

Negociação de sentidos em aulas de Física conduzidas em ambientes de aprendizagem colaborativa¹

Negotiation of senses in Physics lessons conducted on collaborative learning environments

Barbosa¹, João P. V.; Vaz¹, Arnaldo de M.

^{1,2}UFMG – COLTEC

jpaulinovale@coltec.ufmg.br

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi investigar a emergência de mecanismos de cognição compartilhada nas situações de negociação de sentidos. O contexto da pesquisa são aulas de Física desenvolvidas em um ambiente de aprendizagem colaborativa e os sujeitos são estudantes que compõem um grupo de trabalho de uma turma do segundo ano do Ensino Médio Técnico. As atividades de aprendizagem colaborativa estimulam o protagonismo dos estudantes por meio de situações cuidadosamente elaboradas que proporcionam um ambiente de ricas interações, favorecendo a socialização do conhecimento. Acreditamos que os mecanismos de cognição compartilhada que ali emergem, se constituem como importantes ferramentas cognitivas que modelam a forma como os sujeitos envolvidos organizam suas ações e discursos, negociando sentidos e contribuindo para a aprendizagem entre pares. Neste artigo apresentamos a descrição de dois desses mecanismos; a coordenação de perspectivas antagônicas e a coordenação de perspectivas complementares.

Palavras chaves: ensino e aprendizagem de Física, aprendizagem colaborativa, negociação de sentidos, mecanismos de cognição compartilhada.

Abstract

This paper presents the findings of the research whose objective was to investigate the emergence of shared cognition mechanisms on situations of negotiation of senses. The context of the research are Physics lessons conducted on a collaborative learning environment. The subjects of the research are three students of a technical high school. They form a workgroup and work with collaborative learning activities. This kind of activity stimulate students' protagonism through carefully elaborated situations that provide an environment of rich interactions, supporting knowledge socialization. We believe that the emerging of shared cognition mechanisms on learning episodes are important cognitive tools that model the way the subjects organize their actions and discourses, negotiate meanings and contribute to peer learning. In this article we present the description of two of these mechanisms; the *adverse perspectives coordination* and the *complementary perspectives coordination*.

Keywords: physics teaching and learning, collaborative learning, negotiation of senses, shared cognition mechanisms.

¹ Agradecemos ao apoio financeiro da FAPEMIG.

Introdução

Alguns estudos sobre aprendizagem conceitual têm sido baseados em análise de produtos de estratégias de ensino; comparam-se práticas pedagógicas e avalia-se a eficiência desta ou daquela pela aplicação de pré e pós-testes. Pouco se tem avançado na direção de estudos dos processos que ocorrem durante as situações de negociação de sentidos. Nosso pressuposto é que alguns desses processos ocorrem no domínio microgenético da linha de desenvolvimento ontogenético. A abordagem de processos, neste domínio, exige uma maior aproximação do pesquisador com o objeto de pesquisa, o que pode ser implementado pela adoção da análise microgenética. A literatura teórica sobre o tema pressupõe que esses processos são estruturados por mecanismos cognitivos que as pessoas desenvolvem ainda criança e que, a partir de então, passam a utilizar em seus caminhos ontogenéticos, emergindo nas relações interpessoais (TOMASELLO, 2003, pág. 232-242). Como pesquisadores em ensino e aprendizagem de Física, nosso interesse se volta para as interações que ocorrem entre os estudantes quando enfrentam situações-problemas, onde fazem uso desses mecanismos e utilizam certos artefatos culturais como mediadores de suas ações. Entre esses artefatos culturais encontram-se, por exemplo, instrumentos de medida, aparatos experimentais, expressões matemáticas, e conceitos do sistema simbólico em estudo.

Nossa estratégia de investigação consistiu em delimitar episódios de negociação de sentidos no percurso das interações que ocorrem entre os sujeitos da pesquisa. Cada episódio de interesse potencial para a pesquisa foi demarcado com a identificação de dois eventos observáveis: um evento de inflexão, que tem a função de catalisador do processo cognitivo central – o processo de redescrição representacional (RR) – e o evento que identifica os indicadores de sua objetivação no plano social, os mecanismos de cognição compartilhada.

Tais mecanismos de cognição compartilhada representam os modos de as pessoas externalizarem suas explicações sobre as situações que estão em discussão. Eles funcionam como instrumentos de organização do pensamento. Nesse sentido, eles são os efeitos externalizados dos processos de RR. Neste trabalho, vamos apresentar uma análise da emergência de dois tipos de mecanismos de cognição compartilhada, a *coordenação de perspectivas antagônicas* e a *coordenação de perspectivas complementares*. Eles foram identificados em dois episódios, em duas aulas que Física, conduzidas em ambientes de aprendizagem colaborativa.

Referenciais teórico-metodológicos

A análise que fazemos dos episódios de negociação de sentidos que destacamos está fundamentada na teoria sociocultural (TSC). De acordo com uma das leis fundamentais dessa teoria, a aprendizagem e o desenvolvimento tem origem nas relações sociais e o conhecimento difundido nessas relações somente é internalizado e apropriado pelas pessoas depois de socializado. Esta é a expressão da lei genética geral do desenvolvimento cultural, de Vygotsky (VYGOTSKY, 2008, p. 57–58).

Nossa intenção é investigar, no nível microgenético, o papel que elementos cognitivo-culturais têm na socialização de conhecimentos conceituais de Física. Para isso, a TSC direciona nosso olhar para a relação dialética entre dois elementos da cultura de sala de aula: as relações interpessoais e os artefatos culturais que cumprem o papel de mediadores semióticos nessas relações (SIRGADO, 1991). Assim, a análise microgenética, ao incorporar elementos estruturantes da TSC, nos parece adequada ao objetivo de se investigar processos de aprendizagem cultural.

Para sustentar a pesquisa foi necessário construir uma estrutura teórico-metodológica mínima para a análise. Essa estrutura, ao mesmo tempo consistente com a TSC e a análise microgenética, se fundamenta no conceito de redescrição representacional, desenvolvido por Karmiloff-Smith e Michael Tomasello para o estudo das condições de desenvolvimento da cognição humana. O conceito foi originalmente proposto por Karmiloff-Smith (1994) como um modo especificamente humano de explorar internamente informações já armazenadas, inatas ou adquiridas, rerepresentando-as em diferentes formatos, adaptadas a novas situações. Essa concepção foi reinterpretada por Tomasello (2003), transferindo para a cultura a ênfase anteriormente dada a um estímulo interno.

A RR, segundo Tomasello (opus cit.), representa um modo especificamente humano de explorar informações disponibilizadas no meio, seja pela ação de outro agente social, seja pelo uso de artefatos culturais circunscritos à atividade (conceitos, equações matemáticas ou símbolos). A interpretação de Tomasello enfatiza o papel da cultura no uso deste recurso cognitivo.

O conhecimento dessa definição da RR feita por Tomasello (2003), imediatamente nos chamou a atenção (como professores e pesquisadores) para várias situações observadas em salas de aula, em que estudantes se apropriam – muitas vezes de forma incompleta – de argumentos e explicações dadas por outros agentes nas situações de negociação de sentidos em atividades de aprendizagem colaborativa.

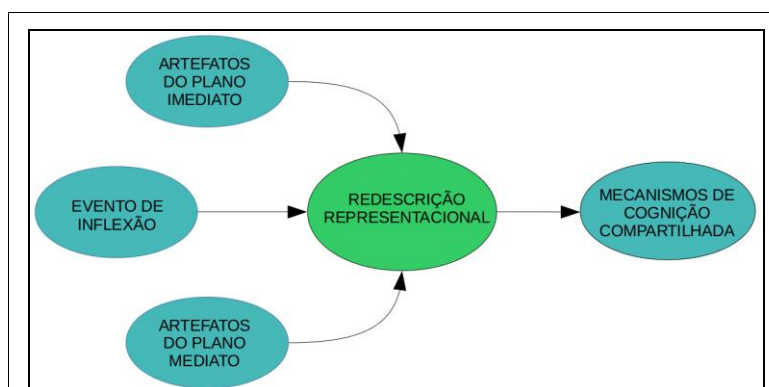


Figura 1: Elementos de um episódio de negociação de sentidos, centralizado no processo de redescrição representacional (RR), e respectivos mecanismos de cognição compartilhada. A objetivação da RR é mediada por artefatos culturais situados no plano imediato da atividade ou em um plano mediato.

Assim, para nós, a RR representa um construto teórico que possibilita a inserção da análise microgenética como estrutura teórico-metodológica em desenhos de pesquisa cuja orientação teórica seja definida pela TSC. Em síntese, dois argumentos sustentam esta possibilidade; por um lado, atende à demanda teórica, por ser um mecanismo cognitivo que estabelece uma relação entre o plano social e o plano interno (individual); por outro lado, permite identificar episódios de negociação de sentidos, conforme esquema da figura 1. Nesta figura, os artefatos culturais imediatos são aqueles diretamente indicados no roteiro da atividade e disponibilizados pelo professor, como por exemplo, os artefatos que medeiam o evento relatado no quadro 2. Os artefatos culturais mediatos são aqueles que estão implícitos e cuja utilização é evocada espontaneamente pelos estudantes. Os artefatos que medeiam as ações dos estudantes no evento descrito no quadro 1 são exemplos de artefatos culturais mediatos.

Contexto da pesquisa – ambientes de aprendizagem colaborativa

Nossa pesquisa foi realizada em aulas de Física cujo tópico era o eletromagnetismo. As atividades foram mediadas por Tutoriais de Física Introdutória (TFI), desenvolvidos por Lillian Mcdermott e Peter (MCDERMOTT; SHAFFER, 2002; SHAFFER; MCDERMOTT, 1992). Adaptados para utilização em turmas de ensino médio, os tutoriais propõem situações-problemas que, em geral, são divididas em fases. Cada fase exige que os estudantes se conscientizem do objetivo a ser alcançado, observem aspectos da situação que mereçam ser estudados, e depois decidam que tipos de estratégia e quais ferramentas podem ser utilizadas para alcançar o objetivo. Essa estratégia tem o propósito de tirar os estudantes da zona de conforto e colocá-los como protagonistas do processo. Esse contexto de aprendizagem, rico em relações intersubjetivas autênticas e espontâneas, se apresenta como um ambiente propício para a investigação de estratégias de compartilhamento do conhecimento, para além do próprio desenvolvimento conceitual.

As aulas de Física, tanto de classe quanto de laboratório, são ministradas com a turma dividida em grupos permanentes de estudantes. Quando os dados foram coletados, o grupo voluntário já vinha trabalhando junto há cerca de seis meses. Isso significa que eles conhecem os limites e as qualidades uns dos outros, o que facilita muito a interação colaborativa.

Negociação de sentidos no plano social

Em nosso banco de dados, que faz parte de uma pesquisa mais ampla, observamos muitos eventos de RR, nos quais um dos estudantes envolvidos oferecia explicações aos colegas do grupo na tentativa de ajudá-los a superar eventuais dificuldades acerca do tópico tratado. Em alguns momentos, um estudante utilizava diferentes representações de uma mesma situação, ou diferentes formas de uso de um artefato cultural, para reorganizar as ideias (redescrição representacional) enquanto externalizava seu raciocínio (objetivação cultural). Nesse esforço de superação, o estudante precisava incorporar diferentes perspectivas ao seu discurso, e coordená-las em função das demandas dos seus interlocutores.

A habilidade humana de assumir diferentes perspectivas sobre um problema, adquirida na infância, é bastante ampliada com o desenvolvimento da linguagem, porque acrescenta outras categorias conceituais no repertório comunicativo das pessoas, aumentando a flexibilidade do pensamento (TOMASELLO, 2003, p. 232–242). A coordenação de perspectivas, a que ele se refere, se aplica tanto a situações de perspectivas antagônicas como complementares. Esta habilidade, no contexto específico da pesquisa, se constitui em um importante mecanismo de cognição compartilhada, em acordo com a lei genética geral do desenvolvimento cultural.

A definição de uma estrutura de negociação de sentidos no plano social, representada na figura 1, nos deu a oportunidade de observar eventos nos quais ocorrem processos de RR nas relações intersubjetivas. A figura 1 representa nossa unidade de análise, com evento de inflexão, seguido de um evento de RR com seu respectivo mecanismo de cognição compartilhada. O processo de RR é sempre deflagrado por eventos de inflexão, os quais disparam estados de atenção conjunta entre os sujeitos de um grupo, provocando uma interrupção e um redirecionamento no fluxo das ações dos sujeitos na atividade.

Neste trabalho, vamos apresentar dois episódios prototípicos de negociação de sentidos, descrevendo o comportamento dos estudantes diante do problema enfrentado, onde identificamos dois tipos de mecanismos de cognição compartilhada, a *coordenação de perspectivas antagônicas* e a *coordenação de perspectivas complementares*.

Coordenação de perspectivas antagônicas

O quadro 1, a seguir, apresenta o exemplo de um evento de coordenação de perspectivas antagônicas (CP_{ANT}), protagonizado pelo grupo. Ele diz respeito à discussão da polaridade do campo magnético terrestre.

Quadro 1: Episódio de negociação de sentidos com o mecanismo de cognição compartilhada *coordenação de perspectivas antagônicas* – CP_{ANT} . Caio passa seu caderno a Pedro para que ele leia sua proposta de introdução ao relatório e dê sua opinião.

Artefatos culturais em uso: Conceitos de campo magnético, polos magnéticos, polos magnéticos terrestres. Nessa atividade, esses artefatos não estavam explicitados para serem usados. São, portanto, artefatos culturais pertencentes ao plano mediato.

Turno	Agente	Transcrição	Comentário
Caio passa seu caderno a Pedro, para que este leia a introdução do relatório. Pedro lê o texto proposto por Caio e a leitura estimula-o a redescrever suas representações do campo magnético terrestre. O turno 4 é o evento de inflexão que catalisa o processo de RR.			
1	Pedro	Sofia, como funciona o ímã? As linhas de campo sai de onde e vão pra onde?	Ele procura respaldar sua RR, ainda em estágio subjetivo.
2	Sofia	Um ímã?... Por fora vai do norte pro sul e dentro vai do sul pro norte.	Ela gesticula enquanto fala. Caio acompanha os dois: estado de atenção conjunta.
3	Pedro	Caio, você falou que o da Terra é diferente, não é? O da Terra é igual. O norte e o sul que são trocados por convenção.	Se volta para o colega, a fim de comentar o texto introdutório que ele (Caio) havia acabado de escrever.
4	Caio	Não. Tecnicamente convencionado, as linhas de campo saem do sul pro norte, certo? Internamente. E externamente, do norte pro sul. Na Terra as linhas de campo saem do norte pro sul.	Evento de inflexão. O último período da fala do Caio se refere às linhas do campo magnético no interior do planeta, conforme se verifica no livro texto (AMALDI, 1997, p. 338)*.
5	Pedro	Você está olhando isso aonde? No Amaldi, não é? É nesse negócio do lado, não é? Esse “pretinho” na margem? Termina de ler. Vai até embaixo.	O texto do livro vem acompanhado de várias notas de “esclarecimento” nas margens. Pedro está se referindo a uma dessas notas, editadas em negrito. Esse fato sugere que Pedro já tenha lido o texto.
6	Caio	“Analogicamente, o polo sul magnético tem uma natureza magnética norte. Portanto, as linhas de...”	Ele lê o trecho do livro texto.
7	Pedro	Então, mano! Mas é convenção.	
8	Caio	As linhas de campo magnético continuam sendo diferentes... É por convenção, mas eu queria saber...	
9	Pedro	Não, mano! É a mesma coisa. É tipo assim, é a mesma coisa que você pegar o norte e começar a chamar ele de sul [sic] ... isso é por convenção. Na realidade isso não acontece. A Terra é [inaudível].	Evento de RR. Pedro evoca a ideia de convenção. Provavelmente, Pedro havia lido o texto anteriormente, uma vez que ele é disponibilizado no site da coordenação.
10	Caio	É como se o norte fosse o sul e o sul fosse o norte, só isso?	Pedro acaba convencendo Caio.
11	Pedro	Daí o norte magnético é chamado de sul [geográfico] terrestre.	

* Eis o trecho do livro citado, que traz essa contradição: "... uma pequena agulha magnética sempre se orientará de modo a apontar uma de suas extremidades para um local da superfície terrestre situado nas vizinhanças do Pólo Norte geográfico. Esse local é conhecido como *Pólo Norte magnético*. A extremidade oposta da agulha apontará sempre para um ponto da superfície terrestre situado nas vizinhanças do Pólo Sul geográfico, ponto este chamado *Pólo Sul magnético*" (AMALDI, 1997, pág. 337). Embora o autor ofereça uma explicação adicional dizendo "... que o pólo norte magnético terrestre tem, apesar do nome, uma natureza magnética sul", esta definição enseja uma grande confusão.

A discussão entre Caio e Pedro se dá em função da divergência verificada no livro texto com relação à orientação do campo magnético terrestre (vide citação ao fim do quadro 1). Pedro não cita a origem do seu argumento, mas podemos supor que o professor tenha comentado a respeito, uma vez que o livro também é usado nas aulas de classe. Há evidências de que ele o tenha lido antes (ver turno 5), pois o mesmo está disponível no sítio virtual criado pela coordenação da série. Pedro parece muito bem familiarizado com a caracterização usual, e nem se deu o trabalho de ler o texto do Amaldi naquele momento, discordando de Caio. De fato, a caracterização do campo magnético terrestre, dadas no texto citado (AMALDI, 1997, p. 337), não foi encontrada em outros livros didáticos.

A explicação do Pedro (RR objetivada) é construída pela coordenação de duas perspectivas diferentes e supostamente antagônicas (CP_{ANT}). A conciliação vem com o argumento da convenção. Caio se convence e começa a apagar parte do texto que havia escrito para a seção de introdução do relatório. Depois disso segue o pequeno diálogo abaixo que apresenta indícios que ele compreendeu o ponto de vista do Pedro.

Turno	Agente	Transcrição	Comentário
12	Caio	Na verdade, então, aquela coisinha vermelha está apontando pro sul magnético, mas pro norte [<i>geográfico</i>] terrestre.	A "coisinha vermelha" a que ele se refere é o polo norte de uma agulha magnética.
13	Pedro	É. Isso aí mesmo.	

Coordenação de perspectivas complementares

No episódio que segue, Pedro articula as propriedades do diagrama vetorial, transpondo-as do quadro, aonde o professor o havia desenhado, para o outro artefato cultural que será usado na atividade, o conjunto bússola-bobina.

Quadro 2: Pedro se refere aos artefatos culturais disponíveis na atividade e utiliza-os na construção de uma explicação para a colega, Sofia. Além disso, ele compartilha com ela o sentido que o artefato assume na nova situação. Este é um evento prototípico que ilustra a coordenação de perspectivas complementares – CP_{COM} .

Principais artefatos culturais em uso: Conjunto bússola-bobina para estudo do campo magnético terrestre. Além da bússola, eles vão utilizar um diagrama vetorial, por meio do qual é possível calcular o valor da componente horizontal do campo magnético terrestre. Ambos são artefatos imediatos, ou seja, se encontram à disposição dos estudantes no contexto da atividade.

Turno	Agente	Transcrição	Comentário
14	Sofia	O quê?! O que você fez aí, Pedro?!	Evento de inflexão. Após a saída do professor, Sofia explicita não ter entendido a explicação, que parece ter sido suficiente para o Pedro.
15	Pedro	É o seguinte. Está vendo esse ímã aqui?	Início do evento de RR .
16	Sofia	Ahan.	
17	Pedro	Ele descreve do norte ao sul. Tá vendo no quadro, o B_I e o B_{TH} ?	Pedro aponta para o quadro, onde está o diagrama vetorial, desenhado pelo professor.
18	Pedro	O B_I tá assim, o B_{TH} tá assim. Então, eles são perpendiculares.	Os braços perpendiculares mostram as posições relativas dos vetores que representam o campo magnético da bobina e o

			campo local da Terra (figura 2). Ele consegue transpor o diagrama vetorial para a nova situação dada nesta atividade.
19	Sofia	Ahan.	
20	Pedro	Com um ângulo de noventa aqui, oh!	Enfatizando o “ângulo de 90 graus” entre os dois braços.
21	Pedro	O campo da bobina vai tá pra lá e o campo da Terra vai tá pra lá.	Apontando, agora com relação à bússola, os sentidos dos vetores que representam os campos magnéticos da bobina (figura 3) e da Terra (figura 4).

A ação do estudante é resultado do processo intrassubjetivo de RR. Ao posicionar os braços ortogonalmente, sob o olhar da colega, Pedro está objetivando uma nova representação para o artefato que está representado no quadro (figura 2). Recorrendo a este artefato e redescrevendo-o, Pedro objetiva sua compreensão de como o diagrama vetorial deverá ser utilizado na situação-problema dada pela atividade experimental, compartilhando sua compreensão no plano social.

Este episódio destaca a tensão dialética que se estabelece entre o plano individual e o plano das relações intersubjetivas, tensão esta mediada pelos artefatos culturais disponíveis no contexto. Nessas ações, Pedro se apropria dos artefatos culturais imediatos, disponibilizados no plano social da atividade, incorporando uma forma intermediária de representação, dispondo os braços ortogonalmente para rerepresentar sua compreensão de como o artefato deverá ser utilizado (objetivação cultural). Ele faz isso se dirigindo à colega, cujo olhar denota o estado de atenção conjunta. Com essa ação, ele compartilha um novo sentido atribuído ao artefato cultural e sinaliza que o diagrama vetorial que está desenhado no quadro pode ser utilizado no dispositivo experimental, o conjunto bússola-bobina. A esse modo de coordenar diferentes artefatos culturais do contexto, destacando as propriedades que os torna complementares, em função dos objetivos da atividade, estamos chamando de coordenação de perspectivas complementares (CP_{COM}).

Conclusões e considerações finais

Conforme apresentamos no contexto, os estudantes voluntários para esta pesquisa constituem um grupo de trabalho permanente. Esse é um aspecto importante, pois os estudantes se conhecem muito bem e têm liberdade de questionar uns aos outros, de acordo com suas dificuldades e habilidades. Do ponto de vista do trabalho colaborativo, os episódios descritos mostram como a aprendizagem por pares pode ser um instrumento eficiente de compartilhamento de saberes, quando a atividade é prescrita para retirar os estudantes da zona de conforto, tornando-os protagonistas.

No primeiro episódio, Pedro demonstra conhecimento não somente do conceito de campo, mas também de como é possível representá-lo. Sua argumentação, baseada no uso de uma convenção, é suficiente para convencer o colega de que aquilo que parecia algo contraditório, na verdade não precisava ser visto como tal. O fato de os polos magnéticos terrestres terem sido nomeados com nomes iguais aos polos geográficos, apesar de desnecessário e confuso, configurou-se como um estimulador do debate, originando um evento de inflexão que, por sua



Figura 2: Dispondo os braços ortogonalmente para “trazer” o diagrama do quadro para a situação-problema.



Figura 3: Apontando a direção e o sentido do campo magnético da bobina.



Figura 4: Apontando a direção e o sentido do campo magnético da Terra (observe o dedo polegar).

vez, deflagrou um processo de RR importante para o processo de aprendizagem. Neste caso, Sofia tem participação periférica importante, fornecendo informação precisa para que Pedro construa o processo de RR.

No segundo episódio, vemos o uso do diagrama vetorial para a representação da superposição do campo magnético terrestre com o campo magnético de uma bobina. Isso implica na orquestração do uso de diferentes artefatos culturais. Os dois artefatos, que foram construídos historicamente por uma comunidade de prática científica, têm significados estabilizados e sistematizados por seu uso por aquela comunidade. No grupo de estudantes, não se espera que este uso seja feito com o rigor e com a desenvoltura com que os especialistas o utilizam. Ademais, cabe ressaltar que os dois artefatos são utilizados no contexto desta atividade de forma subjacente a outro artefato cultural cujo uso não se torna explícito, inclusive pelo seu caráter extremamente abstrato, que é o conceito de campo magnético.

A análise dos dois episódios destacados mostra a importância do evento de inflexão, o estímulo que se origina no plano cultural, para a deflagração de um processo de RR. Em situações de protagonismo, potencializadas em ambientes de aprendizagem colaborativa, como as que deram origem aos dois episódios que apresentamos neste texto, a habilidade de coordenar perspectivas diferentes (TOMASELLO, opus cit.), se mostra fundamental para o compartilhamento social de sentidos atribuídos aos artefatos culturais pertencentes ao sistema simbólico da Física. A emergência desses mecanismos ilustra como o conhecimento aparece primeiro no plano social para depois ser internalizado, de acordo com a lei genética geral do desenvolvimento cultural.

A investigação de eventos no domínio microgenético pode apontar uma série de obstáculos à aprendizagem que não são percebidos pelos professores e que podem se tornar dificuldades intranponíveis no caminho ontogenético de alguns estudantes. A descrição cuidadosa, tanto dos eventos de inflexão quanto dos mecanismos de cognição cultural, subjacentes aos processos de RR, podem ajudar a planejar intervenções mais qualificadas nas atividades de ensino de Ciências, destinadas principalmente a circunscrever atividades colaborativas.

Referências

AMALDI, U. **Imagens da Física. As ideias e as experiências do pêndulo aos quarks**. 1ª ed., São Paulo: Scipione, 1997.

KARMILOFF-SMITH, A. Precis of Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 17, p. 693–745, 1994.

MCDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. **Tutorials in Introductory Physics**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

SHAFFER, P.; MCDERMOTT, L. Research as guide for curriculum development: an example from introductory electricity. Part II Design of instructional strategies. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 11, p. 1003–1013, 1992.

SIRGADO, A. P. O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. **Cadernos CEDES**, v. 24, p. 32–43, 1991.

TOMASELLO, M. **Origens culturais da aquisição do conhecimento humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VYGOTSKY, L. **A formação Social da Mente**. O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.