são apresentados numa ordem sequencial e linear, e os verbos indicam ações que são realizadas pela água nesse processo. Em seguida, o estudante justifica seu pensamento por meio de uma analogia, que o ajuda a pensar na situação da questão em um contexto imaginário (o labirinto) mas familiar (jogos e colisões com o próprio corpo). O uso dessa analogia como recurso mediacional para atribuir sentido à situação proposta evidencia como os estudantes formulam suas próprias respostas, eles combinam aquilo que está sendo ensinado com conhecimentos e experiências anteriores (MORTIMER, 2014).

No turno 4, Samuel considera o raciocínio válido, mas alega que é ainda insuficiente, sem justificar a razão disso. Adiante, veremos que ele se preocupa em adequar as ideias apresentadas à linguagem científica.

No turno 5, Jonas tenta traduzir a analogia do colega por meio de linguagem científica, utilizando os conceitos de velocidade e força, mas sua fala ainda é predominantemente em linguagem cotidiana. Ele expressa seu pensamento em ordem sequencial e linear, utilizando os verbos exercer, sair e sentir indicando ações. Seu pensamento caminha em direção ao pensamento científico, mas não há, ainda, uma justificativa para a atribuição (correta) de maior força exercida pela água nas paredes da mangueira quando passa por uma curva.

*6. Samuel: Mano / eu tava tentando achar uma forma de relacionar a curva da mangueira com a velocidade do fluxo de água dentro da mangueira / pra jogar naquela equação de momento ou de impulso / pra gente poder analisar / ... / acho que a gente tá com o raciocínio bom / só que eu acho que ainda não é isso totalmente*

*7. Lucas: Tá / só que você queria fazer com cálculo / não é (?)*

*8. Samuel: Não não não / eu não queria fazer com cálculo / eu queria fazer com que a gente pudesse relacionar conceitualmente o fluxo de água na mangueira com a curva na mangueira / ver se isso ia implicar em alguma diferença de tempo com velocidade / pra aí sim a gente bolar nossa resposta / porque a gente taria pautado tanto matematicamente quanto conceitualmente / bota fé (?)*

Na segunda parte do episódio, Samuel faz uma tentativa de transição do raciocínio apresentado por Lucas e Jonas para a linguagem matemática, talvez por considerar tal linguagem indispensável na resolução de problemas em física.

Adiante, o estudante mais uma vez se preocupa em refinar a resposta. Novamente, ficando evidente a contradição que identificamos na atividade. Para Lucas, Samuel deseja adequar a resposta com o uso da matemática, o que iria contra os objetivos da disciplina de apresentarem respostas conceituais sem formalismo matemático. Samuel explica que não tem a intenção de excluir os conceitos da resposta, mas acha importante usar o argumento matemático como justificativa de uma relação entre as variáveis envolvidas (a curva na tubulação, a velocidade da água e o impulso ou força exercida por ela na mangueira).

Neste momento, Jonas interrompe a discussão trazendo a leitura de um trecho do livro:

*9. Jonas: Aqui ó / tipo assim / aqui no livro tá falando / quando começa o capítulo da parada de impulso // aqui ó / se o momentum de um objeto variar / então ou a massa ou a velocidade ou ambas vão variar / se a massa se mantém constante / como é mais frequente / a velocidade varia e existe aceleração / e o que produz aceleração (?) / a resposta é uma força / quanto maior a força que atua num objeto / maior será a variação ocorrida na sua velocidade e daí no seu momentum / então tipo assim véi / quando você tem // ó / acho que já sei uma resposta / quando você tem uma mangueira reta o que acontece é que a água tá tendo aquele fluxo / o momento dele / da água / o momento linear da água tá constante / que a massa dela entre as aspas é constante / e o módulo / o módulo não / a direção da velocidade tá sempre apontando pro mesmo lugar e aí ela não tá variando o momento linear / não tá sendo aplicada uma força ali / quando você tem aquela //*

*10. Samuel: A curva vai ter variação do momento linear porque o vetor velocidade da molécula de água vai variar ao longo da mangueira / exatamente*

*11. Lucas: Vai criar forças perpendiculares / é // perpendiculares não // é // perpendiculares à mangueira / que vai fazer ela balançar e ser difícil segurar*

O trecho escolhido por Jonas consiste na apresentação formal de princípios físicos chave no capítulo em questão. Este trecho é apresentado em linguagem científica e abstrata. Não há agente presente devido a nominalização dos processos (variação de momentum, variação de velocidade, aumento de força, aumento na variação da velocidade, aumento na variação do momentum) e os verbos não indicam ações, mas relações.

Identificamos, neste momento, uma mudança na ordem dos discursos emitidos pelos

estudantes. Se nas partes 1 e 2 do episódio prevalecia o movimento discursivo que ia do fenômeno físico descrito no enunciado do problema para uma conceituação física elementar (em termos de velocidade, força e impulso da água percorrendo a tubulação), neste terceiro segmento, a direção é oposta: dos princípios físicos para a situação concreta descrita no problema. Esses dois movimentos correspondem às duas trajetórias sugeridas por Vygotsky (1989) para as relações entre conceitos científicos e conceitos cotidianos. Para o autor, os conceitos cotidianos se movem de baixo para cima (de situações concretas para generalizações ou abstrações) enquanto os conceitos científicos fazem o movimento oposto (de princípios gerais para situações concretas) e assim se enriquecem mutuamente.

O trecho do livro citado por Jonas apresenta elementos que justificam sua proposição inicial, no turno 5. A partir dos conceitos de momento linear, velocidade, aceleração e força os estudantes conseguem sistematizar uma resposta embasada em argumentos científicos sólidos. Esse trecho do livro é fundamental para a transição da linguagem cotidiana para a linguagem científica.

No turno 11, percebe-se a dificuldade de Lucas em saber se as forças seriam perpendiculares ou não à mangueira. Ele certamente está pensando espacialmente na situação, e utiliza gestos para organizar tal pensamento, o que também poderia ser feito por meio de desenhos e diagramas, que são o meio de escolha independente do tempo para tais expressões de significado. Percebemos que os estudantes pouco transitam para as linguagens de representação visual, o que atribuímos a uma limitação do ambiente online, que dificulta o uso de tal linguagem ou não consegue sempre captá-la quando utilizada.

A resposta redigida por Jonas e que foi entregue ao professor é apresentada abaixo:

“Se o momento linear, ou momentum, de um objeto variar, então dizemos que ou a massa ou a velocidade de um objeto irá variar. Normalmente, o que acontece, é que a velocidade desse objeto varia, ou seja, existe uma aceleração nesse corpo. O que causa essa aceleração é uma força. Quanto maior a força que atua em um objeto, maior será a sua variação de velocidade e conseqüentemente, do momento linear. O que acontece quando a mangueira está esticada é que, quando a água flui, não existem variações no seu momento linear, ou seja, o bombeiro mal sente que a água está correndo nas paredes da mangueira. Em contrapartida, quando a mangueira está dobrada, a água sofre diversas alterações no seu momentum quando se choca nas paredes da mangueira, pois a direção do vetor velocidade muda, e essas alterações, que na verdade são forças que a água faz, são sentidas pelo bombeiro. Por isso, com a mangueira dobrada, seria mais difícil segurar.”

A resposta é redigida em linguagem científica, ela é estrutural, o agente está ausente e há nominalização dos processos (variações no momento linear, alterações de direção da velocidade, forças aplicadas na mangueira).

Durante o episódio percebemos que diversas mídias e canais de informação transmitem informações científicas para os estudantes por meio de livro texto, falas dos colegas, sites

de pesquisa na internet, dentre outros. Durante a atividade, eles integram e usam diferentes sistemas semióticos ciência, e, por isso, podemos dizer que aprenderam, por meio desta atividade, a pensar e agir cientificamente.

## **Conclusões e implicações**

Neste trabalho, notamos que diferentes recursos mediacionais são utilizados pelos estudantes durante a resolução de questões conceituais de Física. No episódio analisado, identificamos o uso da linguagem verbal e gestual entre os integrantes do grupo, da linguagem escrita do livro texto, de analogias e equações matemáticas.

No episódio analisado, compreendemos o livro como a mediação fundamental para superar a contradição identificada no processo de elaboração da resposta à questão proposta. É o uso desse recurso que promove um avanço na atividade e permite a produção de um resultado.

Também observamos a importância de propor boas questões conceituais de Física, que permitam aos estudantes pensar cientificamente. A questão apresentada na nossa análise permitiu aos estudantes transitarem entre as linguagens da ciência, o que contribui para tornarem-se capazes de usar essas linguagens de formas significativas e adequadas. Essa questão também permite vincular objetos teóricos da Física a situações concretas, o que promove uma ciência mais cidadã para se pensar o mundo.

## **Agradecimentos e apoios**

O presente trabalho foi realizado no âmbito de um programa de mestrado, com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## **Referências**

- ENGESTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.
- LEMKE, J. L. Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions. *International Conference on Ideas for a Scientific Culture*, p. 1-13, 1998.
- LEONT'EV, A. N. *Activity, consciousness, personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.
- MENDONÇA, D. *A resolução de problemas conceituais em Física: uma análise a partir da Teoria da Atividade*. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de Educação, UFMG, Minas Gerais, 2019.
- MORTIMER, E. F. *Aprender ciências: tensões e diálogos entre a linguagem comum e a linguagem científica*. In: Cláudia Regina Flores; Suzani Cassiani. (Org.). *Tendências contemporâneas nas pesquisas em Educação Matemática e Científica: sobre linguagens e*



práticas culturais. 1ed.Campinas: Mercado de Letras, 2014, p. 185-202.

PAULA, H. DE F. E; MOREIRA, A. F. Atividade, ação mediada e avaliação escolar. **Educação em Revista**, v. 30, n. 1, p. 17–36, 2014.

VYGOTSKY, L.S. *Mind in Society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, **Harvard University Press**, 1978.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. Oxford University Press, 1998.