

# **Uma análise da apropriação científica do conteúdo solubilidade por meio das representações verbal e gestual externadas por estudantes em uma atividade experimental**

**An analysis of the scientific appropriation of solubility content through the verbal and gestural representations expressed by students in an experimental activity**

**Maysa de Fátima Moraes Frauzino**

Universidade Estadual de Londrina  
ma.mfrauzino@gmail.com

**Elaine da Silva Ramos**

Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Federal da Grande Dourados  
elaineramos\_quimica@hotmail.com

**Carlos Eduardo Laburú**

Universidade Estadual de Londrina  
laburu@uel.br

## **Resumo**

Ao analisar alguns livros didáticos, percebemos que o conteúdo químico solubilidade é retratado de forma superficial e o enfoque dado volta-se à utilização de fórmulas e equações. Pretendeu-se no trabalho abordar este conteúdo de modo diferente. O escopo do trabalho volta-se a analisar quais as divergências de aprendizagem de um grupo de estudantes do 3º ano do Ensino Médio no tocante ao conteúdo solubilidade, mediante a utilização dos modos representacionais verbal e gestual no laboratório. O grupo, de um modo geral, denotou dificuldade em relacionar o conteúdo com suas observações experimentais; apresentou generalizações em relação ao conteúdo; utilizou termos inapropriados como sendo sinônimos e ainda, foram evidenciadas falhas ao realizar trocas representacionais. Os resultados provenientes do trabalho são um recorte de uma pesquisa maior.

**Palavras chave:** solubilidade química, experimentação, representação verbal e gestual.

## **Abstract**

In analyzing some textbooks, we realize that the chemical content solubility is superficially portrayed and the given focus turns to the use of formulas and equations. The intention was to work on this content in a different way. The scope of the work is to analyze the divergences of learning of a group of students of the 3rd year of high school in terms of content solubility,

using the verbal and gestural representational modes in the laboratory. The group, in general, showed difficulty in relating the content with their experimental observations; presented generalizations regarding content; used inappropriate terms as synonyms and, faults were evidenced when performing representational exchanges. The results from the work are a cut of a larger research.

**Key words:** chemical solubility, experimentation, verbal and gestural representation.

## Introdução

Os estudantes costumam explicar qualquer situação ou conceito que lhes é apresentado mediante seus conhecimentos particulares e intuitivos em relação a química, física ou biologia. Assim, ao invés de reinterpretarem seus conhecimentos prévios em virtude dos conceitos científicos, acabam por fazer o oposto, isto é, a apropriação da ciência aos seus conhecimentos cotidianos (POZO; CRESPO, 2009).

Ao analisar alguns livros didáticos, percebemos que o conteúdo químico solubilidade é retratado de forma superficial e o enfoque dado volta-se a parte matemática, isto é, a utilização de fórmulas e equações que diz respeito aos cálculos para o preparo de soluções. O conteúdo solubilidade está associado a vários exemplos do nosso cotidiano, como a citar: a digestão alimentar; preparo de um suco ou café; fabricação de cosméticos e sabão; preparo de um bolo, dentre outros. Por conseguinte, inferimos que o conhecimento prévio do estudante em relação ao conteúdo proposto, pode constituir-se em uma importante ferramenta para o professor investigar como os estudantes pensam, antes de iniciar seu trabalho em sala de aula.

Devido a este fato, trazemos neste trabalho os resultados advindos de uma atividade experimental acerca do conteúdo proposto, realizada com um grupo de estudantes do 3º ano do Ensino Médio de um Instituto Federal do Paraná. O escopo do trabalho volta-se a analisar quais as divergências de aprendizagem de um grupo de estudantes do Ensino Médio no tocante ao conteúdo solubilidade, mediante a utilização dos modos representacionais verbal e gestual no laboratório de química.

## Fundamentação teórica

### A importância do discurso verbal em sala de aula

A linguagem verbal está muito enraizada em nosso cotidiano, tornando-se assim, substancial para a construção de significados. Destarte, é relevante elucidar que nos últimos anos houve um aumento no número de trabalhos que investigam o discurso verbal oral em sala de aula. Como a citar, tem-se os estudos de Mortimer e Scott (2016), Cirino e Souza (2008).

A linguagem em si é o sistema mais perspicaz dentre os recursos semióticos existentes. Contudo, a linguagem usada pelos cientistas apresenta uma construção distinta da utilizada pelo professor em sala de aula. Para que haja uma aprendizagem mais efetiva dos conteúdos científicos e também das formas de representá-los, é necessária uma aproximação do trabalho científico com a linguagem científica em sala de aula (ROTH; LAWLESS, 2002). Com isso, entendemos que a análise dos discursos verbais entre professor e estudantes em sala é indispensável ao processo de significação.

Apesar de uma crescente preocupação na literatura no que diz respeito ao discurso verbal,

ainda é limitado o que se sabe sobre como os professores sustentam os processos discursivos em sala de aula. Outra questão que fica em aberto é como esses discursos engajam-se na construção de significados pelos estudantes nas aulas de Ciências. Com isso, podemos inferir que o processo comunicativo entre estudantes e professores permite a representação de pensamentos, suscitando em outros processos condizentes ao ensino e à aprendizagem dos conceitos científicos (CIRINO; SOUZA, 2008). As ciências abordadas em sala de aula necessitam de um contexto que permita o envolvimento dos estudantes com características próprias do fazer pertencente a comunidade científica, dentre elas: a investigação, a divulgação de ideias e a argumentação (SASSERON, 2013).

### **A experimentação e sua relação com o conteúdo**

Compartilhamos da mesma asserção que Pimenta e Ghedin (2006) de que o ser humano tem suas ações voltadas para determinados fins, sendo elas conscientes ou não. A atividade prática promove a modificação do ideal em face a demandas reais. Com isso, pode-se inferir que a prática apresenta um constante vai e vem de estratégias, sendo assegurados por uma consciência ativa por parte do estudante durante o processo prático.

Em conformidade com Séré (2002), a experimentação propicia um elo entre leis, teorias, conceitos, objetos e a linguagem simbólica. Assim, a teoria abarca a prática e a prática fornece subsídios para que a primeira seja revisada e aprendida. Do ponto de vista deste trabalho, o laboratório se constitui em um espaço instrucional privilegiado e indispensável para incitar trocas representacionais e promover a aprendizagem com maior significado. Modos representacionais situados na esfera do sensível como ações, gestos e procedimentos experimentais, são propícios de serem trabalhados no espaço condizente ao laboratório. A experimentação propicia aos estudantes situações de aprendizagem como, por exemplo, a interação com materiais, compreensão de fenômenos, além de constituir-se em um ambiente onde o estudante pode expressar e avaliar suas ideias científicas, individualmente ou em grupos.

### **Componente gestual**

As pesquisas em educação científica que tratam da influência dos gestos de professores e estudantes em sala de aula, são oriundas de uma tradição de estudos do corpo. Devido ao fato do gesto ser um signo, uma das questões que os pesquisadores procuram entender, tratam do significado difundido pelo gesto e quais os resultados de interesse instrucional podem decorrer disso (GUIRAUD, 2001). Os gestos apresentam papel auxiliar e complementar ao discurso protagonizado tanto pelo professor quanto pelo estudante. Falamos por meio do corpo, à medida em que fazemos uso de gestos, mímicas e pantomimas corporais para anunciar ou expressar algo. De modo semelhante, uma ação no laboratório é proveniente de uma pantomima, servindo como um símbolo para dar significado a alguma coisa. Um estudo realizado por Goldin-Meadow e Beilock (2010) diz ser difícil comunicar-se sem o uso das mãos, posto que os gestos promovem sinais visuais a respeito do nosso pensamento, podendo até convertê-los em ações.

A conclusão dos autores, mediante este estudo, é de que gesticular sobre uma ação fortifica a representação mental dos elementos da ação refletida no gesto. Caso esses elementos sejam conflitantes com as ações que os acompanham, o funcionamento na resolução de determinado problema se modifica e, se forem condizentes com ações futuras, o gesticular contribui na resolução de problemas. Como afirma Lemos (2006), a comunicação não verbal está associada a inúmeras mensagens que se estendem sobre a comunicação verbal, uma vez que, os indicativos de comunicação não verbal podem complementar, confirmar ou até contradizer a fala.

## Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento desta pesquisa se deu em um Instituto Federal do Paraná (IFPR). Os participantes envolvidos eram estudantes do 3º ano do Ensino Médio integrado ao ensino técnico. A idade dos estudantes situa-se entre 16 a 18 anos.

Os resultados provenientes deste trabalho são um recorte de uma pesquisa maior, onde foram realizadas e analisadas quatro atividades experimentais distintas, feitas por 22 estudantes, distribuídos em três grupos. Contudo, os resultados aqui apresentados, diz respeito a somente uma das atividades experimentais acerca do conteúdo solubilidade. Esta atividade escolhida por nós, foi realizada no laboratório de química por um dos grupos, abarcando 7 estudantes no total. Para manter o anonimato deste grupo de estudantes, os mesmos foram codificados pela letra (E), seguido de uma numeração utilizada para diferenciar cada um dos envolvidos, como por exemplo E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>. O registro dos discursos verbais e dos gestos externados pelos estudantes foram obtidos mediante videogravação, transcrição de áudios e notas de campo produzidas no decorrer do momento instrucional. Com isso, este trabalho é caracterizado como qualitativo, descritivo e interpretativo. A seguir comentaremos um pouco acerca da atividade experimental desenvolvida por este grupo de estudantes.

### Atividade experimental

A atividade experimental desenvolvida foi adaptada da literatura de Galvan et al. (2016), sendo realizada em uma hora-aula e contava com materiais de baixo custo e fácil manipulação. O intuito dessa atividade experimental foi, em um primeiro momento, entender como se dava a solubilidade do chocolate M&M, ou seja, do açúcar, com o qual o confeito é revestido, utilizando primeiramente três solventes distintos (água, óleo e álcool). Em um segundo momento, o objetivo da atividade experimental voltou-se à solubilidade do açúcar no solvente água, em relação a temperaturas distintas (água com gelo, temperatura ambiente e quente). Um outro objetivo da segunda parte do experimento era compreender como se apresentava o perfil gráfico da dissolução do açúcar (soluto) em distintas temperaturas de água (solvente), isto é, mediante a construção da Curva de Solubilidade do açúcar em água. Após a realização do experimento, o grupo respondeu a algumas questões referentes a atividade realizada.

## Resultados e Discussão

Um primeiro destaque diz respeito à interpretação dos experimentos pelo grupo. Foi necessária uma intervenção verbal da professora, de modo que fosse realizado uma segunda leitura do procedimento para auxiliar o grupo em uma melhor interpretação acerca do que seria feito experimentalmente, uma vez que, os estudantes inicialmente, não entenderam que a atividade consistia de duas partes distintas, isto é, tratava sobre dois fatores que interferiam na solubilidade, isto é, natureza do solvente e a temperatura. O estudante E<sub>6</sub> assumindo características de liderança no grupo, fez uma releitura em voz alta do procedimento, de forma a guiar as ações futuras dos outros colegas em relação a montagem e realização do experimento. Depois de uma melhor compreensão do procedimento, E<sub>1</sub> enumerou os sistemas, de forma a facilitar a sua identificação, e evitar erros futuros ou possíveis acidentes.

Um fato interessante que merece ser comentado, é que como um dos fatores envolvidos na atividade experimental era a temperatura, seria pertinente que os estudantes mostrassem curiosidade em medir as diferenças de temperatura da água em cada um dos sistemas. Em cima da bancada do grupo havia um termômetro digital, entretanto, como na descrição dos

materiais a serem utilizados não constava o instrumento termômetro, nenhum estudante buscou saber a real temperatura da água. Seria condizente e cientificamente apropriado que os estudantes tivessem em mãos essa informação, porque a temperatura ambiente nunca é fixa, e as vezes a água considerada quente, dependendo da temperatura em que se encontra, não é suficiente para promover mudanças no tocante ao processo de dissolução do chocolate.

O gesto do grupo ao fazer as transferências dos líquidos do frasco reacional diretamente para o béquer, instituiu-se apropriada. O béquer é um instrumento graduado, contudo, pouco preciso. Entretanto, para a realização da atividade, a ação do grupo foi correta, devido a técnica exigida não demandar exatidão ou precisão.

As respostas do grupo após o fim da atividade, de modo geral, mostraram-se superficiais no tocante a conceituação científica. Devido ao fato da base do revestimento do confeito ser açúcar, somente a água, dentre os solventes, seria capaz de ocasionar o processo de dissolução do açúcar. Juntamente a isso, explicações no tocante a polaridade dos materiais e o tipo de ligações existentes entre as moléculas constituintes dos referidos materiais, isto é, os aspectos submicroscópicos fazem-se muito importantes. A temperatura foi facilmente identificada pelo grupo como um fator que interferia na solubilidade, contudo, outros fatores como quantidade de solvente e o tempo em que o chocolate ficaria em contato com os solventes, variáveis estas também presentes no experimento, não foram identificadas pelo grupo.

Ao fazer inferências gerais, percebemos que o grupo não conseguiu estabelecer relações de forma satisfatória e significativa do conteúdo proposto com as observações e ocorrências experimentais. Os outros estudantes do grupo, com exceção do E<sub>1</sub> e E<sub>6</sub>, quase não se manifestaram verbalmente durante a realização do experimento.

Com relação as respostas finais e as discussões do grupo durante o experimento, concluímos que os estudantes entenderam que o chocolate era revestido de açúcar e corante. Em nenhum momento o grupo se referiu ao tipo de ligação ou a polaridade envolvida nos solventes em questão. O grupo apresentou uma forte característica no tocante a generalizações, isto é, eles tinham uma forte convicção de que um aumento da temperatura sempre iria favorecer a solubilidade do material. Lembrando que somente na dissolução endotérmica o aumento da temperatura favorece a solubilidade, de modo a apresentar graficamente uma curva ascendente. Diante disso, denotamos gestos equivocados durante a realização do experimento, em vista de uma assertiva inapropriada, e por meio de uma componente lógica indevida, de que a água quente sempre favorece o processo de solubilização dos materiais.

Por fim, temos um fato interessante a ser relatado. Ao se referir a como seria o comportamento gráfico no processo de dissolução do chocolate, o E<sub>1</sub> projetou no “ar” como seria a curva esperada (curva ascendente), para que os demais colegas pudessem entender o seu pensamento. O mesmo estudante também utilizou outros gestos para tentar explicar seu pensamento aos demais. E<sub>1</sub> utilizou as mãos como modelo para explicar o comportamento do gráfico. Contudo, quando o estudante complementou perante os modos verbal oral e verbal escrito, o gesto anteriormente realizado, ele cometeu uma falha conceitual, ao proferir que o gráfico “começaria em uma reta e subiria”. Deveras, até certo ponto, o comportamento assumido pelo gráfico é quase linear, e posteriormente, com o aumento da temperatura, o seu comportamento deixa de ser linear. O tipo de equívoco manifestado pelo estudante relaciona-se ao não conhecimento de funções matemáticas, uma vez que nos referimos a uma função de aspecto exponencial.

Uma questão intrigante foi que o grupo não representou graficamente a curva de solubilidade na folha de repostas. Eles somente escreveram por extenso o que aconteceria com o gráfico. Devido ao fato de E<sub>1</sub> ter manifestado primeiramente uma representação mental (na qual ele omitiu as variáveis X e Y), acreditamos que o estudante não desenhou o gráfico porque a

representação no papel exigia uma apropriação maior de conceitos do que E<sub>1</sub> foi capaz de manifestar ao fazer a sua representação mental. Neste caso, o grupo fez inadequadamente a conversão de uma representação para outra (representação gráfica mental para a representação verbal escrita e verbal oral). Talvez, se a representação gráfica fosse desenhada no papel, ambas as representações se complementaríamos, ao invés de oporem-se uma a outra.

## Conclusões

O grupo, de um modo geral, denotou dificuldade em relacionar o conteúdo trabalhado, com suas observações experimentais. Alguns estudantes não conseguiram, em primeira instância, interpretar os dizeres da ficha experimental. Um outro resultado revelado em nossas análises, foi a tendência estabelecida no grupo em relação a algumas generalizações no tocante ao conteúdo. Outros estudantes ainda, utilizaram termos equivocados em suas explicações científicas como sendo sinônimos.

Em relação aos equívocos manifestados, podemos inferir em linhas gerais que, para que se tenha um bom entendimento do conteúdo solubilidade, conhecimentos anteriores, como por exemplo, tipos de soluções existentes, ligações químicas, polaridade das moléculas e transformações químicas, fazem-se essenciais. Os resultados provenientes dessa investigação mostraram que o grupo não apresenta repertórios conceituais muito bem organizados em sua estrutura cognitiva, em relação ao conteúdo. Por fim, evidenciamos falhas por parte do E<sub>1</sub> ao realizar trocas representacionais do verbal oral para o verbal escrito; verbal oral para o gestual e do verbal oral para o modelo gráfico.

## Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Agradecemos ainda ao CNPq, UEL, IFPR, ao XII Enpec e UFRN.

## Referências

- CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.
- GALVAN, P.; KESSLER, J.; BELL, J.; KATZ, D.; DISPEZIO, A.; LIT, J.; TASKER, R.; EUBANKS, D.; WISNIEWSKI, J. **Middle School Chemistry: big ideas about the very small**. 2016. p. 438-458.
- GOLDIN-MEADOW, S.; BEILock, S. L. Action's influence on thought: the case of gesture. **Perspectives on Psychological Science**, v. 5, n. 6, p. 664-674, dez. 2010.
- GUIRAUD, P. **A linguagem do corpo**. São Paulo: Ática, 2001.
- LEMONS, I. S. A comunicação não-verbal: um estudo de caso. **UNirevista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 1-12, jul. 2006
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2016.
- PIMENTA, S. G; GHEDIN, E. (orgs). **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências:** do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROTH, W. M.; LAWLESS, D. Scientific investigations, metaphorical gestures, and the emergence of abstract scientific concepts. **Learning and Instruction**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 285-304, 2002.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, n. 1, p. 41-62.

SÉRÉ, M. G. La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n.3, p. 357-368, 2002.