

As relações pedagógicas em aulas de Química Orgânica no Ensino Superior

The pedagogical link-making in courses of Organic Chemistry in Higher Education

Resumo

Os currículos dos cursos de graduação têm recebido críticas em função da fragmentação do conhecimento. Nesse trabalho analisamos o uso de relações pedagógicas no Ensino Superior. Para isso selecionamos seis professores que ministram disciplinas de Química Orgânica para diversos cursos de graduação, sendo que três deles tem um número proporcionalmente maior de estudantes aprovados quando comparados aos outros três. Filmamos e analisamos um conjunto de aulas com o objetivo de identificar as relações que fazem para dar continuidade ao conteúdo e para auxiliar os estudantes na construção do conhecimento em sala de aula. Pelo tipo de relação de continuidade analisado, podemos perceber que os professores têm pouco conhecimento sobre o currículo como um todo. Além disso, nas disciplinas de professores que fazem mais relações pedagógicas, os estudantes são mais bem-sucedidos, o que nos leva a argumentar que essas relações auxiliam no entendimento da “estória científica”.

Palavras chave: relações pedagógicas, ensino superior, Professor.

Abstract :

The fragmentation of knowledge is a reality in the curricula of undergraduate courses. In this work, we analyzed the use of pedagogical link-making in Higher Education. For this, we selected six Organic Chemistry's professors who teach for several undergraduate courses, three of which have a proportionally higher number of approved students when compared to the other three. We filmed and analyzed a classes with the objective of identifying the relationships they make to promote continuity and to support knowledge building in the classroom. By the type of continuity relationship analyzed, we can see that teachers have a limited knowledge about the curriculum. Moreover, in the courses of teachers who make more pedagogical link-making, students are more successful, which leads us to argue that such relationships help in understanding the "scientific story."

Key words: pedagogical link-making, higher education, professor.

Introdução

Mesmo que o professor de ensino superior tenha presente ou tenha ouvido falar de técnicas, metodologias ou estratégias de ensino e de engajamento dos estudantes, a transmissão organizada de informações parece ser o foco de atenção de muitos deles. O professor planeja

a sua aula de forma a transmitir informações e experiências que, para ele, já estão consolidadas. Com isso, espera que seus estudantes retenham essas informações, reproduzindo-as nos instrumentos de avaliação e, por consequência, sempre que elas se fizerem necessárias, ao longo de suas vidas.

Esse modo de ser do professor universitário está alicerçado na própria organização universitária. A partir da reforma universitária brasileira (Lei 5.540/69) o professor universitário passa a atuar junto a um departamento, que pode ser vinculado a vários cursos. Assim, o compromisso volta-se a um campo específico do saber e não ao campo para o qual forma os estudantes. Além disso, os professores são sutilmente pressionados para a pesquisa, criando um entendimento de que esse é o foco principal na universidade. Isso também contribui para que a aula nem sempre seja a prioridade no trabalho do professor universitário. Porém, o ponto que realmente interfere nos dados que aqui apresentamos tem a ver com a organização curricular, que privilegia disciplinas conteudistas e técnicas, com um programa que só pode ser cumprido se o professor se pautar na organização conceitual e na transmissão de informações.

Por ser um currículo compartimentalizado em disciplinas, os conhecimentos nelas presentes nem sempre são percebidos pelos estudantes como relacionados entre si, com outras disciplinas, com outros campos do conhecimento e com o contexto, seja ele social ou científico. Nesse trabalho nos baseamos em Scott, Mortimer e Ametller (2011) para analisar as aulas de um grupo de professores do Ensino Superior, que ministram disciplinas de Química Orgânica, com a intenção de identificar relações que fazem para dar continuidade ao conteúdo e para auxiliar os estudantes na construção do conhecimento em sala de aula.

Referencial Teórico

A contemporaneidade e o acúmulo de conhecimento têm contribuído para o aumento da compartimentalização do conhecimento nos cursos de graduação. O estudante, ao ingressar na graduação, se depara com fragmentos do conhecimento, que compõe um todo integrado. Porém, perceber essa integração tem se mostrado uma tarefa complexa, principalmente se o professor não favorecer essa percepção.

Peleias *et al.* (2011, p. 500) afirmam que o *Ensino Superior no Brasil tem se guiado pelo paradigma linear e cartesiano, que dissocia o pensamento e a ação; a falta de contato com a realidade parece ser acentuada*. Para eles os professores, na tentativa de promover aprendizagem, acabam dando importância excessiva ao conteúdo e detrimento da interligação deste com a situação da qual emerge.

Ainda sobre os currículos de graduação, Nicolini (2003), ao se referir a cursos de campo da administração, também ressalta a pouca inter-relação entre as diferentes disciplinas que compõe o currículo. Para esse autor, as diferentes disciplinas que compõe o currículo *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).

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 façam essas relações e para isso, é preciso que estejam familiarizados com a organização curricular. Apropriamos-nos, assim, da proposta desenvolvida por Scott, Mortimer e Ametller (2011) envolvendo o que chamaram de relações pedagógicas.

Scott, Mortimer e Ametller (2011) desenvolveram a noção de relação pedagógica de conteúdo, 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 as relações pedagógicas são fundamentais para o ensino e aprendizagem das ciências e, nesse sentido, podem propiciar aos professores a reflexão e análise da sua própria prática docente.

Essas relações pedagógicas têm sido exploradas em inúmeros trabalhos presentes na literatura. Muitos desses trabalhos foram realizados no Ensino Fundamental, envolvendo a aprendizagem de matemática em séries iniciais (Venkat; Naido, 2012), o uso do drama/teatro para ensinar Ciências (Braund; Ekron; Moodley, 2013; Braund, 2015), as relações feitas pelos estudantes como momentos de aprendizagem (Haug, 2014; Haug; Ødegaard, 2014), os processos de resolução de problemas em salas de aula por meio da dialogia (Kim; Roth, 2014) e as relações feitas quando um software é incorporado às aulas (Murcia, 2014). No Ensino Médio destacamos três trabalhos envolvendo essas relações (Strømme, 2015; Dierdorff et al., 2014; Ummels et al., 2015). Outros dois trabalhos envolvem situações de ensino e aprendizagem com futuros professores de ciências (Colucci-Gray, 2013) e as relações de conteúdo feitas em aulas de graduação em Fisioterapia (Nurkkaa et al., 2014).

O pressuposto construtivista de que a aprendizagem de conceitos envolve a formação de relações entre o conhecimento existente e as novas ideias trabalhadas são o ponto de partida para os estudos de Scott, Mortimer e Ametller (2011). Com isso, uma nova ideia só será internalizada quando fizer sentido para o aprendiz e esse “fazer sentido” depende de ideias já existentes e da capacidade de conectar essas ideias. Com isso, o papel do professor em sala de aula envolve, também, fazer relações no plano social, para apoiar os estudantes na construção de saberes no plano pessoal. Os autores explicitam três formas de relações entre ideias, as quais passamos a descrever.

Relações pedagógicas para promover a continuidade

A primeira forma de relação envolve eventos separados no tempo e 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”. Para que os estudantes não percam o sentido da “estória”, o professor deve promover a continuidade e isso pode envolver várias estratégias. Elas foram propostas em três níveis:

Macro: *links* de continuidade feitos em uma escala de tempo prolongado (geralmente de meses/anos), que envolvem fazer referências a diferentes partes do currículo de ciências. No caso do ensino superior, consideramos como relação macro aquela feita entre conteúdos que extrapolam disciplina do professor (outras disciplinas, por exemplo).

Meso: *links* de continuidade feitas em uma escala de tempo intermediário (tipicamente de dias/semanas), que envolvem fazer referências a diferentes pontos dentro de uma mesma sequência de ensino. Consideramos, para esse nível, quando o professor relaciona diferentes conteúdos dentro da disciplina que ministra.

Micro: *links* de continuidade feitas em uma escala de tempo curto (normalmente de minutos), que envolve fazer referências a diferentes pontos dentro de uma mesma aula.

Relações para apoiar a construção de conhecimento

O apoio à construção do conhecimento, segundo os autores, envolve pelo menos seis abordagens, todas tratando das relações possíveis entre os diferentes tipos de conhecimento: a relação entre o conhecimento científico e o cotidiano, a relação entre os conhecimentos

científicos e os fenômenos, a relação entre diferentes conceitos científicos, a relação entre os modos de representação, o movimento entre diferentes escalas e níveis de explicação e, finalmente, as analogias.

Relações entre conhecimentos cotidianos e científicos

Os conceitos científicos são os produtos das comunidades científicas específicas e se constituem 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, não podendo ser generalizado. Essas relações são feitas tanto para integrar quanto para diferenciar as formas cotidianas e científicas de explicar.

Relações 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 com o mundo, 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.

Relações entre os conceitos científicos e a aplicação

Por se tratar de uma especificidade do ensino superior, optamos por incluir essa relação. Quando se trata das Ciências da Natureza, os conhecimentos advindos da pesquisa nesse campo são, muitas vezes, usados na produção de artefatos tecnológicos. Nesse caso, o professor pode fazer relações dos conceitos trabalhados em sala de aula com a aplicação, seja ela na indústria ou no comércio. 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. Assim, dar significado a um conceito científico envolve, também, reconhecer a aplicação desse conceito.

Relação entre conceitos

Para os autores, aprender conceitos científicos envolve reconhecer como os próprios conceitos científicos se encaixam em um sistema mais amplo. Assim como é importante relacionar um conceito com o seu objeto de referência, também é importante relacioná-lo com outros conceitos envolvidos. Para exemplificar podemos usar o caso da energia de ativação. Esse conceito está diretamente relacionado aos conceitos de calor, reação química, reagentes e produtos, ligações químicas e outros. Para promover o entendimento do conceito em questão, é indicado que o professor faça essa relação entre os diversos conceitos envolvidos.

Modos de representação

Os autores se basearam em Lemke (1998), quando ela chama a atenção para o fato de a ciência atual usar não só a linguagem verbal, mas também uma linguagem matemática, gráfica, pictórica e uma série de outros modos de representar uma mesma substância ou um mesmo material. No caso da Química, as fórmulas químicas representam um modo de comunicação bem específico. Para Scott, Mortimer e Ametller (2011), o desenvolvimento de uma compreensão profunda de conceitos científicos implica na capacidade de fazer relações entre os diferentes modos de representação.

As analogias como forma de relação

Essa relação pedagógica envolve o uso de analogia. Nesse caso o professor auxilia o estudante a compreender um conceito fazendo analogia deste com um caso mais acessível ou

familiar. Analogia é um processo comparativo de fenômenos e modelos diferentes por meio de suas semelhanças ou uma relação de semelhança estabelecida entre duas ou mais entidades distintas.

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. 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 mais afetivo (chamar o estudante pelo nome, ouvir o que têm a dizer sobre um fato ou fenômeno tratado nas aulas, respeitar o ponto de vista do estudante, elogiar quando couber um elogio etc.) e auxiliar no entendimento da estória científica, por meio das relações.

Neste trabalho exploramos as relações de continuidade (micro, meso e macro) e as relações que apoiam a construção do conhecimento (relações do conhecimento científico com o cotidiano e com um fenômeno, as relações entre conceitos, os modos de representação e as analogias) e uma que acrescentamos (relação do conhecimento com a aplicação). Para isso analisamos as aulas de seis professores de Química Orgânica do Ensino Superior.

Metodologia

Selecionamos seis professores responsáveis por disciplinas de Química Orgânica, do Departamento de Química/ICEx, da UFMG. Essa seleção considerou três professores entre aqueles em que o índice de aprovação é, geralmente, alto nas disciplinas que ofertam e outros três em que o grau de aprovação de estudantes é mais baixo, quando comparados ao outro grupo.

Após cumprir com os trâmites legais, filmamos um conjunto de aulas de cada um desses professores, no ambiente natural em que aconteciam. Para este trabalho analisamos uma aula (constituída por duas aulas conjugadas, totalizando 100 minutos) de cada professor, que fosse representativa das demais aulas desse professor. Para essa aula construímos mapas de episódios temáticos. Analisamos as relações de continuidade e as relações de apoio à construção do conhecimento.

No caso das relações de continuidade, para facilitar a análise, definimos como relação micro aquela feita entre conceitos trabalhados em uma mesma aula. As relações meso foram aquelas em que as relações aconteceram entre conteúdos trabalhados no interior da disciplina. Já as relações macro foram aquelas em que o professor fez relações do conteúdo que estava trabalhando com outra disciplina, outro campo do conhecimento ou até mesmo com conteúdos da Educação Básica. Algumas relações feitas em aula se referiam a conteúdos que seriam trabalhados no futuro. Nos casos em que não ficou claro se isso seria trabalhado dentro da disciplina ou em disciplinas futuras, optamos por classificá-los como relações de futuro.

Para as relações que visam apoiar a construção do conhecimento, consideramos como relação entre ciência e cotidiano as situações nas quais o professor se refere a algo que os estudantes conhecem ou que faz parte do contexto em que estão inseridos. Como relação entre ciência e aplicação, consideramos os momentos em que o professor mostra aos estudantes a aplicação daquele conhecimento que está sendo tratado. Na relação entre a ciência e um fenômeno

consideramos os momentos em que o professor cria ou faz referência a um fenômeno, para associá-lo ao conteúdo. A relação entre os conceitos aconteceu quando o professor apresentou o conceito que pretendia desenvolver e, para explicá-lo trouxe uma rede conceitual mais ampla, mostrando como os conceitos se relacionam. Para analisar os modos de representação, optamos por considerar os casos em que o professor usa mais de um modo simultaneamente. Isso acontece, por exemplo, quando o professor desenha uma estrutura química no quadro e a constrói usando o modelo bola/vareta. Nesses casos, ao explicar o conteúdo em questão, o professor usa tanto o desenho no quadro quanto o modelo construído, comparando-os.

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. Nesse caso, Prof. 1, 2 e 3 são aqueles em que o número de estudantes bem-sucedidos em suas disciplinas é maior do que os estudantes bem-sucedidos nas disciplinas dos Prof, 4, 5 e 6. Consideramos, para isso, que os estudantes que se matricularam, mas em algum momento do curso abandonaram a disciplina ou foram reprovados nela.

Resultados

Apresentamos inicialmente a quantidade de relações feitas pelos professores, individualmente e, posteriormente, a distribuição dessas ao longo da aula. Para isso nos valem de figuras, na forma de gráficos.

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 por eles, embora não a faça de maneira temporal, ou seja, ela não fornece a noção do tempo de aula em que cada uma das relações foi usada.

Professor	Relações de continuidade			
	Micro	Meso	Macro	De futuro
Prof. 1	3	13	1	1
Prof. 2	4	8	2	1
Prof. 3	4	6	3	4
Prof. 4	2	7	0	3
Prof. 5	0	6	1	4
Prof. 6	3	3	1	1

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

As relações de continuidade do tipo meso se referem a relação que o professor faz entre os conteúdos presentes na sua disciplina. Elas dão coesão ao discurso, pois relacionam elementos da disciplina, ao longo dos 4 meses em que elas costumam durar. Podemos observar que todos os professores realizaram essas relações, além de serem as mais frequentes.

Já as relações do tipo micro, responsáveis por uma coerência no discurso ao longo de uma única aula, percebemos que nem todos os professores a fazem. Ela se fez mais presente entre os professores cujo grau de aprovação é maior, embora a diferença não tenha sido muito significativa. Sobre as relações do tipo macro, que fazem um link do conteúdo que está sendo

trabalhado com conteúdos de outras disciplinas ou de outros campos do conhecimento, percebemos uma baixa frequência em todos os professores.

Os dados nos mostram que a percepção que esses professores têm de sua disciplina dentro do currículo como um todo não é grande, ou se existe, não é evidenciada nas relações que os professores fazem em sala de aula. As relações micro e meso são mais numerosas quando comparadas às relações macro.

A Tabela 2 nos mostra as relações construídas pelos professores, para apoiar a construção de conhecimentos.

Professor	Relações para apoiar a construção do conhecimento					
	Ciência e Cotidiano	Ciência e Fenômeno	Ciência e Aplicação	Entre conceitos	Modos de representação	Analogias
Prof. 1	1	1	4	8	3	1
Prof. 2	1	0	2	1	9	1
Prof. 3	13	2	1	1	0	6
Prof. 4	0	0	1	0	3	0
Prof. 5	3	0	2	0	1	0
Prof. 6	1	0	1	0	1	0

Tabela 2: Relações para apoiar a construção do conhecimento, feitas pelos seis professores em 100 minutos de aula.

Essas relações, segundo Scott, Mortimer e Ametller (2011), se tornam parte das interações pedagógicas que fornecem ao estudante o apoio necessário para dar significado aos conceitos trabalhados no plano social. Portanto, elas são importantes para que os estudantes possam ter uma compreensão profunda desses conceitos no plano individual.

Embora não se possa generalizar entre todos os professores investigados, é possível perceber diferenças significativas. Para as relações entre Ciência e Cotidiano, Ciência e Aplicação e nos modos de representação, percebemos que os Prof. 1, 2 e 3 se destacam quando comparados aos outros três. Porém, é nas relações entre Ciência e Fenômeno, entre os conceitos e na construção e analogias que a diferença se fez mais significativa. O Prof. 3 se destacou no número de relações que fez da Ciência com o cotidiano, o Prof. 2 se destacou no uso simultâneo de diferentes modos de representação, enquanto o Prof. 1 se destacou na relação que faz entre os diferentes conceitos. Portanto, mesmo sendo conteúdos com alto grau de abstração, essas relações são possíveis. Os Prof. 4, 5 e 6 não usaram essas relações durante os 100 min de aulas.

As disciplinas de Química Orgânica, de forma geral, tratam de conteúdos mais abstratos, para os quais essas relações não são favorecidas, se compararmos a professores de outros campos. Porém, é nossa crença que se essas disciplinas forem planejadas considerando essas relações, esse número pode aumentar, o que facilitaria a compreensão dos estudantes.

Como as relações acontecem no tempo

Julgamos importante explicitar como as relações de continuidade e as relações para a construção do conhecimento se distribuem ao longo de uma aula. Como as relações *meso* foram mais comuns, optamos por considerar as relação micro e macro, ao longo do tempo de uma aula, para os seis professores. A Figura 1 traz o gráfico que mostra essas relações.

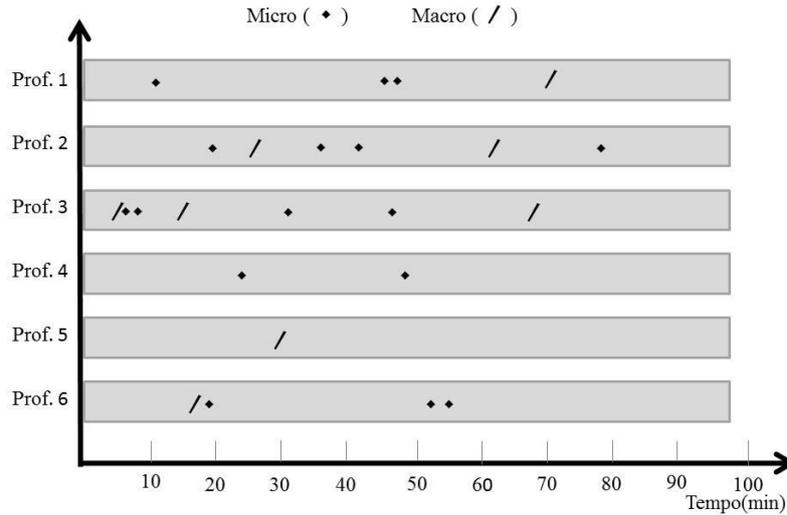


Figura 1: Gráfico com distribuição das relações de continuidade ao longo da aula, para cada professor.

As relações meso ocorreram em maior quantidade nas aulas de todos os professores. Para as relações de continuidade micro e as macro podemos perceber que se distribuíram melhor ao longo da aula dos Prof. 2 e 3.

No geral, podemos afirmar que esses professores fazem poucas relações macro, o que nos leva a pensar que a atenção se dirige muito mais para a disciplina que ministram do que para o currículo como um todo. Com isso, deixam sob responsabilidade dos estudantes fazer as relações de conteúdo, o que pode não acontecer.

Alguns trabalhos têm enfatizado a fragmentação do conhecimento no Ensino Superior. Ao ingressar no curso, o estudante passa a cursar inúmeras disciplinas que, se não forem feitas as devidas relações, representarão fragmentos de conhecimento. Há uma sinalização de que esses professores procuram relacionar os conteúdos/conceitos trabalhados por eles. No que tange a fazer relações com outras disciplinas, são bem menos propícios. E isso é ainda mais perceptível quando se trata de professores de disciplinas que aprovam menos estudantes.

Para as relações que apoiam a construção de conhecimentos, construímos uma figura, na forma de gráfico, para dar uma ideia da distribuição dessas relações ao longo das aulas analisadas, para cada um dos professores. Escolhemos as relações entre Ciência e fenômeno, Ciência e aplicação e Analogias, já que essas forma construídas apenas pelos Prof. 1, 2 e 3. A Figura 2 traz a distribuição dessas relações ao longo das aulas.

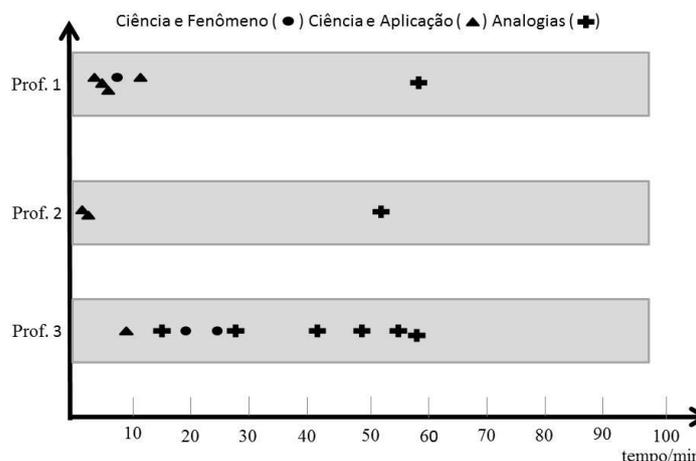


Figura 2: Gráfico de distribuição das relações do conhecimento com o cotidiano, para cada professor.

Podemos notar que as relações entre a Ciência e a aplicação são feitas no início da aula, provavelmente para chamar a atenção do estudante sobre a importância do conteúdo que será trabalhado. Já as analogias e as relações da Ciência com fenômenos acontecem em diferentes momentos das aulas.

Considerando que esses três professores foram os únicos a fazerem esses três tipos de relações e que a quantidade de estudantes bem-sucedidos em suas disciplinas é maior quando comparado aos outros três, podemos inferir que essas relações auxiliam os estudantes no processo de significação do conteúdo e, por conseguinte, na aprendizagem.

O que essas relações nos dizem sobre as aulas?

Como já argumentamos, quando os estudantes ingressam na graduação, passam por um conjunto de disciplinas cujos conteúdos nem sempre dialogam entre si, apesar de comporem um todo. Em função disso, perceber essa integração tem se mostrado uma tarefa complexa, que precisa da atenção de professores.

Ao fazer relações de continuidade, um professor pode promover uma visão mais ampla do currículo, à medida que o estudante percebe que um conteúdo trabalhado anteriormente tem ligação com o conteúdo que está sendo naquele momento. Até mesmo dentro de uma mesma aula isso se mostra importante. Por meio dos dados obtidos, percebemos que os professores realizam poucas relações de continuidade macro, o que não diminui a compartimentalização. As relações para apoiar a construção do conhecimento são igualmente importantes. São elas que permitem ao estudante perceber o sentido daquilo que ele estuda ou como a ciência a qual ele se dedica se relaciona com o seu contexto, seja social ou científico. É esperado que essas relações que o professor faz no plano social (da sala de aula) facilitem a apropriação daquilo que é ensinado.

Ao analisar os dados, percebemos que os professores cujos estudantes são mais bem-sucedidos realizam mais as relações tanto de continuidade quanto para a construção do conhecimento. Esse é um forte indício de que essas relações realmente auxiliam o estudante no entendimento sobre os conceitos científicos trabalhados na aula, contribuindo para o seu sucesso na disciplina.

Agradecimentos e apoios

Fapemig, Capes.

Referências

BRAUND, M. Drama and learning science: an empty space? *British Educational Research Journal*. V. 41, n. 1, p. 102-121, 2015.

BRAUND, M.; EKRON, C.; MOODLEY, T. Critical Episodes in Student Teachers' Science Lessons using Drama in Grades 6 and 7. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*. v. 17, n. 1-2, p. 4-13, 2013.

COLUCCI-GRAY, L.; PERAZZONE, A.; DODMAN, M.; CAMINO, E. Science education for sustainability, epistemological reflections and educational practices: from natural sciences to trans-disciplinarity. *Cultural Studies of Science Education*. v. 8, n. 1, p. 127-183, 2013.

DIERDORP, A.; BAKKER, A.; VAN MAANEN, J. A.; EIJKELHOF, H. MC. Meaningful statistics in professional practices as a bridge between mathematics and science: an evaluation

- of a design research Project. *International Journal of STEM Education*, v. 1, n. 9, p. 1-15, 2014.
- HAUG, B. S. Inquiry-Based Science: Turning Teachable Moments into Learnable Moments. *Journal of Science Teacher Education*. v. 25, n. 1, p. 79-96, 2014.
- HAUG, B. S.; ØDEGAARD, M. From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, v. 44, n. 5, p. 777-800, 2014.
- KIM, M.; ROTH, W. M. Argumentation as/in/for dialogical relation: a case study from elementary school Science. *Journal Pedagogies: An International Journal*. V. 9, n. 4, p. 300-321, 2014.
- LEMKE, J.L. Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J.R.; VEEL, R. (Eds.), *Reading science*. London: Routledge, 1998, p. 87-113.
- MURCIA, K. Interactive and multimodal pedagogy: A case study of how teachers and students use interactive whiteboard technology in primary Science. *Australian Journal of Education*. v. 58, n. 1, p. 74-88, 2014.
- NICOLINI, A. Qual será o futuro das Fábricas de Administradores? *Revista de Administração de Empresas*, v. 43, n. 2, p. 44-54, 2003.
- NURKKA, N.; VIIRIB, J.; LITTLETON, K.; LEHESVUORIB, S. A methodological approach to exploring the rhythm of classroom discourse in a cumulative frame in science teaching. *Learning, Culture and Social Interaction*. V. 3, n. 1. p. 54-63, 2014.
- PELEIAS, I. R.; MENDONÇA, J. F.; SLOMSKI, V. G.; FAZENDA, I. C. A. Intradisciplinaridade no Ensino Superior: análise da percepção de professores de controladoria em cursos de Ciências Contábeis na cidade de São Paulo. *Avaliação*, v. 16, n. 3, p. 499-532, 2011.
- SCOTT, Phil; MORTIMER, Eduardo Fleury; AMETLLER, Jaume. Pedagogical Link-Making: A Fundamental Aspect of Teaching and Learning Scientific Conceptual Knowledge. *Studies in Science Education*, v. 47, n.1, p.3-36, 2011.
- STRØMME, T. A. Supporting students' conceptual sense-making in computer-based settings in Science: exploring the support aspects of digital tools, peer collaboration, teacher intervention, and instructional design. Tese (Doutorado em Educação). Faculty of Educational Sciences, University of Oslo, 2015.
- UMMELS, M.H.J.; KAMP, M.J.A.; KROON, H.; BOERSMA, K.Th. Designing and Evaluating a Context-based Lesson Sequence Promoting Conceptual Coherence in Biology. *Journal of Biological Education*. v. 49, n.1, p. 38-52, 2015.
- VENKAT, H.; NAIDOO. D. Analyzing coherence for conceptual learning in a Grade 2 numeracy lesson. *Education As Change*, v. 16, n. 1, p. 21-33, 2012.