

Affordance Negativo na Aprendizagem do Conceito de Solubilidade dos Compostos Orgânicos

Negative Affordance in Learning the Solubility Concept of Organic Compounds

Ana Paula Hilário Gregório

Universidade Estadual de Londrina
anaph_ag@hotmail.com

Carlos Eduardo Laburú

Universidade Estadual de Londrina
laburu@uel.br

Resumo

Affordances negativos são causadores de aprendizagens desviantes e geradores de equívocos conceituais e procedimentais. Partindo dessa definição, apresentamos um exemplo de *affordance* negativo no processo de aprendizagem do conceito de solubilidade dos compostos orgânicos. Para atingir tal objetivo, realizou-se esta pesquisa com estudantes do 1º ano de um curso Técnico em Química de um colégio da rede estadual de ensino. Para análise e coleta de dados, foi necessário registrar as ações dos aprendizes no laboratório por meio de gravações em áudio e vídeo. Verificamos, por meio do dado analisado, que o *affordance* negativo de uma representação diagramática encaminhou os estudantes para ações e significados incorretos do ponto de vista científico. Argumentamos que, tomar conhecimento do conceito de *affordances* pode ser útil para entender como os aprendizes interpretam as informações intrínsecas às representações, que podem levá-los ao cometimento de incorreções conceituais e procedimentais.

Palavras chave: *affordances* negativos, aprendizagem de química, solubilidade dos compostos orgânicos

Abstract

Negative affordances cause deviant learning and generate conceptual and procedural mistakes. Based on this definition, we present an example of negative affordance in the process of learning the concept of solubility of organic compounds. To achieve this goal, this research was carried out with students of the 1st year of a Technical course in Chemistry from a state school. For analysis and data collection, it was necessary to record the actions of the apprentices in the laboratory through audio and video recordings. We verified, through the analyzed data, that the negative affordance of a diagrammatic representation led students to actions and meanings that are incorrect from the scientific point of view. We argue that being aware of the concept of affordances can be useful to understand how learners interpret information intrinsic to representations, which can lead them to commit conceptual and procedural inaccuracies.

Key words: negative affordances, learning chemistry, solubility of organic compounds

Uma leitura didática de *affordances* negativos

O conceito de *affordance*, inventado pelo psicólogo James. J. Gibson em 1966, refere-se ao que “o ambiente oferece ao animal, o que ele provê ou fornece seja para o bem ou mal” (GIBSON, 1986, p.127). Em suas palavras, *affordance* refere-se às possibilidades de ações que um ambiente proporciona ou convida a agir na interação do agente – animal/homem – com ele, de modo a apoiar ou permitir um comportamento específico (GIBSON, 1986). No entanto, diferentes concepções de *affordances* foram consolidadas nos mais variados campos de investigação.

Sob a perspectiva semiótica, no livro “*Manuale di Semiotica*”, publicado em 2000 por Ugo Volli, o autor define *affordances* como propriedades do objeto que especifica o agir de quem usa (VOLLI, 2012). Dessa abordagem, *affordances* são literalmente “convites ao uso” presentes na morfologia de cada objeto e se deve, principalmente, às qualidades perceptivas e peculiaridades morfológicas, como cor, dimensão, forma, textura entre outras propriedades que comunicam a sua função (VOLLI, 2012). Dito de outra forma, *affordances* são uma qualidade diferencial específica, inscrita no objeto, que mostra exatamente a sua forma de utilização.

Do ponto de vista da psicologia cognitivista, as características que exercem ação manipuladora no uso dos objetos, isto é, fazem agir de determinada maneira, são chamadas de *affordances* (VOLLI, 2012). “Naturalmente, os *affordances* podem comunicar de maneira adequada ou inadequada o uso correto de cada objeto” (VOLLI, 2012, p.194). Logo, a má projeção comunicativa de determinados objetos podem sugerir o seu uso de modo incorreto. Quer-se dizer com isso, que os inconvenientes não dependem da incapacidade de quem os usa, mas são causados, em grande parte dos casos, pelas qualidades perceptivas do objeto.

Como consequência pedagógica dessa leitura semiótica, optamos como aporte teórico as ideias de Volli sobre os *affordances*, apesar da difícil conciliabilidade com as suposições teóricas de Gibson, principal proponente da teoria de *affordances*. Ampliamos a definição de *affordances* dos objetos de Volli (2012) e a complementamos com as ideias de Laburú, Silva e Zômpero (2017) e Silva e Laburú (2017) para entendermos como os *affordances* das representações empregadas no ensino de química são interpretados pelos estudantes.

Por meio dessas considerações, o conceito de *affordances* será tratado segundo o significado de reconhecimento imediato que os estudantes atribuem a uma representação em interação com eles, o que gera frequentes comportamentos incorretos (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2017; SILVA, LABURÚ, 2017). Segundo esses autores, os *affordances* atuam como um convite ao erro presente na morfologia das representações e, por esse motivo, são denominados de *affordances* negativos. Diante do exposto, buscamos apresentar um exemplo de *affordance* negativo de uma representação diagramática, geralmente, empregada em testes de solubilidade de compostos orgânicos.

Metodologia

Esta pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2019 com estudantes do primeiro ano do curso Técnico em Química de um colégio da rede pública de ensino, localizado no norte do estado do Paraná. Compuseram a amostra da pesquisa vinte estudantes do curso técnico, que foram identificados por códigos de E1 a E20. A professora do curso Técnico em Química está simbolizada pela letra “P”.

As informações submetidas aos procedimentos analíticos foram registradas por meio de gravações em áudio e vídeo. Para a análise dos dados, selecionamos um encontro de duas aulas de 50 minutos cada. O encontro selecionado refere-se ao tópico de ensino de Solubilidade dos Compostos Orgânicos, em que foi possível observar os equívocos conceituais e procedimentais cometidos pelos estudantes a partir do *affordance* de uma representação, normalmente, utilizada em testes de solubilidade de compostos orgânicos.

Para a realização da atividade, a professora entregou para cada estudante o roteiro experimental exposto no Quadro 1. Logo depois, os estudantes do curso técnico receberam amostras de substâncias orgânicas, identificadas pelas letras A, B e C e iniciaram o procedimento experimental. Essas substâncias, correspondiam ao ácido acético, acetato de etila e naftalina, que apresentam às seguintes funções orgânicas, ácido carboxílico, éster e composto aromático, respectivamente. Os estudantes deveriam realizar os testes de solubilidade e encontrar os grupos funcionais das substâncias, inicialmente, desconhecidas.

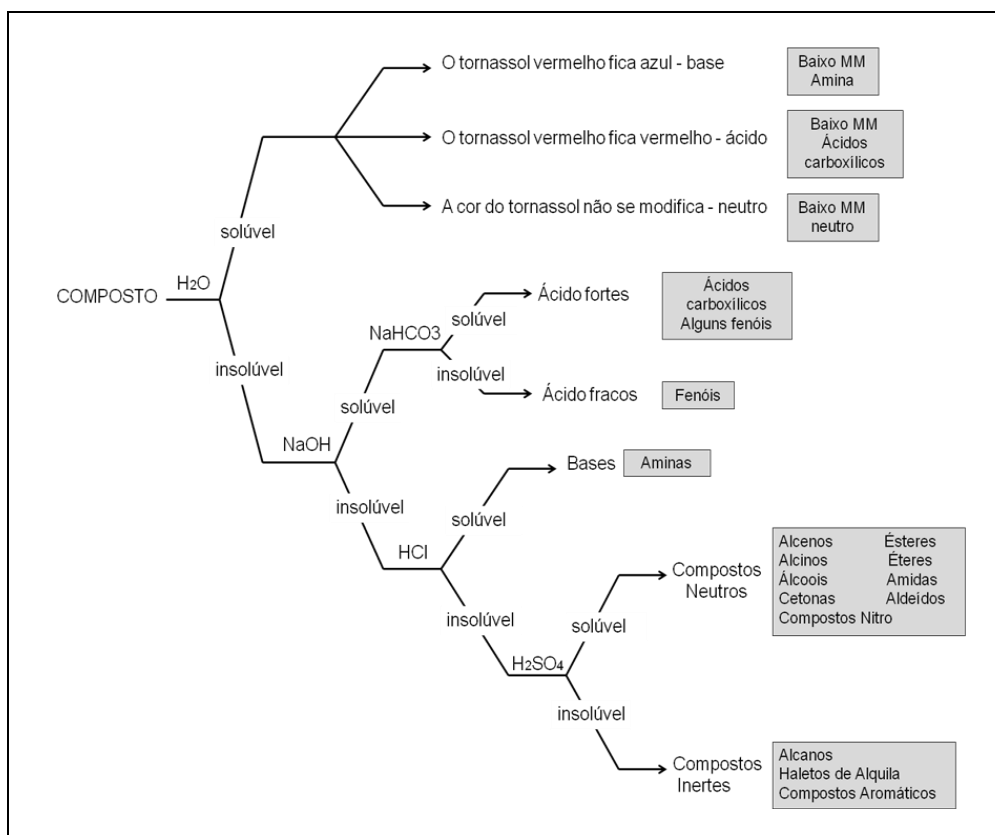
Quadro 1. Materiais, Reagente e Procedimento Experimental

Materiais	Reagentes
Pissete com água destilada Papel tornassol Estante com 15 tubos de ensaio Espátulas para amostras sólidas Béqueres (50 mL) para amostras líquidas Pipetas Pasteur para amostras líquidas	HCl (5% v/v) NaHCO ₃ (5% m/v) NaOH (5% m/v) H ₂ SO ₄ (concentrado)
Procedimento Experimental	
1) Colocar cerca de 2 mL do solvente em um tubo de ensaio. 2) Adicionar uma gota ou alguns cristais da sua amostra desconhecida diretamente no solvente. 3) Agitar vigorosamente. 4) Adicionar mais gotas do líquido ou mais alguns cristais do sólido para determinar a extensão da solubilidade do composto. 5) Utilizar somente pequenas quantidades da substância desconhecida. Pode demorar alguns minutos até que os sólidos se dissolvam. 6) Utilizando o procedimento anterior, determinar a solubilidade das substâncias desconhecidas em cada um dos seguintes solventes: água, HCl 5%, NaHCO ₃ 5%, NaOH 5% e H ₂ SO ₄ concentrado. Pode-se observar uma mudança de cor com o H ₂ SO ₄ em vez da dissolução. Uma mudança de cor deve ser considerada um teste de solubilidade positivo. 7) Se for detectado um composto que se dissolve em água, o pH da solução aquosa deverá ser estimado com papel de pH. 8) Anotar as observações. Após testar os solventes você deverá localizar a amostra em um determinado grupo, por meio da Figura 1.	

A atividade foi realizada em quatro grupos de cinco pessoas, denominados de Grupo A, B C e D. No entanto, devido à extensão dos resultados, por conveniência, analisamos apenas os resultados do Grupo A. O objetivo da prática foi ensinar aos aprendizes algumas técnicas qualitativas de química orgânica, empregadas para o reconhecimento de determinadas substâncias, determinar se um composto é solúvel ou insolúvel em um solvente e classificar

os compostos orgânicos em seu respectivo grupo de solubilidade, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema para classificação de compostos orgânicos com base nos grupos funcionais



Com base na Figura 1, após a determinação da solubilidade do composto orgânico em água, se os aprendizes verificassem a solubilização do soluto, o pH da solução aquosa deveria ser estimado com papel de tornassol, para revelar se a substância desconhecida era uma base forte (amina), um ácido forte (ácido carboxílico) ou um composto neutro (aldeído, cetona, álcool, éster). Se o composto fosse imiscível em água, os estudantes precisariam recomeçar o procedimento para testar a solubilidade com o hidróxido de sódio, $\text{NaOH}_{(aq)}$. Caso ocorresse a solubilização, o teste deveria ser realizado com o solvente bicarbonato de sódio, $\text{NaHCO}_{3(aq)}$. Se mais uma vez o soluto permanecesse solúvel com a adição de $\text{NaHCO}_{3(aq)}$, certamente, era porque tal amostra se referia a um ácido carboxílico ou a algum composto fenólico, classificado como ácido forte, nesse caso. Contudo, se o composto fosse insolúvel com a adição de $\text{NaHCO}_{3(aq)}$ a 5%, possivelmente o composto era pertencente a função dos fenóis. Em outras palavras, os compostos que se dissolvem em $\text{NaHCO}_{3(aq)}$, base fraca, são ácidos fortes, ao passo que os que se dissolvem em $\text{NaOH}_{(aq)}$, base forte, são ácidos fortes ou fracos. Isto é, os ácidos carboxílicos, geralmente, são indicados quando o composto é solúvel em ambas as bases, e os fenóis são indicados quando o composto é solúvel somente em $\text{NaOH}_{(aq)}$. Precisamente desta forma, o procedimento deveria ser prosseguido sucessivamente. Acrescenta-se ainda, com vistas a clarificar a interpretação do diagrama exibido na Figura 1, que a possibilidade de ser uma amina deve ser considerada imediatamente se um composto for solúvel em ácido clorídrico diluído ($\text{HCl}_{(aq)}$ – 5%). Os compostos solúveis em ácido sulfúrico ($\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ – 5%) são neutros e os insolúveis em $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ ou em qualquer um dos

outros solventes são chamados inertes. Em complemento, no Quadro 2 exibimos as etapas para a identificação das substâncias A, B e C.

Quadro 2. Identificação das amostras pelo teste de solubilidade

Amostra	A	B	C
Substância	Ácido acético	Acetato de etila	Naftalina
Teste I (amostra + água)	Solúvel	Insolúvel	Insolúvel
Teste II (pH)	Papel de tornassol vermelho	-----	-----
Teste III (amostra + NaOH)	-----	Insolúvel	Insolúvel
Teste IV (amostra + HCl)	-----	Insolúvel	Insolúvel
Teste V (amostra + H ₂ SO ₄)	-----	Solúvel	Insolúvel
Possíveis grupos funcionais da amostra	Ácido Carboxílico	Compostos Neutros	Compostos inertes

Fonte. Os autores (2021)

Como expomos no Quadro 2, o ácido carboxílico é identificado por ser um composto miscível em água e mudar a coloração do papel de tornassol para vermelho. O acetato de etila pertence à função éster, logo, é insolúvel em H₂O_(l), NaOH_(aq) e HCl_(aq) e solúvel apenas no solvente H₂SO_{4(aq)}. A naftalina, por tratar-se de um composto aromático, é insolúvel em todos os solventes utilizados.

Resultados e Discussões

Para a realização da atividade experimental, os estudantes usaram a representação diagramática, exibida na Figura 1, para orientar-se quanto à execução da prática. Os estudantes foram solicitados a fazer conexões entre o diagrama e as representações operacionais, isto é, manipulativas. Analisaremos minuciosamente alguns excertos do diálogo entre os estudantes E₁ e E₃, do Grupo A, e o momento em que a professora intervém na realização da atividade, no qual fica evidente o cometimento do erro conceitual e procedimental causado pelo *affordance* negativo da representação diagramática.

E₃: O composto B deu insolúvel em água. Então, agora tem que pegar a mesma amostra que colocamos água e adicionar o NaOH.

E₁: Coloca o NaOH no meio da água?

E₃: Isso. A gente coloca o NaOH nessa solução.

(Após a adição de NaOH no tubo de ensaio contendo a amostra B e água)

E₁: Ficou bem amarelado, o pH deu 11. É uma base forte.

E₃: Sim, se o pH é maior que 7 então o composto é básico.

P: Pessoal, o pH vocês só vão medir se o composto for solúvel em água. Se não for solúvel vocês não precisam medir. Ou seja, vocês vão descobrir os compostos a partir dos outros solventes. Porque vocês vão verificar a solubilidade em ácido e em base, então se eu colocar um ácido, vai dar pH ácido e se colocar a base vai dar pH básico.

E₁: Então se deu insolúvel a gente tem que pegar outro tubo de ensaio e colocar os outros solventes. Sem água?

P: Isso. Sem água. Sempre com outros tubos. Por exemplo, a amostra A ficou solúvel em água, vocês determinam o pH e vejam qual o composto. Pega a amostra B, se deu insolúvel em água, vocês devem pegar outro tubo

e testar a solubilidade em outro solvente. E assim vai seguindo até chegar nas funções orgânicas.

E1: Nós fizemos tudo errado.

P: O pH vocês vão medir só se o composto for solúvel em água, se é insolúvel em água nem precisa medir porque os solventes irão alterar o pH.

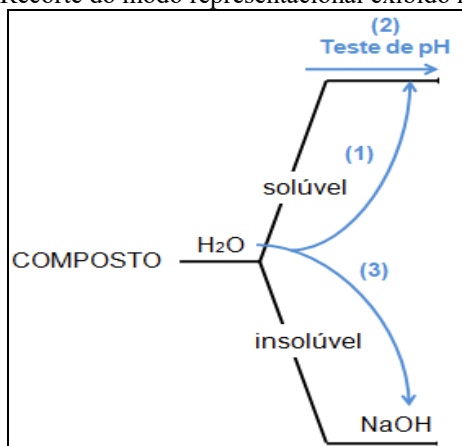
E3: A gente estava colocando um solvente em cima do outro imagina se tivesse dado alguma reação.

E3: A gente fez várias vezes errado.

E1: A gente colocou água, NaOH e ácido no mesmo tubo de ensaio.

Ao iniciar o procedimento, os estudantes E₁ e E₃ testaram a solubilidade da amostra B, acetato de etila, com água. A substância não se solubilizou. Na sequência, adicionaram à mistura heterogênea formada, o solvente NaOH_(aq) como o estudante E₃ propõe “[...] pegar a mesma amostra que colocamos água e adicionar o NaOH”. Identificamos nesse trecho, um equívoco procedimental, isto porque, como fica evidenciado pela manifestação verbal, os estudantes E₁ e E₃ adicionaram o NaOH_(aq) na mesma mistura heterogênea, formada entre a amostra B e água, procedimento incorreto para testar a solubilidade do composto. Ou seja, os aprendizes utilizaram dois solventes – H₂O e NaOH – no mesmo tubo de ensaio. Após verificar a solubilidade da amostra com água, se o composto fosse imiscível, o teste deveria ser recomeçado e em um novo tubo de ensaio, os estudantes testariam a solubilidade da amostra B usando apenas o solvente NaOH_(aq). Afirmamos que a natureza deste equívoco deve-se ao *affordance* negativo ligado a característica/*layout* do diagrama mostrado na Figura 1, utilizado como roteiro experimental. Exibimos um recorte do esquema na Figura 2.

Figura 2. Recorte do modo representacional exibido na Figura 1.



Fonte. Autores (2021).

De acordo com a figura 2, e conforme já esclarecido anteriormente, a primeira etapa (1) consiste no teste de solubilidade do composto desconhecido em água, caso o composto fosse solúvel, a medição de pH deveria ser feita, etapa (2). Se o composto fosse imiscível, os estudantes dariam prosseguimento para a realização da etapa (3), na qual o ensaio experimental teria de ser feito usando apenas o solvente NaOH_(aq), para determinar a extensão da solubilidade nesse solvente. Contudo, nota-se que não há indicações de que após a etapa (1), se o composto fosse imiscível o teste teria de ser realizado unicamente com o solvente NaOH, passo 3. Ao contrário, as linhas contínuas do modo representacional levam os estudantes a prosseguirem o teste continuamente, sem paragens, entre a adição de solventes. Como fica notório na fala do E₁: “A gente colocou água, NaOH e ácido (se referindo ao HCl) no mesmo tubo de ensaio”. Adicionalmente, após o procedimento incorreto

e a intervenção da professora, o E_3 confirma: “A gente estava colocando um solvente em cima do outro imagina se tivesse dado alguma reação”.

Dizemos, portanto, que a representação do diagrama é um indutor de equívoco procedimental, por ter conduzido os estudantes a procederem desacertadamente. Ou seja, a forma representacional do diagrama se mostrou propícia à produção do erro, pois sugere aos estudantes má interpretação do recurso visual. Ainda, de acordo com a Figura 2, a aferição do pH, etapa (2), deve ser realizada, apenas nos casos em que as amostras são solúveis em água. No entanto, mesmo após a adição da base, os estudantes prosseguiram o teste e estimaram o pH, utilizando o papel de tornassol, para supostamente encontrar a função orgânica da solução. Como vemos no fragmento de E_1 que conclui “Ficou bem amarelado, o pH deu 11. É uma base forte”. E o estudante E_3 confirma: “Sim, se o pH é maior que 7 então o composto é básico”. Verifica-se, a partir das falas, equívocos do tipo conceitual, em razão de os estudantes concluírem que o composto desconhecido é uma base, mesmo após a adição de uma base forte. Durante a realização do teste, os estudantes do grupo A adicionaram o $\text{NaOH}_{(aq)}$, considerado uma base forte, conseqüentemente o pH dessa solução será maior que 7. Assim, não se pode afirmar que o composto é uma base, pois a adição do solvente básico ocasiona o aumento do pH da solução.

Na atividade experimental realizada, o *affordance* da representação ocasionou alguns equívocos do tipo procedimental como: i) adição de NaOH na mistura heterogênea formada entre a amostra B e água; ii) adição de vários solventes no mesmo tubo de ensaio e iii) teste de pH após a adição da base. Inferimos que esses equívocos originaram-se a partir do uso da forma representacional diagramática. Além disso, mostramos os equívocos conceituais cometido pelos estudantes – entendimento equivocado de que a amostra B é uma base, após a adição de um solvente básico – que teve origem procedimental, na medida em que o sujeito foi regido a interpretações errôneas pelas ações inicialmente inadequadas. Os grupos, B, C e D realizaram a atividade exatamente da mesma forma, de modo equivocado.

Considerações Finais

Evidenciamos que o *design* visual de uma representação tem um papel relevante para o uso e interpretação apropriada ou não pelo usuário. Verificamos, por meio do exemplo dado, que o *affordance* negativo da representação diagramática encaminhou ações e significados incorretos do ponto de vista científico. Argumentamos que, tomar conhecimento do conceito de *affordances* pode ser útil para entender como os aprendizes interpretam as informações intrínsecas às representações, que podem levá-los ao cometimento de incorreções conceituais e procedimentais. Além disso, como foi possível identificar, os *affordances* negativos explicitaram particulares obstáculos conceituais de aprendizagem.

Agradecimentos e apoios

À UEL e CAPES.

Referências

GIBSON, James Jerone. **The ecological approach to visual perception**. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; ZÔMPERO, Andreia de Freitas. Affordances dos materiais como indutores de equívocos durante experimentos para o ensino de física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v.19, 2017.

SILVA, Osmar Henrique Moura; LABURÚ, Carlos Eduardo. Instrumentação em Educação Científica e o convite ao erro: uma leitura a partir do referencial de affordances. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 404-413, 2017.

VOLLI, Ugo. **Manual de semiótica**. Edições Loyola, 2. Ed. São Paulo. 2012.