

# CINÉTICA QUÍMICA NA PONTA DOS DEDOS: UM RECURSO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL<sup>1</sup>

Aires da Conceição Silva<sup>2</sup>  
Thamiris Pereira Cid<sup>3</sup>  
Vanessa de Souza Nogueira Penco<sup>4</sup>  
Ana Paula Sodré da Silva Estevão<sup>5</sup>

## RESUMO

A disciplina de Química contribui para a prática da cidadania, uma vez que os conceitos químicos estão presentes na maioria dos processos do cotidiano. Assim, a forma o voltada para o exercício da cidadania deve ser englobada na educa o de todos os estudantes, proporcionando uma aprendizagem igualitária para alunos com ou sem deficiência. Os docentes têm enfrentado desafios para que o processo de ensino e aprendizagem do aluno seja alcançado no que se diz respeito ao ensino de Química para alunos cegos ou com baixa visão. A carência de materiais especializados   um exemplo. Diante disto, o presente trabalho aborda a inclusão de pessoas com deficiência visual em salas de aula de escolas regulares, a partir da adapta o de materiais didáticos confeccionados para alunos do Ensino Médio com a temática Cinética Química. A produ o do material seguiu as seguintes etapas: elabora o textual, transcri o, texturiza o de figuras, revisão, impressão e avalia o. Para os alunos cegos, o material foi produzido no formato grafot til (transcrito em braille com figuras em relevo), e no formato ampliado para alunos com baixa visão. Posteriormente a sua cria o, o material foi avaliado por revisores cegos do Instituto Benjamin Constant (IBC) e por um aluno do Centro de Educa o de Jovens e Adultos, localizado no IBC, além de quatro alunos do Colégio Pedro II. O material foi aprovado para a replica o e registro na Divisão de Desenvolvimento e Produ o de Material Especializado (DPME).

**Palavras-chave:** Deficiência visual, Ensino de Química, Material didático, Educa o Inclusiva.

## INTRODU O

O acesso   Educa o Inclusiva a Pessoas com Necessidades Específicas passou a ser difundido de forma mais efetiva, no Brasil, a partir da década de 1990, com a

---

<sup>1</sup>Projeto de pesquisa financiado pelo IFRJ/CNPq.

<sup>2</sup>Doutor em Química, Instituto Benjamin Constant, [airessilva@ibc.gov.br](mailto:airessilva@ibc.gov.br);

<sup>3</sup>Graduada pelo Curso de Licenciatura em Química, Colégio Evangelista Almeida Barros, [thamirispcid@hotmail.com](mailto:thamirispcid@hotmail.com);

<sup>4</sup>Doutora em Química, Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, [vanessa.nogueira@ifrj.edu.br](mailto:vanessa.nogueira@ifrj.edu.br);

<sup>5</sup>Doutora em Ensino em Bioc ncias e Saúde, Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, [ana.estevao@ifrj.edu.br](mailto:ana.estevao@ifrj.edu.br).

promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB nº 9.394 (BRASIL, 1996). Nesta legislação, Artigo 58, a Educação Especial é concebida como modalidade de educação escolar oferecida a educandos que possuem necessidades específicas, e preconiza o seu oferecimento, em preferência, na rede regular de ensino (BRASIL, 1996). Ademais, em 6 de julho de 2015, entrou em vigor a Lei Brasileira de Inclusão, nomeada também de Estatuto da Pessoa com Deficiência, LBI nº 13.146 (BRASIL, 2015a), a qual é “destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015a, p. 1). No Capítulo IV, Artigo 27, da LBI, é instituído que a educação em todos os seus níveis é um direito da pessoa com deficiência, sendo capaz de alcançar o desenvolvimento de suas habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais (BRASIL, 2015a). Além de assegurar, de acordo com o Art. 28, “pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de tecnologia assistiva” (BRASIL, 2015a, p. 9).

Diante desse contexto, é preciso que o sistema escolar reconheça a diversidade de indivíduos que constitui a nossa sociedade e, conseqüentemente, responda com qualidade às necessidades de aprendizado dos mesmos. Dentre os tipos de necessidades específicas temos a deficiência visual (DV), que abrange da cegueira até a baixa visão. A definição de cegueira e baixa visão gira em torno de dois conceitos principais: acuidade visual e campo visual. Acuidade visual (AV) é a efetiva capacidade discriminativa de formas (BICAS, 2002), enquanto campo visual (CV) refere-se a toda área visível com os olhos fixados em determinado ponto. Na classificação da cegueira (BRITO; VEITZMAN, 2000), a AV é menor que 0,05 (20/400) e o CV  $< 10^\circ$ ; já na baixa visão, a AV está entre 0,05 (20/400) e 0,3 (20/70). Em ambos os casos, são considerados o melhor olho com a melhor correção óptica. Uma pessoa considerada com visão normal possui AV na razão 20/20.

Segundo o Censo Demográfico (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010) estima-se que, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, existem mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão. Além desse fato, de acordo com a pesquisa realizada pelo IBGE em parceria com o Ministério da Saúde, a partir de autodeclarações dos participantes, a deficiência visual atinge 3,6% dos brasileiros, tendo maior proporção na região Sul, com 5,4% de sua população (BRASIL, 2015b).

No entanto, para que a inserção de pessoas com deficiência visual no sistema regular aconteça de forma efetiva, é preciso que ocorram investimentos na infraestrutura das escolas, como também na formação dos educadores, uma vez que eles não têm contato, na maioria das vezes, com materiais adaptados para alunos com deficiência visual em suas formações iniciais. Os professores necessitam de recursos e metodologias que contribuam para o ensino de alunos videntes e com DV.

Paralelamente aos investimentos que precisam ser realizados na formação docente, existe a necessidade de elaborar materiais especializados para alunos com DV, pois há escassez de materiais didáticos adaptados para esse público, bem como publicações e abordagens sobre os conteúdos que permeiam o conhecimento na área de Química (VIRIATO, 2016).

Os materiais didáticos referentes à disciplina Química devem considerar o domínio específico do conteúdo e o contexto em que está inserido, além de contemplar as necessidades dos alunos com deficiência visual (ADVs). Vale ressaltar que, todo o material especializado elaborado para os ADVs deve passar por revisão de pessoas com deficiência visual, com a finalidade de analisar se o conteúdo explorado está compreensível e de acordo com as normas técnicas do Sistema Braille. Além disso, se houver figura é importante verificar se as informações estão sendo apresentadas de forma correta e inteligível.

Diante das questões apresentadas, este artigo relata o processo de elaboração de um recurso didático para ADVs sobre Cinética Química. O tema foi selecionado por estar presente no cotidiano e permitir explorar os aspectos qualitativos sobre reações químicas, como o reconhecimento no dia a dia de reações rápidas, como a combustão e a explosão, e lentas, como a corrosão e o amadurecimento de um fruto.

Os recursos pedagógicos foram produzidos por alunos da graduação em Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *campus* Duque de Caxias (IFRJ-CDuC), sob a orientação de docentes desse Instituto e um docente do Instituto Benjamin Constant (IBC).

Temos como objetivo geral produzir e avaliar materiais didáticos grafotáteis (para alunos cegos) e ampliados (para alunos com baixa visão) na temática de Cinética Química, a fim de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos ADVs. Também apresentaremos, minuciosamente, a elaboração do material no intuito de incentivar a produção de material especializado por professores das mais diversas instituições de ensino de nosso país.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada na pesquisa é de cunho qualitativo com pesquisa de campo. Nesse sentido, contaremos com a opinião e, portanto, com a subjetividade dos sujeitos envolvidos no trabalho. Questionários semiestruturados (BONI; QUARESMA, 2005) também foram utilizados como instrumento de pesquisa, sendo elaborados com critérios que possam validar o recurso didático produzido.

A primeira etapa do projeto foi dedicada à seleção do tema. Para tanto, levamos em conta a escassez de materiais de alguns assuntos inseridos no Ensino Médio. Na literatura observamos propostas de materiais adaptados para conteúdos de 1ª série do Ensino Médio, sendo necessário abordar o conteúdo da 2ª série do Ensino Médio, com foco no tema Cinética Química. Realizamos pesquisas em livros didáticos e artigos científicos voltados para o Ensino Médio, a fim de elaborar a parte textual do caderno pedagógico, que servirá de apoio para as pessoas com deficiência visual. A pesquisa nos livros didáticos e nos artigos foi realizada com auxílio de professores do Instituto Federal do Rio de Janeiro, *campus* Duque de Caxias (IFRJ-CDuC), e com profissionais do IBC para melhor confecção do material.

Após a elaboração da parte textual do caderno pedagógico, o mesmo foi revisado por professores de Química do IFRJ-CDuC e por uma professora de Português do IBC. Esta etapa foi importante, pois é necessário que o texto esteja coerente com imagens, gráficos e tabelas que constituem o caderno, para que as pessoas com deficiência visual consigam compreender o conteúdo abordado. Vale ressaltar que o caderno pedagógico abrange alunos cegos e alunos com baixa visão; assim, antes da transcrição para o braille, durante a adaptação, houve a preocupação em atender as pessoas com baixa visão. Para isso, utilizamos fonte ampliada e especializada a esse público – APHont (desenvolvida pela *American Printing House for the Blind*) –, além de cores contrastantes em figuras. Posteriormente, foi realizada a adaptação para os cegos com a transcrição para o braille, por meio do *software* Braille Fácil v.3.4.

A presença de imagens, gráficos e diagramas é essencial para melhor compreensão dos conteúdos. Diante disso, os mesmos foram texturizados em relevo e reproduzidos em películas de policloreto de vinila (PVC), com auxílio da máquina termoduplicadora, conhecida como *Thermoform*. A película de PVC permite que o material seja reproduzido em larga escala, tornando possível distribuí-lo para todas as

regiões do Brasil, cujas instituições tenham alunos cegos, além de ser economicamente viável e duradouro, já que o ponto em braille, ao contrário do papel, se mantém mesmo com o uso contínuo.

Antes da aplicação do caderno pedagógico em sala de aula – para aprovação de alunos com deficiência visual –, utilizamos o recurso de leitura de confronto com profissionais cegos capacitados do IBC para verificar o encaixe braille-tinta. Para tanto, realizamos a leitura do texto com um vidente e um cego ao seu lado, a fim de verificar a correspondência do texto (tinta) com o Sistema Braille.

Posteriormente, o caderno também foi avaliado por alunos com deficiência visual matriculados no Ensino Médio e inseridos no Centro de Estudos de Jovens e Adultos Instituto Benjamin Constant (CEJA-IBC) e no Colégio Pedro II. Os materiais foram avaliados por cinco alunos (dois alunos com baixa visão e três alunos cegos), sendo quatro do Colégio Pedro II e um aluno do CEJA-IBC, com faixa etária de 18 a 22 anos de idade.

O Colégio Pedro II (CP II) conta com o auxílio do Núcleo de Apoio às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE) em 14 *campi*, onde os alunos, com todo tipo de deficiência, utilizam tecnologias assistivas (TA). Com a conclusão do Ensino Fundamental no Instituto Benjamin Constant, os alunos podem continuar os seus estudos, ao longo do Ensino Médio, no CP II, por meio de um convênio estabelecido entre ambas as instituições.

Os Centros de Educação de Jovens e Adultos (CEJAs) são escolas inseridas na Rede Estadual de Ensino do Estado do Rio de Janeiro. Essas escolas são reservadas para jovens e adultos que não possuem idade escolar (defasagem série/idade escolar), mas ainda assim desejam concluir o Ensino Fundamental ou o Ensino Médio.

O CEJA possui uma unidade localizada no Instituto Benjamin Constant, o que favorece o aprendizado de pessoas com deficiência visual, visto que no IBC há produção de material didático especializado para esse público-alvo. No entanto, o CEJA possui o seu próprio material. Essa produção é elaborada em uma linguagem direcionada para jovens e adultos que necessitam desenvolver uma autonomia de estudo.

Após a testagem do material e aplicação do questionário semiestruturado, o mesmo foi registrado na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado (DPME), a fim de constar da lista de acervo dos materiais distribuídos pelo IBC para instituições públicas de ensino de todo o Brasil.

Cabe ressaltar que, para a coleta de dados, todos os entrevistados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com a finalidade de informar sobre a utilização dos dados fornecidos na entrevista e garantir o uso de suas opiniões e imagens. O projeto desta pesquisa também foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética Pública (CAAE: 55575616.4.0000.5246, Parecer: 1.565.160).

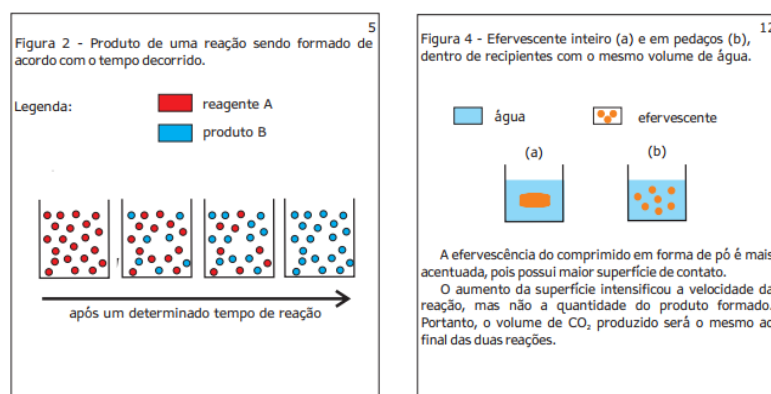
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os recursos didáticos são imprescindíveis às pessoas com deficiência visual, pois além de contribuírem para o processo de ensino-aprendizagem, ainda despertam o interesse do aluno. A utilização do material será ampliada se possuir vários estímulos (tátil, sonoro), agregando a ele mais significado (LAGUNA, 2012). Paschoal (2014) afirma que os canais sensoriais devem ser acionados de diversas formas, especialmente pelo sistema háptico, que envolve, além do tato, a ação e o movimento, e permite que o sujeito cego reorganize os seus esquemas perceptivos.

Com o intuito de corroborar com o ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual, foram desenvolvidos recursos didáticos complementares sobre o tema Cinética Química. O material produzido foi um caderno pedagógico. Para tanto, a Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado (DPME) do IBC realizou a adaptação necessária ao público-alvo em questão. Inicialmente, elaboramos a parte textual do caderno pedagógico. Nesta etapa, tentamos nos aproximar do cotidiano dos alunos, abordando o processo de cozimento do feijão dentro de uma panela de pressão, e a utilização de água oxigenada em fermentos, por exemplo.

Em uma fase anterior a adaptação, todo o material foi revisado por professores de Química e por uma professora de Português, a fim de manter a coerência textual. Após a revisão, a adaptação manteve o foco em atender pessoas com deficiência visual que apresentavam baixa visão. Nesta etapa, contamos com uma designer gráfica da DPME do IBC para realizar a ampliação do material (tamanho 28cm x 29cm), tendo o tamanho ideal para que os alunos possam manipulá-lo com as duas mãos, além da ampliação com fonte especializada (APHont). As figuras presentes no caderno também receberam cores e contrastes adequados para permitir a visualização dos alunos, como pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** – Figuras presentes no material para alunos com baixa visão



Fonte: DPME/DTE/IBC

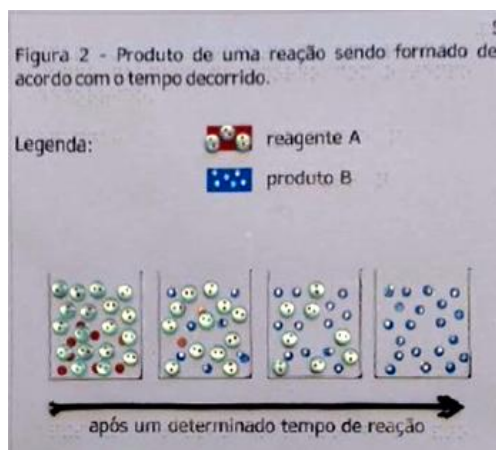
Após a sua ampliação, verificamos que o caderno teria um grande número de páginas, portanto optamos pela divisão em dois materiais: “Introdução à Cinética Química” (17 páginas) e “Fatores que influenciam na velocidade das reações” (12 páginas).

A partir do material adaptado para pessoas com baixa visão, iniciamos a adaptação para pessoas cegas. A transcrição para o Sistema Braille foi realizada por uma transcritora do IBC, por meio do *software* Braille Fácil. A máquina de datilografia braille também foi utilizada em alguns momentos, quando a impressão pelo *software* não se encaixava corretamente; isto aconteceu com frequência na digitação de reações químicas.

Da mesma forma que utilizamos figuras com cores fortes e contrastantes, para os alunos com baixa visão, também foi necessário adaptar, para os alunos cegos, figuras, gráficos e diagramas em todo o material por meio de texturizações. É importante ressaltar que na texturização usamos materiais de baixo custo, com o intuito de serem facilmente replicados. Para o Caderno “Introdução à Cinética Química”, texturizamos as seguintes figuras:

Na Figura 2 foram empregadas duas texturas diferentes: uma para a representação do reagente e outra para a representação do produto. Para o reagente, utilizamos botão e para o produto um *sticker* (adesivo), tomando cuidado para que fossem de tamanhos diferentes. Para representar os recipientes onde ocorreram as reações, utilizamos a linha de algodão (tipo corrente).

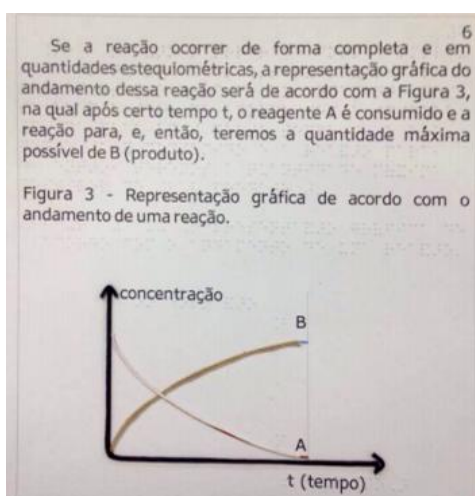
**Figura 2** – Texturização de uma reação genérica do reagente indo a produto de acordo com o tempo decorrido



Fonte: DPME/DTE/IBC

Já para a representação do gráfico da Figura 3 foram utilizados três tipos de linhas diferentes para a diferenciação do eixo do gráfico e suas coordenadas.

**Figura 3** – Gráfico Concentração x Tempo de uma reação genérica de reagente formando produto



Texturas utilizadas:

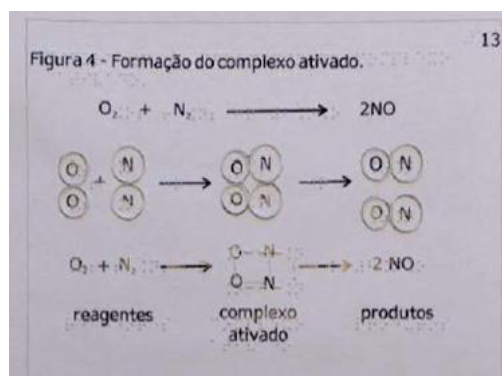
- Eixo do gráfico: linha cordonê encerada;
- Reagente (A): linha de algodão (tipo corrente);
- Produto (B): linha de algodão trançada.

Fonte: DPME/DTE/IBC

Na Figura 4 foi utilizada a linha de algodão (tipo corrente) para representar os círculos que envolviam os elementos químicos, e a formação do complexo ativado simbolizado pelo pontilhado.



**Figura 4** – Formação do complexo ativado em uma reação

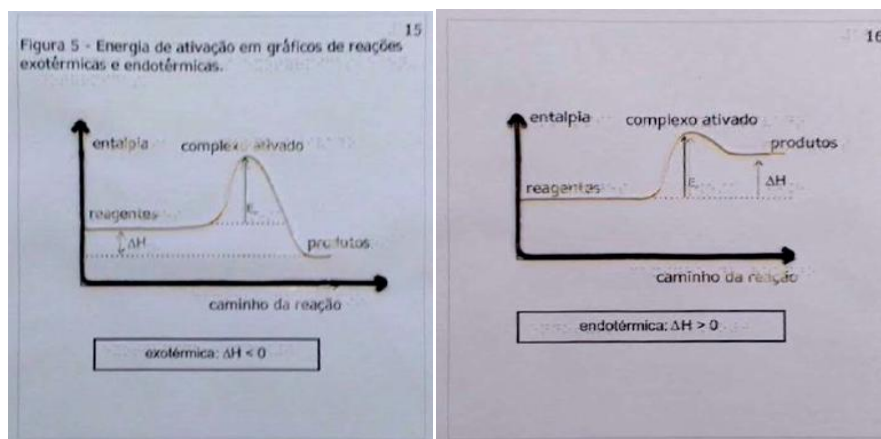


Fonte: DPME/DTE/IBC

Para as texturizações das ilustrações na Figura 5, foram utilizadas texturas mencionadas anteriormente, já que representaria os gráficos de reações exotérmicas e endotérmicas. Para o eixo dos gráficos usamos uma linha mais grossa (linha cordonê encerada); já para as coordenadas dos gráficos, uma linha mais fina (linha de algodão tipo corrente); e uma linha de algodão ainda mais fina para representar a energia de ativação ( $E_a$ ) e variação de entalpia ( $\Delta H$ ).

A figura deve seguir fielmente o modelo original em tinta, a fim de representar todos os detalhes em textura. Para isso, texturizamos o pontilhado do gráfico, contando com a carretilha para cortar e fechar massas e pequenos pontos em relevo.

**Figura 5** – Texturização dos gráficos de reações endotérmicas e exotérmicas



Fonte: DPME/DTE/IBC

As imagens do Caderno “Fatores que influenciam na velocidade das reações” também foram texturizadas. Para representar as moléculas dentro do recipiente, diferenciando-as, foram utilizados botões e *stickers* (adesivos) de tamanhos diferentes, sendo o botão maior que o *sticker*; para a representação do êmbolo usamos papel paraná, como mostra a Figura 6.

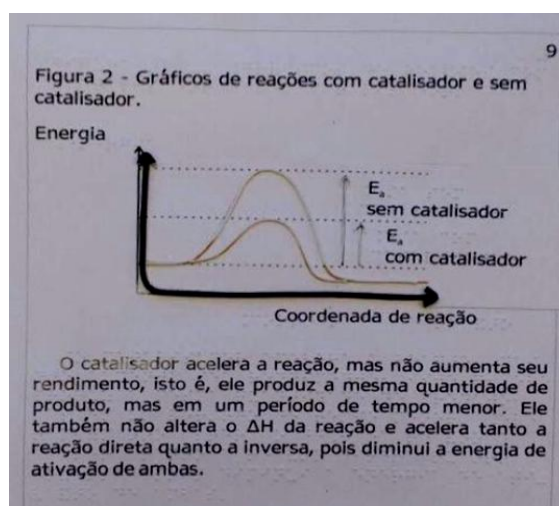
**Figura 6** – Texturização de dois recipientes diferentes demonstrando a influência da pressão na velocidade das reações



Fonte: DPME/DTE/IBC

Já para o gráfico de reações com e sem catalisador (Figura 7), partimos do mesmo princípio dos gráficos das reações endotérmicas e exotérmicas. Utilizamos uma linha mais grossa (cordônê) para o eixo; uma linha intermediária (algodão, tipo corrente) para as coordenadas; e uma linha mais fina (algodão) para a energia de ativação com e sem catalisador. Essa diferenciação é essencial para o entendimento do gráfico. Neste caso, também usamos a carretilha de massas para representar o pontilhado.

**Figura 7** – Texturização de gráficos de reações com catalisador e sem catalisador

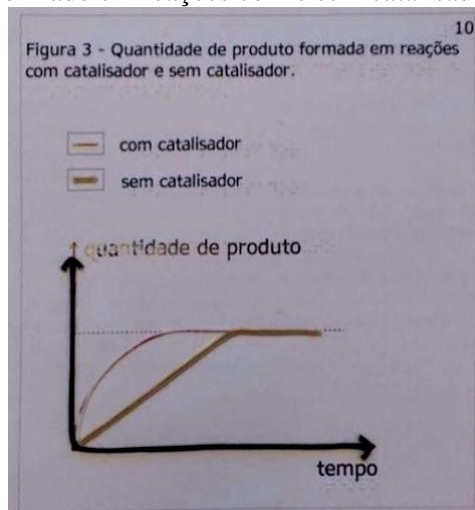


Fonte: DPME/DTE/IBC

Para demonstrar que a quantidade de produto de uma reação é a mesma utilizando-se o catalisador (ou não), e o que altera é somente o tempo em que ocorre a reação, fizemos outro gráfico (Figura 8) que representa o eixo do gráfico com linha

cordão; para simbolizar as coordenadas, duas texturas diferentes foram dispostas, utilizando-se uma linha de algodão (tipo corrente) para a reação com catalisador; já para a reação sem catalisador, uma linha dupla.

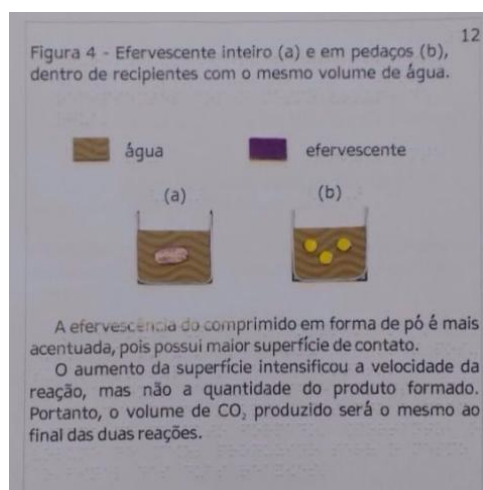
**Figura 8** – Texturização de gráfico representando a quantidade de produto formado em reações com e sem catalisador



Fonte: DPME/DTE/IBC

Para representar os efeitos da superfície de contato na velocidade das reações, texturizamos o gráfico presente na Figura 9, cujo contorno do recipiente foi representado por uma linha de algodão (tipo corrente); já para representar a água, utilizamos papel *Kraft* ondulado; para o efervescente, a parte lisa de uma caixa de remédio como textura.

**Figura 9** – Texturização dos efeitos da superfície de contato



Fonte: DPME/DTE/IBC

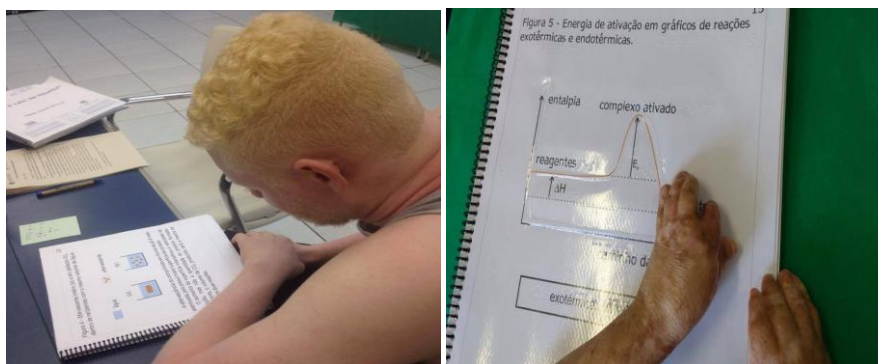
Posteriormente a texturização, foi feita a replicação do material na máquina *Thermoform*, utilizando as páginas texturizadas e transcritas para o braille como matriz.

A partir da duplicação, os materiais foram avaliados por dois revisores cegos do IBC. Os revisores observam o uso correto do Sistema Braille (parte textual) – por meio da leitura de confronto –, além de verificar se a texturização das figuras foi realizada de forma compreensível. Quando o revisor detecta erro no texto ou nas texturas, o trabalho é refeito, e uma nova avaliação é realizada.

Os revisores apontaram erros de escrita no braille, como elementos de formatação: a paginação no lado esquerdo quando deveria ser no lado direito; sinais de equações em locais errados; e erros nas referências bibliográficas do material. Os revisores também chamaram atenção para alguns detalhes nas texturizações, como o eixo dos gráficos muito próximo da parte escrita em braille, o que dificulta a leitura. Todos os erros – tanto os de formatação quanto de texturização –, foram prontamente corrigidos e revisados novamente. Desta vez, os materiais foram aprovados pelos revisores, passando para a avaliação dos alunos do Ensino Básico.

Os materiais foram avaliados por cinco alunos do Ensino Básico. Para tanto, responderam um Formulário de Avaliação dos Materiais, com 10 a 15 perguntas, pois as entrevistas foram diferentes para alunos com baixa visão e alunos cegos. A Figura 10 apresenta alguns alunos na avaliação dos recursos didáticos produzidos.

**Figura 10** – Alunos avaliam os materiais produzidos



Fonte: Acervo dos autores

Antes de abordarmos a avaliação da entrevista propriamente dita, é importante observar a última questão. Perguntamos como os alunos gostariam de ser identificados no caso de publicarmos as suas observações. Dos cinco alunos entrevistados, quatro responderam que gostariam de ser identificados pelo seu primeiro nome; o quinto aluno pediu que o seu sobrenome fosse mencionado. Algumas perguntas foram elaboradas, tanto para alunos com baixa visão quanto para alunos cegos. A seguir, as respostas para as questões-base dos formulários para alunos com baixa visão:

### **Questão 1: A fonte (modelo e tamanho) utilizada está adequada pra você?**

De acordo com os dados obtidos, observamos que os dois alunos entrevistados (baixa visão) consideraram a fonte adequada para o uso. Segundo Romagnolli e Ross (2008), é de extrema importância que o material tenha tamanho adequado às condições do aluno; para isso é necessário o tipo mais apropriado de fonte e espaço entre letras e linhas, de modo que o aluno, ao aproximar o material dos olhos, consiga ver nitidamente sem cansaço visual.

### **Questão 2: Você costuma receber materiais ampliados?**

Tecnologias assistivas promovem independência para as pessoas com deficiência e auxiliam em seu processo de ensino-aprendizagem. Fornecer materiais adaptados adequados ao aluno é sempre uma obrigação da instituição de ensino e do professor. Diante do exposto, seguem os relatos dos alunos:

*Ricardo: Não costumo receber materiais ampliados. Só quando mandam material do NAPNE. Os professores costumam mandar os materiais por e-mail. (informação verbal)<sup>6</sup>*

*João: Recebo provas, trabalhos, textos, mas alguns professores não mandam para o NAPNE. Fiz uma prova semana passada de Química que o professor esqueceu de mandar para o NAPNE e eu tive que tirar foto da prova e dar zoom pelo celular. (informação verbal)<sup>6</sup>*

### **Questão 3: Nesta pergunta, uma página de texto foi escolhida pelo professor e lida integralmente pelo aluno. O número da página lida foi \_\_. O aluno conseguiu ler bem?**

A página selecionada para a leitura dos alunos foi a página 1. Todos eles conseguiram ler a página integralmente, corroborando com a resposta da Questão 1. Cerqueira e Ferreira (1996) defendem a adaptação e utilização de recursos grafotáticos para alunos cegos, e de materiais adaptados para alunos com baixa visão com o uso de fonte ampliada e especializada.

Já as respostas para as questões bases dos formulários para alunos cegos foram:

### **Questão 1: O braille está legível?**

Segundo as respostas dos alunos, todos consideraram o braille legível, uma vez que o material deve ser feito para atender as condições do aluno. O braille é o sistema

---

<sup>6</sup> Relatos transcritos na íntegra.

de leitura e escrita em relevo utilizado por eles, assim sendo todos os materiais táteis desenvolvidos para pessoas cegas devem contê-lo (CERQUEIRA; FERREIRA, 1996). Chamou a atenção a resposta de uma entrevistada. Manuella: “*Está ótimo!*” (informação verbal)<sup>7</sup>

Essa resposta significa que, algumas vezes, o braille pode não estar legível em alguns materiais, seja pela falha na ponta da agulha da impressora, seja pela folha ter sido colocada torta no momento da impressão, ou até mesmo por erros na máquina de datilografia braille, porém os alunos cegos conseguiram ler e ainda elogiaram a impressão em braille.

**Questão 2: Você já conhecia este material ou algo parecido em relevo? Em qual(is) disciplina(s)?**

Todos os alunos entrevistados já haviam utilizado algum material semelhante. Perdigão: “*Já usei materiais em Física, Química.*” (informação verbal)<sup>7</sup>, Manuella: “*Ciências.*” (informação verbal)<sup>7</sup>, Leticia: “*No IBC usava muito.*” (informação verbal)<sup>7</sup>

Os alunos utilizavam muitos materiais grafotáteis (com películas de PVC) enquanto estudavam no IBC, pois existe um setor voltado para a produção e distribuição de material didático especializado.

Alguns questionamentos da entrevista foram perguntas fechadas, em que o aluno deveria responder sim ou não sobre figuras apresentadas ao longo da seção. A maioria, tanto no questionário para alunos com baixa visão quanto para alunos cegos, respondeu positivamente, mas alguns apontamentos chamaram a atenção.

No Caderno “Introdução à Cinética Química”, destacamos:

**Questão 6: Na Figura 2, o que ocorreu com o reagente A com o passar do tempo?**

Seguem algumas respostas. João: “*O reagente A desapareceu e formou o produto completamente.*” (informação verbal)<sup>8</sup>, Perdigão: “*Virou o produto B.*” (informação verbal)<sup>8</sup>, Manuella: “*O reagente A sumiu.*” (informação verbal)<sup>8</sup>

Neste questionamento, os alunos conseguiram compreender que à medida que a reação caminha, o reagente A vai sendo consumido, e o produto B formado em suas proporções. A partir das respostas, concluímos que os alunos também conseguiram

---

<sup>7</sup> Relatos transcritos na íntegra.

<sup>8</sup> Relatos transcritos na íntegra.

perceber a diferença das texturas para o reagente A e para o produto B, indagado na Questão 5 do formulário. Nesta pergunta, a aluna Manuella também comentou que achou muito legal e adorou a imagem.

**Questão 7: No gráfico da Figura 3, o que acontece com a concentração do produto B com o passar do tempo?**

Os alunos perceberam que conforme o tempo passa, a concentração do produto B aumenta e a do reagente A diminui. O que também corrobora com as respostas dadas por eles nas Questões 5 e 6.

**Questão 9: Na Figura 4, você conseguiu diferenciar os diferentes tamanhos dos elementos químicos presentes nesta reação?**

Inicialmente, os alunos não perceberam a diferença entre os elementos químicos, mas ao realizar esta pergunta, os alunos conseguiram perceber que o átomo de Oxigênio tem tamanho menor que o átomo de Nitrogênio. Essa representação foi feita por conta do raio atômico dos elementos da Tabela Periódica, sendo que o átomo de Oxigênio apresenta raio menor que o átomo de Nitrogênio. Ou seja, o objetivo da texturização foi alcançado.

**Questão 10: Qual a diferença entre os gráficos da Figura 5?**

Os gráficos da Figura 5 representam reações exotérmicas e endotérmicas. As reações exotérmicas liberam calor, o produto é menos energético que o reagente, fazendo com que a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) seja menor que zero; já as reações endotérmicas absorvem calor, o reagente é menos energético que o produto, o que torna o  $\Delta H$  positivo.

Os alunos precisariam perceber essas diferenças entre os gráficos, e eles conseguiram. Leticia: “Na endotérmica o reagente é menor que o produto, então o  $\Delta H$  é positivo e a exotérmica o reagente é maior e o  $\Delta H$  é negativo.” (informação verbal)<sup>9</sup>, Perdigão: “O produto, no gráfico da reação endotérmica, está acima da marca inicial (reagente).” (informação verbal)<sup>9</sup>, Manuella: “No gráfico da reação exotérmica o produto é mais embaixo.” (informação verbal)<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Relatos transcritos na íntegra.

Já no Caderno “Fatores que influenciam na velocidade das reações”, destacamos:

**Questão 5: Na Figura 6, você percebe a diferença entre os recipientes com Pressão 1 e Pressão 2?**

Nesta pergunta, todos os alunos perceberam a maior junção de moléculas no recipiente 2, devido a maior pressão exercida. No recipiente 1, as moléculas estavam mais afastadas.

Em uma das páginas do material produzido havia a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio ( $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ) e, sobre isto, um questionamento:

**Questão 6: Você compreendeu a reação química em braille?**

Os alunos cegos não conseguiram compreender a reação química em braille, o que chama atenção para o desconhecimento quanto à Grafia Química Braille (GQB), fator de extrema importância.

A transcrição em braille tem como objetivo atender aos alunos cegos conhecedores desse Sistema, possibilitando a escrita e a leitura do conteúdo textual comum. Para atender às especificidades da linguagem química foi produzida pelo MEC, a Grafia Química Braille para Uso no Brasil. Por meio dessa Grafia pode-se representar substâncias e reações e assim permitir o acesso do aluno usuário de braille ao nível representacional da Química. Além de representar símbolos, fórmulas e equações, a Grafia Química Braille para Uso no Brasil permite, também, a representação de estruturas moleculares. (BRASIL, 2017, p. 15).

Para ilustrar essa dificuldade, podemos citar a resposta de um aluno. Ao ser perguntado sobre o que leu na reação química, o aluno leu “ponto e vírgula” (“;”) em vez do número dois, que é rebaixado na Grafia Química Braille, e não apresentou o sinal de número convencional (pontos 3456) nas moléculas de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e de oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Em braille, “;” é representado pelos pontos 2 e 3.

Professores da Educação Básica, que possuem alunos cegos em suas salas, devem apresentar e saber como utilizar a Grafia Química Braille (GQB), que é um documento norteador para professores de Química e disponibilizado pelo MEC gratuitamente. É direito do aluno saber como realizar a representação correta de uma reação. Como podemos perceber, o aluno cego mencionado desconhecia tal grafia.



### **Questão 7: Na Figura 8, a quantidade de produto na reação com catalisador e sem catalisador é a mesma?**

Os alunos perceberam que a quantidade de produto continua sendo a mesma, com ou sem a participação de um catalisador; o que muda é o tempo de cada reação, sendo que a reação com catalisador é mais rápida que a reação sem catalisador. Além disso, todos perceberam a diferença na Energia de ativação, pois nas reações com catalisador a energia é sempre menor (Figura 7).

### **Questão 9: Na Figura 9, qual é a diferença entre os recipientes A e B?**

Uma das alunas só conseguiu compreender a diferença dos recipientes ao ler a legenda da figura, portanto é de extrema importância a presença de legendas sob todas as figuras que apresentam texturas (SILVA, 2017).

A legenda indica um efervescente inteiro (a) e em pedaços (b) dentro de recipientes com o mesmo volume de água. Neste momento do aprendizado, a mediação do professor é essencial para demonstrar que teremos uma maior superfície de contato do material com a água, quando o objeto se encontra em pedaços, favorecendo uma reação mais rápida.

A antepenúltima pergunta questiona o aluno, de maneira geral, sobre como ele classificaria o material a partir de quatro opções: excelente; bom; regular; insuficiente. Dos cinco alunos entrevistados, todos consideraram excelente, o que demonstra que o material avaliado apresentou uma boa receptividade entre os alunos cegos e com baixa visão. Ou seja, as adaptações foram realizadas de forma correta e coerente, com objetivos alcançados.

Pedimos aos alunos que comentassem o que acharam do material, e se alterariam algo. João: “*Não alteraria nada, com você explicando consegui entender.*” (informação verbal)<sup>10</sup>, Ricardo: “*Não alteraria nada, achei muito legal e conseguiria entender melhor a matéria.*” (informação verbal)<sup>10</sup>, Manuella: “*Adorei a representação do reagente em produto da página 4 do Caderno Introdução à Cinética Química.*” (informação verbal)<sup>10</sup>, Letícia: “*Pra mim foi muito bom.*” (informação verbal)<sup>10</sup>

Sobre o Caderno “Fatores que influenciam na velocidade das reações”, um dos alunos ainda acrescentou a sua opinião. João: “*Não alteraria nada, achei bom, bem interessante e vai ajudar bastante.*” (informação verbal)<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>Relatos transcritos na íntegra.

Ao testarmos o material com Manuella, nos surpreendemos com a fala da aluna, que afirmou que escolheria a disciplina de Química no período seguinte, pois havia adorado o material. Manuella é aluna do CEJA-IBC, onde pode escolher em que período quer aprender a disciplina. Com isso, percebemos o quanto os alunos se interessaram pelo material, e como gostariam de usá-lo em sala de aula para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, já que existem poucos materiais adaptados disponíveis para o Ensino de Química para alunos com deficiência visual.

Ao terminarmos a avaliação, os materiais grafotáteis foram oferecidos aos alunos cegos bem como os materiais ampliados aos alunos com baixa visão.

Em alguns casos, os alunos não conseguiram compreender prontamente a imagem, por isso é imprescindível o papel do professor como mediador no momento da utilização dos materiais grafotáteis para alunos cegos ou com baixa visão, pois poderá auxiliar o aluno com deficiência visual a superar as suas dificuldades na construção do seu conhecimento (GOMES; SAMPAIO, 2014).

Este trabalho também dialoga com Sasaki (2007) que descreve, discute e defende que todos os trabalhos produzidos devem contar com a participação e a opinião das pessoas com deficiência, pois, em última análise, ninguém é mais habilitado quando o assunto é deficiência visual.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A discussão sobre Educação Inclusiva é cada vez mais frequente em nossa sociedade, mas a compreensão e a aceitação do tema sempre foi um obstáculo a ser vencido. Ao lidar com alunos com deficiência visual, sendo cego ou com baixa visão, é preciso ter em mente que é imprescindível o material didático especializado na construção de conceitos e acessibilidade a novos conhecimentos.

Com o intuito de contribuir para a ampliação de materiais adaptados em Química, produzimos dois cadernos pedagógicos sobre a temática Cinética Química. Os materiais produzidos desenvolveram competências e habilidades nos alunos, que identificaram a rapidez das reações e suas variáveis, contextualizado sempre a sua aplicação no cotidiano.

O material criado foi avaliado por dois revisores cegos do IBC e, posteriormente, por cinco alunos com deficiência visual do CEJA-IBC e do Colégio Pedro II, que o aprovaram e o consideraram adequado para uso em sala de aula. A

matriz do material foi depositada na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado do IBC, para posterior replicação em películas de PVC e distribuição a alunos com deficiência visual de instituições públicas de ensino do Brasil.

**AGRADECIMENTOS** IBC, IFRJ (*campus* Duque de Caxias) e CNPq.

## **REFERÊNCIAS**

BICAS, H. E. A. Acuidade visual. Medidas e notações. **Arq. Bras. Oftalmol.**, v. 65, p. 375-384, 2002.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. **Em Tese**, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 68-80, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BRASIL. **Grafia Química Braille para Uso no Brasil**. Ministério da Educação, Brasília, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=120781-grafia-quimica-braille-para-uso-no-brasil&category\\_slug=agosto-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=120781-grafia-quimica-braille-para-uso-no-brasil&category_slug=agosto-2019-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 16 mai. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 23 nov. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, 2015a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm). Acesso em: 23 nov. 2018.

BRASIL. **Braile aumenta inclusão de cegos na sociedade**. 2015b. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2015/01/braile-aumenta-inclusao-de-cegos-na-sociedade>. Acesso em: 24 mar. 2017.

BRITO, P. R.; VEITZMAN, S. Causas de cegueira e baixa visão em crianças. **Arq. Bras. Oftalmol.**, v. 63, n. 1, p. 49-54, 2000.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na Educação Especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20, 1996.

GOMES, H. T.; SAMPAIO, V. G. Recurso e tecnologias para o ensino do aluno com deficiência visual. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INCLUSÃO ESCOLAR: PRÁTICAS EM DIÁLOGO, 1., 2014, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...] Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [http://www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/10-gomes\\_e\\_sampaio.pdf](http://www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/10-gomes_e_sampaio.pdf). Acesso em: 5 jul. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>. Acesso em: 16 mai. 2020.

LAGUNA, J. C. **A utilização de diferentes recursos pedagógicos como auxílio na aprendizagem de alunos com deficiência visual**. 2012. 35 f. Monografia (Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

PASCHOAL, C. L. L. A imaginação narrativa através do não ver. In: PASCHOAL, C. L. L.; SILVA, A. C.; RANGEL, F. A. et al. (Org.). **Fazeres Cotidianos, dizeres reunidos**: uma coletânea de textos do Instituto Benjamin Constant. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2014. cap. 3, p. 34-52.

ROMAGNOLLI, G. S. E.; ROSS, P. R. **Inclusão de alunos com baixa visão na Rede Pública de Ensino**. PDE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1109-2.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2019.

SASSAKI, R. K. Nada sobre nós, sem nós: da integração à inclusão – Parte 2. **Revista Nacional de Reabilitação**, n. 58, p.20-30, set.-out. 2007.

SILVA, A. C. **A importância do desenvolvimento de um material grafotátil na área de Química para alunos cegos e com baixa visão**. 2017. 43 f. Monografia (Especialização em Educação Especial e Inclusiva), Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2017.

VIRIATO, C. S. et al. Tabela periódica em braille: uma ferramenta de ensino-aprendizagem de Química para alunos com deficiência visual. In: SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ESTADO DE RORAIMA, 11., 2016, Roraima. **Anais eletrônicos** [...]. Roraima: SNCT, 2016. Disponível em: <https://even3.azureedge.net/anais/35847.pdf>. Acesso em: 5 out. 2017.