

## RELAÇÕES PEDAGÓGICAS EM AULAS DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO SUPERIOR

Ana Luiza de Quadros<sup>a</sup>, Ariane Suelen Freitas Silva<sup>b</sup> e Eduardo Fleury Mortimer<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-000 Belo Horizonte – MG, Brasil

<sup>b</sup>Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-000 Belo Horizonte – MG, Brasil

Recebido em 31/07/2017; aceito em 30/11/2017; publicado na web em 19/12/2017

PEDAGOGICAL LINK-MAKING IN HIGHER EDUCATION SCIENCE CLASSROOMS. The higher Education, when compared to basic Education, deals with much more specialized knowledge, usually thought in more technical terms. This specialization of the disciplinary fields that are objects of the graduate courses and the technical character present in most of these courses tend to compartmentalize the knowledge. We developed this work with the aim of analyzing the pedagogical link-making, as proposed by Scott, Mortimer and Ametller (2011), used by four professors of Higher Education, when teaching a class. We observe that the links between the content and the context depend on the area in which the professor acts. Micro and meso continuity links, in turn, do not depend on the area of knowledge, but on the performance of the professor. Macro relations, which could help build a coherent idea of the curriculum, are little present in the lessons of all the professors analysed.

Keywords: Higher Education; professional development of teachers; pedagogical link-making.

### INTRODUÇÃO

O ensino superior, quando comparado à Educação Básica, lida com conhecimentos bem mais especializados, geralmente pensados em termos mais técnicos, com os quais os indivíduos são preparados para atuar de maneira prática e racional, pautados pela Ciência e pela Tecnologia. A especialização própria dos campos disciplinares que são objetos dos cursos superiores e o caráter técnico presente na maior parte desses cursos tendem a compartimentalizar os conhecimentos.

Temos convicção de que a especialização propiciou avanços no conhecimento sobre o mundo e sobre a própria Ciência. A modernidade fez emergir tantos campos de conhecimento que não temos condições de transitar com desenvoltura na maioria deles. Na escola, porém, quando se tem como objetivo ensinar a Ciência, essa compartimentalização acaba por criar lacunas, deixando o estudante “perdido” em meio a tantos conceitos.

O modelo de Ciência em que fomos formados, que tem toda uma ideologia liberal como sustentáculo, nos levou a adotar como “natural” essa compartimentalização do conhecimento. Assim, é “natural” que as instituições de ensino tenham uma grade curricular em que, em determinado período, é hora de estudar Cálculo Matemático para, no momento seguinte, ser hora de aprender Química Orgânica. Cada professor, por tradição, cuida de sua especialidade e nem sempre percebe a sua responsabilidade em relacionar os conhecimentos com os quais trabalha com as demais áreas.

Assim, ao construir um currículo, ele é pensado e proposto na forma de disciplinas cujos conhecimentos nem sempre são percebidos como relacionados entre si, com outros campos do conhecimento ou com o contexto, seja ele social ou científico. Neste trabalho nos baseamos em Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> para analisar como um grupo de professores do Ensino Superior, em sala de aula, atua para estabelecer relações pedagógicas de continuidade e de apoio à construção do conhecimento, considerando que ambas auxiliam na construção de significados para o que é ensinado e, potencialmente, podem diminuir o grau de compartimentalização.

\*e-mail: efmortimer@gmail.com

This paper is part of the PubliSBQ Special Issue “IUPAC-2017” (<http://publi.sbq.org.br/>).

### REFERENCIAL TEÓRICO

A contemporaneidade e o acúmulo de conhecimento têm aumentado a compartimentalização que, nos cursos de graduação, está representada pela organização curricular, na forma de disciplinas. Ao ingressar em cursos de graduação, o estudante se depara com fragmentos do conhecimento, que compõem um todo integrado. Porém, perceber essa integração tem se mostrado uma tarefa complexa, principalmente se o professor não favorecer essa percepção.

A partir da publicação das Diretrizes Curriculares para o Ensino Superior, a interdisciplinaridade vem ganhando papel central em algumas propostas de reformulação curricular. Consideramos, porém, que mais do que reorganizar disciplinas, é preciso inserir estratégias que permitam ao estudante construir uma visão global de seu curso. Nesse sentido, o trabalho dos professores pode auxiliar na construção desse conhecimento global, na medida em que fizerem a inter-relação entre os conhecimentos das diferentes disciplinas e destes com o contexto, seja ele social, científico ou profissional.

Sobre a necessidade de relacionar diferentes conhecimentos de forma a serem melhor identificados como parte de um todo, Morin<sup>2</sup> alerta que

*Esse reconhecimento exige que a causalidade unilinear e unidirecional seja substituída por uma causalidade circular e multirreferencial, que a rigidez da lógica clássica seja corrigida por uma dialógica capaz de conceber noções simultaneamente complementares e antagônicas, que o conhecimento da integração das partes ao todo seja completado pelo reconhecimento do todo no interior das partes (p. 13).*

Ainda sobre os currículos de graduação, Nicolini,<sup>3</sup> ao se referir a cursos do campo da administração, afirma que

*O problema fundamental dos currículos não é a ordenação das matérias que os compõem. É a inter-relação delas. A divisão do estudo e a fragmentação do saber ganham contornos preocupantes quando os mecanismos de interação*

*entre as matérias são constantemente esquecidos, ignorados ou mesmo desconhecidos.*

*Essas matérias, componentes básicos do curso, deveriam obrigatoriamente manter relações entre si. Ainda que sejam estudos diferentes, deveriam observar caminhos convergentes, atuar solidariamente no sentido de formar no aluno a visão de todo um campo do conhecimento, seja ele geral ou especializado em sua área de interesse. (p. 49)*

Magnusson *et al.*<sup>4</sup> alertam que poucos estudos têm sido feitos envolvendo o conhecimento de professores sobre o currículo dos cursos em que atuam. Abell,<sup>5</sup> ao fazer uma revisão da literatura em torno dos conhecimentos de base dos professores, o que inclui o conhecimento de currículo, alerta que as pesquisas não têm contribuído para uma compreensão do conhecimento necessário para que a reformulação curricular seja eficaz. Ao analisar algumas publicações resultantes de pesquisas desenvolvidas nos Estados Unidos e no Reino Unido, Abell<sup>5</sup> mostra que os professores, de maneira geral, estão pouco familiarizados com o currículo.

Considerando a necessidade de o estudante relacionar os conhecimentos entre si e estes com o contexto (social, científico e/ou profissional), sabemos ser indicado que os professores evidenciem essas relações e, para isso, é preciso que estejam familiarizados com a organização curricular. Trazemos, assim, a proposta desenvolvida por Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> envolvendo o que chamaram de relações pedagógicas.

Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> desenvolveram a noção de relação pedagógica, referindo-se às formas pelas quais os professores e os estudantes relacionam ideias na sala de aula, para a construção de significado. Esses autores têm se dedicado ao entendimento de abordagens para o ensino de Ciências e consideram que essas relações são fundamentais para o ensino e aprendizagem das Ciências e, nesse sentido, conhecê-las e analisá-las pode propiciar aos professores a reflexão e a análise da sua própria prática docente. Outros trabalhos<sup>6-8</sup> têm sido realizados nesse sentido, envolvendo as relações pedagógicas no ensino de Ciências.

Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> partem do pressuposto construtivista de que a aprendizagem de conceitos envolve a formação de relações entre o conhecimento existente e as novas ideias. Vigotski<sup>9</sup> argumenta que a aprendizagem primeiro acontece no plano social – pela discussão de ideias – e então no plano individual, quando o sujeito internaliza uma nova ideia. Para que essa etapa de internalização aconteça, é fundamental que o professor faça relações entre as ideias no plano social da sala de aula. A nova ideia só será internalizada quando fizer sentido para aquele sujeito e esse “fazer sentido” depende de ideias já existentes e da capacidade de conectar essas ideias.

Dessa forma, o papel do professor em sala de aula envolve, também, evidenciar as relações no plano social, para apoiar os estudantes na sua construção no plano pessoal. Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> afirmam que, se as relações não forem realizadas no ensino, é improvável que os estudantes as façam no plano pessoal, o que dificultaria a aprendizagem.

Os autores explicitam três formas de relações entre ideias. A primeira delas é chamada relações de continuidade e se referem a como as ideias são retomadas ou antecipadas em diferentes momentos. A segunda é chamada de relações para apoiar a construção do conhecimento e considera os seguintes tipos: relação entre o conhecimento científico e o cotidiano; relação entre diferentes conceitos científicos; relação entre os conhecimentos científicos e os fenômenos; relação entre os modos de representação; relação entre diferentes escalas e níveis de explicação em que o conhecimento é concebido; e, finalmente, as analogias. A terceira forma trata de maneiras de encorajar o engajamento dos estudantes. A seguir fazemos uma

descrição dessas três formas, embora neste trabalho nos ocupemos apenas das duas primeiras.

### Relações pedagógicas para promover a continuidade

A primeira forma de relação envolve eventos separados no tempo. Essa forma considera a maneira como o currículo escolar está organizado. O ensino, feito por meio de uma sequência temporal de conceitos, forma um todo a que os autores chamam de “estória científica”. Nessa estória, os “personagens” (genes, átomos, elétrons, células e tecidos etc.) vão adquirindo sentido na medida em que suas propriedades, funções e aplicações vão se tornando mais claras e que eles vão ganhando contornos cada vez mais definidos. Para que os estudantes não percam o sentido da “estória”, o professor deve promover a continuidade e isso pode envolver várias estratégias. Entre elas está, por exemplo, “recuperar” pontos de vista ou conceitos levantados em aulas anteriores, naquela mesma aula e em outras disciplinas ou, ainda, fazer relações com o que será trabalhado em aulas futuras.

Scott, Mortimer e Ametller,<sup>1</sup> baseados nas abordagens que prevêm o desenvolvimento da estória científica e o manejo/organização da sequência didática, tratam de três possíveis níveis de relação, para promover a continuidade:

- ✓ Macro: relações de continuidade feitas em uma escala de tempo prolongado (geralmente de meses/anos), que envolvem fazer referências a diferentes partes do currículo de Ciências.
- ✓ Meso: relações de continuidade feitas em uma escala de tempo intermediária (tipicamente de dias/semanas), que envolvem fazer referências a diferentes pontos dentro de uma mesma sequência de ensino.
- ✓ Micro: relações de continuidade feitas em uma escala de tempo curta (normalmente de minutos), que envolve fazer referências a diferentes pontos dentro de uma mesma aula.

### Relações pedagógicas para apoiar a construção de conhecimento

O apoio à construção do conhecimento, segundo Scott, Mortimer e Ametller,<sup>1</sup> envolve pelo menos seis abordagens, todas tratando das relações possíveis entre os diferentes tipos de conhecimento. Descrevemos, a seguir, cada uma delas.

#### *Ligações entre explicações científicas e cotidianas*

Os conceitos científicos são os produtos das comunidades científicas específicas e parte do conhecimento disciplinar desenvolvido em sala de aula, enquanto o conhecimento cotidiano é aquele gerado a partir da observação de fatores naturais e de fatos vivenciados e que, normalmente, é aplicável a um contexto ou fenômeno particular, não podendo ser generalizado.

Para algumas situações pode haver uma sobreposição (ou semelhança) entre as formas cotidianas e científicas de explicar, enquanto em outras situações as duas formas de explicação podem ser bastante diferentes. Onde há sobreposição, a aprendizagem envolve a integração entre explicações científicas e cotidianas. Onde há uma diferença nas formas de explicar, a aprendizagem envolve a formação de relações para diferenciar o modo científico do cotidiano. Nesses casos, a compreensão de um conceito envolve um processo de diferenciação. As relações são feitas, então, tanto para integrar quanto para diferenciar as formas cotidianas e científicas de explicar.

#### *Ligações entre o conhecimento científico e os fenômenos*

Quando um determinado conceito científico é trabalhado em sala de aula, existe o risco de que o estudante não faça a relação desse

conceito com os fenômenos do mundo real, de modo que o conceito se torne um conjunto de explicações e generalizações sem fundamento concreto. Esse tipo de relação tem a função de ligar as ideias científicas ao mundo concreto, por meio de fenômenos específicos, que representem um potencial interesse e relevância. Esses fenômenos podem ser criados ou trazidos para o contexto da sala de aula.

#### *Os modos de representação e a relação entre eles*

O conhecimento científico é, por natureza, multimodal. Ao ensinar esse conhecimento, o professor faz uso, além da linguagem verbal, de vários meios de representação que articulam os conceitos científicos, entre eles os gráficos, diagramas, figuras, símbolos, equações, modelos e muitos outros.

Baseados em estudos de Lemke,<sup>10</sup> os autores Scott, Mortimer e Ametller<sup>1</sup> afirmam que o desafio para o professor é promover a aprendizagem de conceitos científicos por meio da integração de diversos modos de representação, da mesma forma que um cientista faz ao comunicar um conhecimento científico.

No caso da Química, além das representações citadas, temos as estruturas químicas e os modelos bola/vareta, que são bastante usados para comunicar uma representação química. Consideramos, neste trabalho, os casos em que o professor articula mais de um modo de representação ao mesmo tempo.

#### *Ligações entre conceitos*

A relação que existe entre um conceito e o objeto que ele representa é mediada por outros conceitos científicos. Esses conceitos nunca são usados isoladamente. Scott, Mortimer e Ametller,<sup>1</sup> baseando-se no trabalho de Vigotski,<sup>9</sup> afirmam que compreender a relação entre diferentes conceitos e como eles formam um sistema interligado é essencial para compreender a Ciência. Assim, relacionar diferentes conceitos ou mostrar como o conceito em destaque em determinado momento da aula se relaciona a outros conceitos já trabalhados é uma atividade inerente à docência.

#### *Diferentes níveis e escalas de explicação*

Baseado nos estudos de Johnstone<sup>11</sup> e na adaptação feita por Machado e Mortimer,<sup>12</sup> os autores retomam que um dado conhecimento pode ser trabalhado no nível fenomenológico (macroscópico); no nível submicroscópico ou teórico, que envolve as “entidades” químicas; e no nível representacional.

No caso da Química, a queima de um material ou a reação de combustão pode ser explicada em termos de suas características antes e após a queima ou naquilo que é visível. Esse é o nível fenomenológico. A explicação desse fenômeno envolve propriedades moleculares, reagentes, produtos e as interações entre eles, o que representa o nível teórico. A equação química que representa essa reação seria, então, o nível representacional.

Navegar entre esses três níveis, de forma a mostrar ao estudante que todos os níveis estão envolvidos em uma única explicação química, é um desafio para o professor.

#### *As analogias como forma de relação*

A última forma de relação pedagógica envolve o uso de analogias. Nesse caso, o professor auxilia o estudante a compreender um conceito fazendo analogia desse com um objeto ou sistema mais acessível ou familiar.

Analogia é um processo comparativo em que um fenômeno, um modelo ou uma explicação científica é relacionado a alguma “entidade” ou processo conhecido. Normalmente se estabelecem relações entre cada parte do “novo” e do já conhecido. A analogia, por si só, dificilmente será suficiente para o entendimento conceitual, mas pode apoiar a construção do conhecimento.

## **Relações para encorajar o envolvimento emocional**

Os autores argumentam que a maior parte das pesquisas na área de ensino de Ciências centra-se em aspectos cognitivos, embora haja o reconhecimento da importância dos aspectos afetivos e emocionais. Os sentimentos e as emoções interferem nas atitudes que os estudantes têm em relação à Ciência. Por isso, é indicado que professores considerem as relações pedagógicas também no sentido de incentivar o envolvimento emocional dos estudantes. O professor pode fazer uso de algumas estratégias que suscitam respostas emocionais positivas dos estudantes, o que gera um bom clima em sala de aula, certamente favorável à aprendizagem. Entre essas estratégias estão as de caráter afetivo, por exemplo chamar o estudante pelo nome, ouvir o que tem a dizer sobre um fato ou fenômeno tratado nas aulas, respeitar o ponto de vista do estudante etc.

## **METODOLOGIA**

Selecionamos quatro professores da UFMG, da área de Ciências da Natureza, que foram bem avaliados pelos seus estudantes e que mostraram disposição em permitir a análise de suas aulas. Para mensurar o grau de aceitação dos professores, usamos duas questões de um instrumento de coleta de dados institucional, no qual os estudantes avaliam os professores ao final de cada disciplina. As questões usadas foram: a) Você faria novamente disciplinas com este professor? b) Você indicaria disciplinas desse professor para os seus colegas? Consideramos professores que obtiveram no mínimo 70% de respostas positivas às duas questões, em quatro semestres consecutivos. É nossa hipótese que professores bem avaliados usam estratégias que conquistam o estudante, o que nos leva a supor que o estudante aprende mais com esses professores. Essa escolha levou em consideração, ainda, o fato de dois professores atuarem em disciplinas que envolvem conhecimento mais abstrato (Química Orgânica) e dois em disciplinas de conhecimento mais relacionável ao contexto (Patologia).

Após cumprir os trâmites legais, que envolvem a assinatura de termos de consentimento livres e esclarecidos por parte tanto de professores quanto de estudantes, filmamos um conjunto de aulas de cada um desses professores, no ambiente natural em que aconteciam. Elas foram analisadas e, após uma visão panorâmica das aulas de cada um, selecionamos uma delas (totalizando 1 h e 40 min) que fosse representativa das demais aulas desse professor. Para essa aula, construímos mapas de episódios, de acordo com os temas trabalhados pelo professor. O mapa de episódio consiste na segmentação de uma aula em episódio e, nesse caso, cada novo episódio se iniciou quando o professor fez mudança de tema. Codificamos, para cada uma das aulas, as relações de continuidade (micro, meso e macro) e os seis tipos de relações de apoio à construção do conhecimento.

No caso das relações de continuidade, para facilitar a análise definimos como *micro* aquela feita entre conceitos trabalhados em uma mesma aula. As relações *meso* foram as que aconteceram entre conteúdos trabalhados em uma mesma disciplina. Já as relações *macro* foram feitas entre o conteúdo que estava sendo trabalhado e o conteúdo de outra disciplina, outro campo do conhecimento ou até mesmo com conteúdos do Ensino Médio. Algumas relações feitas em aula se referiam a conteúdos que seriam trabalhados no futuro. Quando não ficou claro se isso seria trabalhado dentro da disciplina ou em disciplinas futuras, optamos por classificá-las como relações de futuro. No entanto, obtivemos apenas um professor fazendo uma dessas relações, o que nos levou a descartar esse dado.

Sobre as relações de apoio à construção do conhecimento, consideramos como relação entre explicações científicas e cotidianas as situações nas quais o professor se referiu a algo que os estudantes

conheciam ou que fazia parte do contexto em que estavam inseridos. Como relação entre a conhecimento científico e fenômeno, consideramos os momentos em que o professor criou ou fez referência a um fenômeno, para associá-lo ao conteúdo. Nos modos de representação, optamos por considerar os momentos em que o professor articulou dois ou mais modos semióticos diferentes para comunicar o que estava ensinando. Na relação entre diferentes conceitos consideramos os momentos em que o professor trabalhou um conceito e trouxe outros conceitos já trabalhados que estavam articulados ao conceito em questão. Na analogia consideramos uma comparação feita pelo professor baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimento diferentes. Optamos por não analisar os diferentes níveis e escalas usadas pelos professores, por entender que esses professores normalmente se valem do domínio teórico e, ao fazer relações com o cotidiano ou fenômeno, eles poderiam estar usando também o nível fenomenológico e, nesse caso, teríamos sobreposição de análise.

Por se tratar de Ensino Superior, percebemos que os professores costumam fazer relações do conhecimento científico com a atividade profissional. Esse tipo de relação parece ter a função de fazer com que os conceitos se transformem em instrumentos do pensamento sobre o mundo objetivo dos estudantes. Por isso, inserimos uma relação que chamamos de “conhecimento científico e aplicação”, para registrar esses momentos.

Ao apresentarmos os dados e a análise que fizemos deles, optamos por identificar os professores pela abreviação “Prof.,” seguida de um número (Prof. 1, Prof. 2 etc.), com a intenção de garantir o anonimato. Adicionamos a disciplina que cada professor leciona. As relações que aconteceram em cada aula foram codificadas por dois pesquisadores, separadamente. A partir dessa codificação, as coincidências foram aceitas e as divergências foram discutidas coletivamente, com o intuito de fortalecer a classificação.

## RESULTADOS

Nesta seção apresentamos, inicialmente, a quantidade de relações feitas pelos professores individualmente e, posteriormente, a distribuição dessas ao longo da aula. Para isso nos valemos de figuras, na forma de gráficos. Finalmente, apresentamos alguns fragmentos de aulas dos quatro professores do Ensino Superior, nos quais aconteceram as relações de continuidade e de apoio à construção do conhecimento.

### As relações de Continuidade nas aulas analisadas

Inicialmente apresentamos a Tabela 1, que mostra as relações de continuidade que percebemos nas aulas de cada um dos professores. Essa tabela fornece o número de relações feitas pelos professores em aulas de 100 minutos.

**Tabela 1.** Relações de continuidade feitas pelos professores em 100 minutos de aula

Professor	Relações de Continuidade		
	Micro	Meso	Macro
Prof. 1 – Patologia	16	11	4
Prof. 2 – Patologia	4	6	3
Prof. 3 – Quím. Org.	3	14	0
Prof. 4 – Quím. Org.	4	8	2

Observando a Tabela 1, percebemos que, para os quatro professores analisados, as relações do tipo micro e meso ocorreram em maior número, quando comparadas às relações macro. Esse dado é um indício de que os professores têm maior dificuldade em fazer

relações do conhecimento que desenvolve em sua disciplina com o conhecimento presente nas demais disciplinas que compõe o currículo.

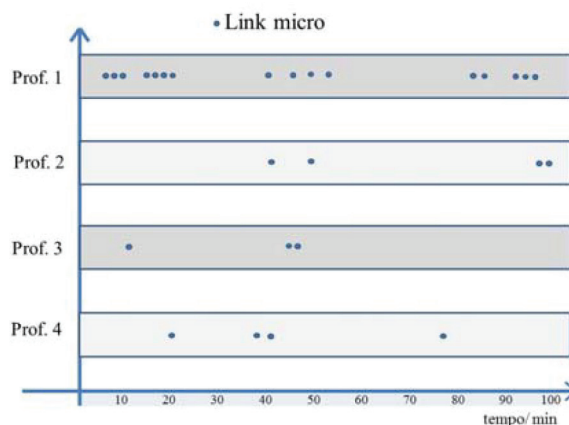
Percebemos, ainda, que as relações de continuidade não dependem do campo de conhecimento a que pertence a disciplina ou o professor. No caso dos professores 1 e 2, ambos são do mesmo campo disciplinar e se diferenciam na quantidade de relações de continuidade que fazem. Enquanto o professor 1 fez 31 dessas relações, o professor 2 fez 13, em um mesmo tempo de aula. Já os professores 2 e 4, que são de campos disciplinares diferentes, fizeram quantidades semelhantes de relações temporais.

Portanto, a quantidade de relações de continuidade realizadas em uma aula está diretamente ligada ao desempenho do professor. Elas não dependem da natureza do conteúdo, mas da percepção que o professor tem sobre a importância dessas relações e do esforço que faz para estabelecê-las.

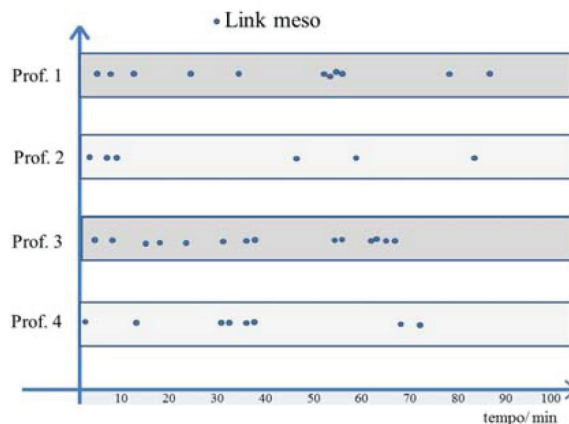
### Como as relações de continuidade acontecem no tempo

Julgamos importante explicitar como essas relações de continuidade e relações de apoio à construção do conhecimento se distribuem ao longo de uma aula. Para cada uma das relações de continuidade, construímos um gráfico no qual a abscissa representa o tempo da aula e os pontos representam o momento em que essas relações foram realizadas. O gráfico foi construído para cada tipo de relação, ou seja, micro (Figura 1), meso (Figura 2) e macro (Figura 3).

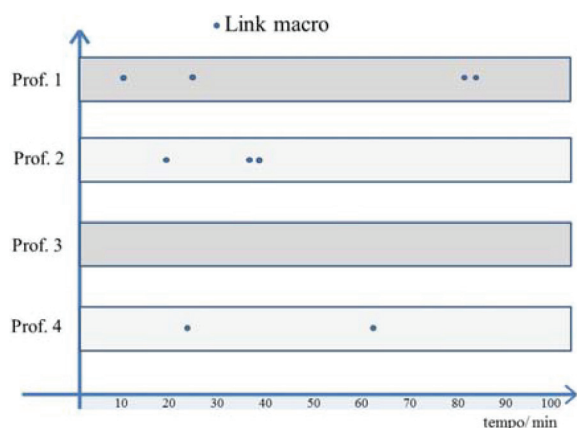
As relações de continuidade micro e meso, feitas entre conteúdos ou conceitos trabalhados na aula analisada ou entre conteúdos e conceitos da disciplina, fizeram-se presentes em todas as aulas. E elas



**Figura 1.** Gráfico com distribuição dos links micro ao longo da aula, para cada professor



**Figura 2.** Gráfico com distribuição dos links meso ao longo da aula, para cada professor



**Figura 3.** Gráfico com distribuição dos links macro ao longo da aula, para cada professor

foram, de maneira geral, distribuídas ao longo da aula. Já as relações temporais macro, que consideram uma ligação com conteúdos que extrapolam a disciplina, foram bem menos frequentes para todos os professores analisados. Novamente salientamos que esse é um indicio de que a atenção desses professores se dirige, principalmente, para a disciplina que ministram. Como esses professores fizeram poucas relações macro, podemos inferir que eles provavelmente não valorizam a relação da disciplina com o currículo do curso no qual estão envolvidos ou desconhecem esse currículo. De qualquer forma, não há uma disposição em auxiliar o estudante na construção de uma visão mais ampla do currículo, durante as aulas.

A organização curricular de muitos cursos universitários pode ser comparada com uma “colcha de retalhos”, formada por disciplinas que nem sempre se relacionam. Nesse sentido, o estudante recebe uma série de informações descontextualizadas e fragmentadas. No caso desses professores, há uma sinalização de que procuram relacionar os conteúdos/conceitos trabalhados por eles, mas são bem menos propícios a fazer essa relação com conteúdos de outras disciplinas, já que o número de relações macro é bem menor quando comparados com as micro e as meso.

Baseado em pesquisas desenvolvidas<sup>3-5</sup> e nos dados encontrados nestas aulas, alguns alertas podem ser feitos. Neste trabalho analisamos professores bem avaliados, que fazem um esforço para dar significado aos conteúdos que desenvolvem em suas aulas. No entanto, mesmo esses professores consideram prioritariamente o conteúdo da disciplina e não as relações entre essa e o currículo. Suspeitamos que as relações macro são pouco realizadas porque os cursos são centrados em conteúdo, que tende a ser excessivo para o tempo disponível.

#### Exemplos de relações de continuidade

Descrevemos, agora, um exemplo de relação de continuidade meso realizado pelo Prof. 1 e de macro, realizado pela Prof. 4.

Quando o Prof. 1 estava terminando a primeira parte da sua aula, aos 26 minutos e 08 segundos, tratou dos processos inflamatórios. Nesse momento ele disse: “Lembram que a gente viu isso lá na aula de necrose?”. Com isso ele facilitou que o estudante percebesse a relação do que está sendo tratado com o que já fora tratado há cerca de 10 aulas. Essa relação é meso, já que se trata de conexão entre conceitos de uma mesma disciplina. A Prof. 4, por sua vez, tratava da projeção de Fischer quando chamou a atenção para a manipulação de modelos moleculares, afirmando que o fato de não considerar certas limitações espaciais é um erro que estudantes trazem de disciplinas anteriores (do curso de graduação), nas quais o assunto não é aprofundado. Com isso, ela mostrou que aquele conceito já fora trabalhado anteriormente e que, nessa aula, estava sendo retomado. Trata-se, nesse caso, de uma relação de continuidade tipo macro, pois considera o que foi tratado em outras disciplinas.

Defendemos que a realização de relações de continuidade é importante, já que elas auxiliam o estudante a entender a “estória científica”, ou seja, fornecem aos estudantes uma visão mais ampla da Ciência, na qual diferentes conteúdos de diferentes aulas ou disciplinas podem ser percebidos como conectados entre si e, portanto, como partes de um todo.

#### As relações de apoio à construção de conhecimento

Os dados referentes à análise das relações que apoiam a construção do conhecimento estão organizados na Tabela 2.

Ao observarmos os dados constantes na Tabela 2, percebemos que as relações entre os conhecimentos científico e cotidiano, de forma geral, são favorecidas quando a disciplina está mais ligada ao contexto, como é o caso das disciplinas do campo da Patologia. As disciplinas de conteúdo mais abstrato, como é o caso das disciplinas de Química Orgânica, não favorecem a construção dessas relações. Baseados nos dados desse grupo de quatro professores, podemos afirmar que as relações do conhecimento científico com o cotidiano dependem do campo de conhecimento. Alertamos, portanto, que o número de relações feitas pelos professores não está diretamente relacionado à qualidade da aula, mas sim à natureza dos conteúdos nelas desenvolvidos. Acreditamos, no entanto, que se essas disciplinas forem planejadas considerando essas relações, esse número pode aumentar, inclusive naquelas que são consideradas menos vinculadas ao contexto.

#### Como as relações de apoio à construção do conhecimento acontecem no tempo

Passamos, agora, à distribuição temporal das relações que apoiam a construção de conhecimentos. Novamente construímos figuras, na forma de gráficos, para dar uma ideia da distribuição dessas relações ao longo das aulas analisadas, para cada um dos professores. Elas tratam da relação feita entre o conhecimento científico e o cotidiano (Figura 4), entre o conhecimento científico e fenômeno (Figura 5), entre os modos de representação (Figura 6), e entre os conceitos

**Tabela 2.** Relações para construção do conhecimento, feitas pelos professores em 100 minutos de aula

Professor	Relações de apoio à construção do conhecimento					
	Conhec. científico e cotidiano	Conhec. científico e fenômeno	Conhec. científico e aplicação	Modos de represent.	Entre conceitos	Analogia
Prof. 1 – Patologia	15	9	3	0	2	3
Prof. 2 – Patologia	8	2	2	1	2	1
Prof. 3 – Quím. Org.	1	1	3	2	8	1
Prof. 4 – Quím. Org.	1	0	2	9	1	1

(Figura 7). A relação entre conhecimento científico e aplicação obteve números bem próximos para os quatro professores e a analogia foi pouco usada por eles, o que não justifica buscar a realização temporal.

Observamos, na Tabela 2, que o diferencial entre os campos de conhecimento analisados se deu nas relações do conhecimento científico com o cotidiano. Na Figura 4 podemos observar que os professores 1 e 2, que são da Patologia e que nas aulas analisadas ensinavam conceitos ligados a doenças do corpo humano, fizeram essas relações ao longo de toda a aula, marcando bem o contexto em

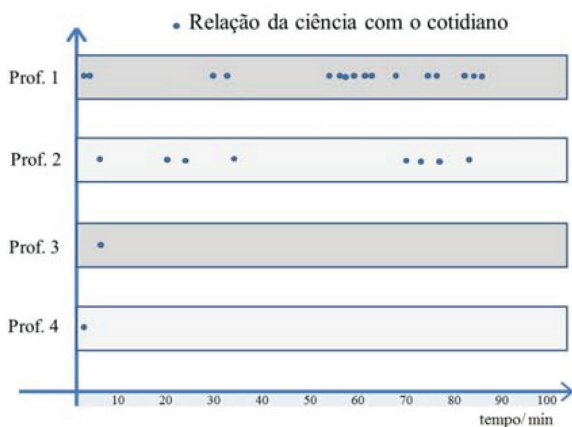


Figura 4. Gráfico de distribuição das relações entre conhecimento científico e cotidiano, para cada professor

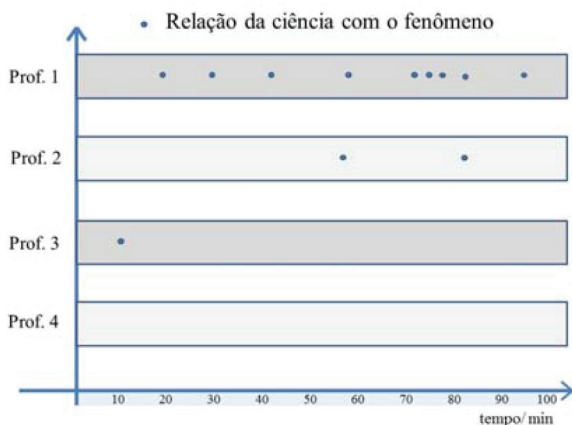


Figura 5. Gráfico de distribuição das relações entre conhecimento científico e fenômeno, para cada professor

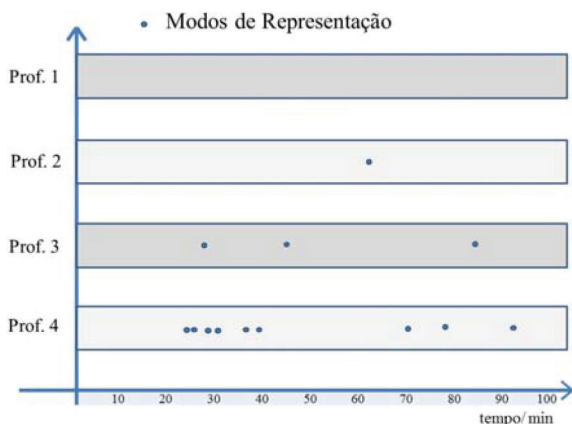


Figura 6. Gráfico de distribuição das relações entre os modos de representação, para cada professor

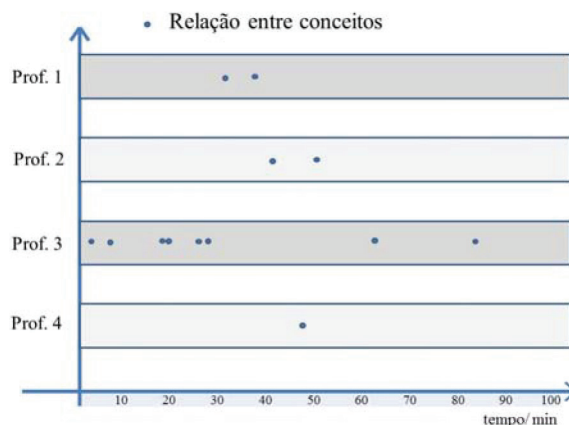


Figura 7. Gráfico de distribuição das relações entre os conceitos, para cada professor

que o conteúdo científico estava presente. Sobre os professores 3 e 4, que ministram disciplina de Química Orgânica, observamos que fizeram essas relações apenas no início da aula. Ambos iniciaram apresentando uma relação do conhecimento científico a ser desenvolvido com o cotidiano, porém, ao desenvolverem o conteúdo, passaram a usar prioritariamente a abordagem científica, sem fazer outras relações desse tipo.

A relação entre conhecimento científico e fenômeno foi mais utilizada pelo Prof. 1. Ele não só trouxe exemplos de fenômenos naturais como criou fenômenos em sala de aula, que auxiliaram no entendimento de um dado conceito. O Prof. 2 e a Prof. 3 usaram pouco enquanto a Prof. 4 não fez uso algum dessa relação. Assim como aconteceu com a relação do conhecimento científico com o cotidiano, o Prof. 1 utilizou-se da relação entre conhecimento científico e fenômeno ao longo de toda a aula. Os dois outros professores que se utilizaram dessa relação, o fizeram no início da aula e uma única vez ao final da aula.

No caso da interação entre diferentes modos de representação, podemos observar que a Prof. 4 se destacou. Trata-se de uma professora que reforça uma explicação valendo-se de modos de representação diferentes do que havia usado na primeira vez em que explicou o conteúdo. Em alguns momentos, ela sobrepõe um modo ao outro, como aconteceu quando ela fez uma representação química no quadro de giz e, em seguida, montou essa representação em um modelo bola/vareta. Feito isso, ela sobrepôs a representação do modelo que tinha em mãos sobre o modelo desenhado no quadro. A outra professora de Química Orgânica também usou simultaneamente diferentes modos, mas com menos frequência quando comparada à Prof. 4. Entendemos que o uso de diferentes modos é decorrente do grau de dificuldade do conteúdo trabalhado. Para dar significado ao conteúdo cujo grau de abstração é grande, o uso de diferentes modos vem contribuir para a performance do professor, melhorando a comunicação.

A relação entre conceitos, por sua vez, se mostrou como uma característica da Prof. 3, já que ela o fez com bem mais frequência que os demais professores cujas aulas foram analisadas. Essa professora usava o conceito de estereoquímica, desenvolvido em aulas anteriores. No entanto, ela não considerava esse um conceito já apropriado pelos seus estudantes, pois ao trazê-lo para o contexto da sala de aula, retomou o seu significado, utilizando-se de outros conceitos a ele relacionados, tais como as posições axial e equatorial (posições do hidrogênio), os planos presentes na representação, entre outros. Fazer a relação entre os conceitos se torna uma estratégia da Prof. 3 para os conceitos que ela considera como “chave” para entender os demais. Assim, ela faz esse tipo de relação para que os estudantes percebam o sentido do conceito chave.

### Exemplos de relações para a construção do conhecimento

Como exemplo de relação do conteúdo científico com o cotidiano, usamos um momento da aula da Prof. 3, mais precisamente aos 10 min e 12 s, instante em que ela ainda estava iniciando o conteúdo e, tratando do eteno, ressaltou o fato dessa substância fazer parte da biossíntese de plantas, sendo usada para provocar o amadurecimento de algumas frutas e legumes, como é o caso do tomate e da banana. Ela explicou, então, como isso acontece e quais as vantagens/desvantagens em usar o eteno.

Criar um fenômeno em sala de aula para discutir determinado conceito foi uma característica presente na aula do Prof. 1. Aos 19 min e 38 s, quando tratava do processo de “hiperemia ativa patológica” após uma agressão ao tecido, ele solicitou aos estudantes que, com o auxílio de uma caneta sem a ponta, fizessem um risco na pele do antebraço e percebessem o que iria acontecer. Com essa ação, os estudantes puderam verificar que, em segundos, o local riscado tornava-se avermelhado. Com isso, o professor relacionou o fenômeno percebido na pele com o tipo de lesão que ele estava explorando naquele momento, a inflamação. Nesse caso o professor fez com que os estudantes criassem um fenômeno em sala de aula e o relacionassem ao assunto que estavam discutindo. As Figuras 8 e 9 mostram o momento em que o professor convidou os estudantes a fazerem esse fenômeno acontecer.

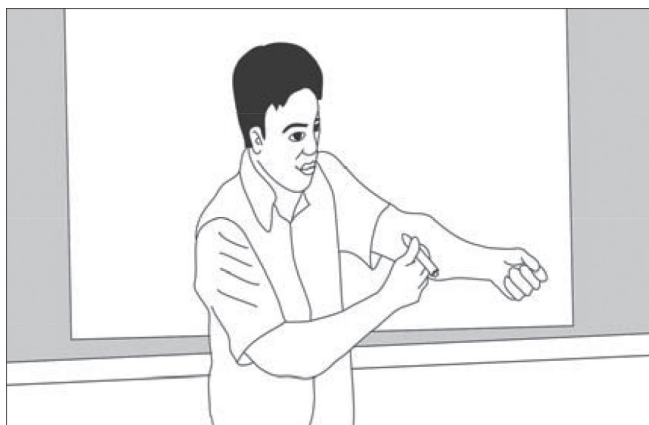


Figura 8. Momento em que o professor mostra aos estudantes como fazer o fenômeno acontecer



Figura 9. Momento em que o professor mostra aos estudantes o fenômeno em questão

Em relação ao uso de diferentes modos de representação, destacamos um momento em que o Prof. 2 usou um gesto para construir uma ideia de dinamismo na imagem projetada na tela. Isso aconteceu quando, transcorridos 60 min e 50 s da aula, o professor projetou na

tela uma imagem de um vaso sanguíneo, mostrando que as células epiteliais são estimuladas a produzir enzimas para destruírem a membrana basal. Com as mãos, o professor demonstrou na figura o caminho percorrido pela membrana. A Figura 10 mostra o professor fazendo o gesto sobre a imagem projetada. Neste caso, um dos modos de representação é a imagem na tela e o outro é o próprio gesto realizado pelo professor.

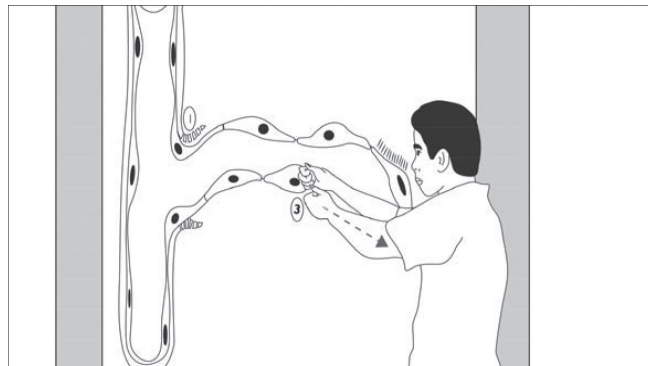
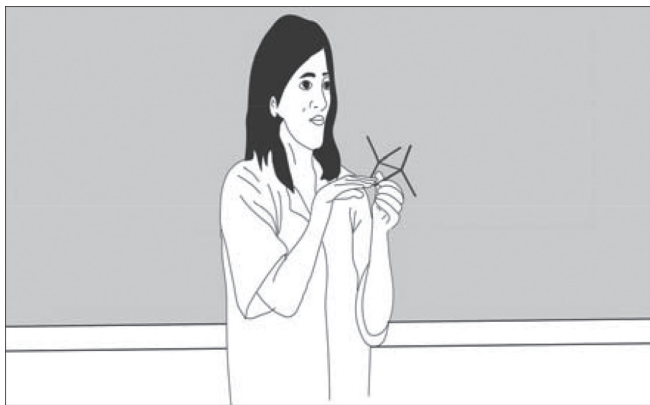


Figura 10. Momento em que o professor usa o gesto para dar dinamismo a uma imagem

Em relação à analogia, não havia expectativa de que elas fossem frequentes. Podemos perceber que o Prof. 1 fez uso de três analogias, enquanto outros três professores usaram uma cada um. Apesar do pouco uso, destacamos a analogia usada na aula da Prof. 4, aos 59 min e 46 segundos da aula. Enquanto a professora explicava a esteoquímica de uma molécula orgânica, um dos ângulos formados, chamado de diedro, era de 60 graus. Para fazer essa explicação ela demonstrou o giro de ligação utilizando-se do modelo bola/vareta, de forma a chamar a atenção para o ângulo. A “visualização” do ângulo no modelo apresentado pela professora considerava dois planos imaginários (Figura 11). No entanto, o entendimento desses dois planos parecia não estar claro para os estudantes. Percebendo essa dificuldade, a professora olhou para o lado e, ao avistar um livro, se dirigiu a ele e iniciou a comparação que consideramos ser uma analogia. Ela abriu o livro e o deixou em uma posição semiaberta, mostrando um ângulo que representaria o ângulo diedro (Figura 12). Nesse momento fez o seguinte comentário: “Viu a página do livro? Essa linha aqui (correndo o dedo pelo encontro das duas páginas) é o eixo da ligação carbono-carbono. (...) É esse ângulo aqui que é chamado diedro. Essa página aqui representa um plano e essa aqui o outro plano”. Em seguida a professora voltou para o local onde estava antes de se dirigir ao livro e retomou o assunto utilizando o modelo bola/vareta. Com o modelo novamente nas mãos ela voltou a falar dos dois planos que formam o ângulo. Enquanto movimentava a mão mostrando o plano imaginário (Figura 13), ela disse “... Esse está na página em pé e esse está na página deitada. Existe um ângulo aqui (apontando) que é de 60 graus, chamado ângulo diedro.” Essa analogia – entre as páginas do livro e os planos que formam o ângulo – nos pareceu facilitar o entendimento dos estudantes sobre o “ângulo diedro”.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS: COMO ESSAS RELAÇÕES PODEM AUXILIAR EM SALA DE AULA?

Como já argumentamos, o currículo de grande parte dos cursos de graduação das universidades tende a compartimentalizar o conhecimento científico. Os professores estão alocados em departamentos e se organizam geralmente por campos de conhecimento, que congregam algumas disciplinas. Esse agrupamento tem suas vantagens,



**Figura 11.** Momento em que a professora manipula o modelo bola/vareta para mostrar os dois planos



**Figura 12.** Momento em que a professora usa o livro para mostrar o ângulo e compara as duas páginas com os planos do modelo



**Figura 13.** Momento em que a professora retoma o plano imaginário no modelo bola/vareta

mas também pode contribuir para a compartimentalização do todo. Os estudantes, ao ingressarem em um desses cursos, vão passando por um conjunto de disciplinas cujos conteúdos nem sempre dialogam entre si. Como consequência, é comum ouvirmos desses estudantes questionamentos em relação à utilidade de um determinado conhecimento. Acreditamos que isso se deve, principalmente, ao fato de ele não ser capaz de, sozinho, conectar esses diferentes conhecimentos.

Assim, ao fazer relações de continuidade micro, meso e macro, um professor pode promover uma visão mais clara do currículo, à medida em que possibilita ao estudante perceber que um conteúdo trabalhado em outra disciplina tem ligação com o conteúdo que está sendo trabalhado naquele momento ou que um conteúdo visto anteriormente dialoga com o conteúdo atual. Até mesmo dentro de uma

mesma aula isso se mostra importante, pois o estudante tem mais condições de entender os conceitos quando trabalhados como parte de um todo. Como já comentamos, os nossos professores realizam poucas relações de continuidade macro, reforçando a compartimentalização. Apesar de serem professores bem avaliados, têm dificuldade em traduzir a importância da disciplina no currículo.

As relações entre conhecimento científico e cotidiano, entre esse conhecimento e um fenômeno, ou com a aplicação, e também as relações entre os modos de representação e entre os conceitos são igualmente importantes. São elas que permitem ao estudante perceber o sentido daquilo que ele estuda ou como o conhecimento científico à qual ele se dedica se relaciona com o seu mundo. É esperado que essas relações que o professor faz no plano social da sala de aula facilitem a internalização daquilo que é ensinado.

Observamos que algumas disciplinas do currículo são mais apropriadas para que as relações com o cotidiano aconteçam. No entanto, se o professor colocar essas relações em seu planejamento, certamente elas podem se fazer mais presentes em qualquer disciplina. Entender a contribuição que as relações pedagógicas podem trazer aos estudantes é importante para que os professores as incorporem no planejamento da aula e da disciplina que ministram.

Além disso, é importante perceber que certos professores fizeram do uso de determinadas relações pedagógicas uma marca importante do seu trabalho. Enquanto a professora 3, por exemplo, faz um uso muito significativo das relações entre modos de representação, a professora 4, que é da mesma disciplina (Química Orgânica), faz da relação entre conceitos a principal para apoiar a construção do conhecimento. Assim, cada professora valoriza um certo tipo de relação no seu trabalho com os estudantes.

Acreditamos que este trabalho pode oferecer um ponto de partida para que professores de Ensino Superior diminuam a compartimentalização do conhecimento ao mesmo tempo em que se sintam desafiados a fazer de suas aulas um espaço de entendimento da história científica na qual os conceitos que desenvolvem estão inseridos. Para isso, é preciso que os professores façam uso, sempre que possível, das diferentes formas de relações pedagógicas como estratégia de ensino.

Trabalhamos, ao desenvolver este estudo, com dados de um número limitado de professores. Porém, acreditamos que a análise de cada uma dessas relações para um número maior de professores, de áreas variadas e também de uma mesma área, representa grande potencial para que a pesquisa contribua para a melhoria das formas de ensinar.

## AGRADECIMENTOS E APOIOS

CNPq.

## REFERÊNCIAS

1. Scott, P.; Mortimer, E. F.; Ametller, J.; *Studies in Science Education* **2011**, *47*, 3.
2. Morin, Edgar; *Complexidade e transdisciplinaridade*, EDUFRRN: Natal, 1999.
3. Nicolini, A.; *Rev. Adm. Empres.* **2003**, *43*, 44.
4. Magnusson, S.; Krajcik, J.; Borko, H. Em *Examining pedagogical content knowledge*; Gess-Newsome, J., Lederman, N. G., eds.; Kluwer: Boston, 1999, cap. 4.
5. Abell, S. K. Em *Handbook of Research on Science Education*; Abell, S. K., Lederman, N. G., eds.; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, 2007. pp. 1105-1151.
6. Venkat, H.; Naidoo, D. *Education as Change* **2012**, *16*, 21.
7. Colucci-Gray, L.; Perazzone, A.; Dodman, M.; *Cultural Studies of Science Education* **2013**, *8*, 127.



8. Taber, K. S.; *Student thinking and learning in science: Perspectives on the nature and development of learners' ideas*, Routledge: London, 2014.
9. Vigotski, L. S.; *A construção do pensamento e da linguagem*, Martins Fontes: São Paulo, 2001.
10. Lemke, J. L. Em *Reading science: Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science*; Martin, J. R., Veal, R., eds.; Routledge: London, 1998. cap. 5.
11. Johnstone, A. H.; *Journal of Computer Assisted Learning* **1991**, 7, 75.
12. Machado, A. H.; Mortimer, E. F. Em *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*; Zanon, L. B., Maldaner, O. A., eds.; Editora Unijuí: Ijuí, 2007, cap 2.