 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160249

Ensino de Eletroquímica: avaliação da capacidade de escolha e do aprendizado obtido por alunos do 3º ano a partir de videoaulas no *YouTube* – estudo de caso no IFMG - *Campus* Ouro Preto

Zilma S. Ferraz Filha, Rogério de Oliveira e Venilson Luciano B. Fonseca

O acesso à rede mundial de computadores é uma realidade, bastando um dispositivo do tipo *smartphone* e uma conexão à rede. Dentre muitas possibilidades, há a plataforma *YouTube*, específica para multimídias audiovisuais; entretanto, não há um controle sobre o que é disponibilizado. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as escolhas de alunos da terceira série do ensino médio, na busca por videoaulas sobre eletroquímica. Em termos da relação ensino e aprendizagem, foi observada a existência de materiais de excelente qualidade, assim como materiais sem qualidade alguma. Em vista dos resultados, concluímos que a capacidade dos alunos em escolher um determinado canal de *YouTube*, na maioria das vezes, estava atrelada àqueles de maior acesso e sem critério. Nestas aulas foram encontrados erros conceituais. Além disso, a capacidade de aprender com os "professores virtuais", nesta pesquisa, é relativamente insuficiente.

▶ aprendizado de química, videoaulas, eletroquímica ◀

Recebido em 02/04/2020, aceito em 17/08/2020

A velocidade com que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) tomaram conta de diversos campos de atuação e o acesso fácil e quase irrestrito à rede mundial de computadores fez com que a internet fosse vista atualmente como um dos mais importantes avanços da humanidade de todos os tempos (Ribeiro *et al.*, 2015). Destaca-se como uma tecnologia que proporciona oportunidades de ter acesso a uma diversidade de informações nos mais distantes pontos do globo terrestre, além de gerenciar e distribuir informações em larga escala, em âmbito mundial. No campo da educação, as TICs são vistas como potencializadoras dos processos de ensino-aprendizagem.

A internet se consolidou como um dos sistemas de comunicação e propagação da informação mais eficazes e existem milhares de portais de conhecimento e oportunidades abrindo-se numa sequência de hipertextos, que permitem, a milhões de pessoas do mundo inteiro, o acesso direto a uma infinidade de notícias e conteúdos.

A internet se consolidou como um dos sistemas de comunicação e propagação da informação mais eficazes e existem milhares de portais de conhecimento e oportunidades abrindo-se numa sequência de hipertextos, que permitem, a milhões de pessoas do mundo inteiro, o acesso direto a uma infinidade de notícias e conteúdos. Nesse sentido, sua utilização nas salas de aulas, de maneira apropriada, pode se tornar uma grande aliada dos professores para auxiliar a assimilação de diversos conteúdos, inclusive o ensino de Química, considerado de grande complexidade.

Diante desse novo panorama é necessário que as escolas busquem alinhar as novas tecnologias com o projeto pedagógico da instituição, pois é fundamental que os educadores se atualizem para utilizarem-se da linguagem audiovisual no contexto educacional, uma vez que essa linguagem está presente em todos os ambientes no mundo contemporâneo. Segundo Gutierrez (1978, p. 60, apud Torquato, 2003, p.73), "todo ser humano antes mesmo de ser comunicação falada ou escrita é comunicação visual e sonora". Utilizando-se de senso crítico e sensibilidade é possível aperfeiçoar os métodos tradicionais de ensino com as novas tecnologias.

A utilização dessas tecnologias como recursos didáticos, dentro ou fora da sala de aula, favorece o processo de ensino aprendizagem, constituindo-se numa forma de ensinar e aprender, agregando valores e competências nas atividades educacionais. Como indicado por Moran (1995, p. 27,

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

apud Almeida, 2014, p. 5), "o vídeo atrai alunos, aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana e também introduz novas questões no processo educacional".

Segundo Callegario e Borges (2010), o ensino de Química tem passado por um período de relevante reflexão dos professores; os elevados índices de reprovação e evasão são consequências de aulas de Química fatigantes e difíceis, pela visão dos alunos - utilização de conceitos complexos e elevada necessidade de memorização. Além disso, problemas de ordem social, de desestrutura familiar, baixo investimento na educação e desmotivação de professores afetam diretamente a relação de ensino e aprendizagem, como apontado por Yamaguchi (2019), Daitx (2016) e Moreira (2016). Faz-se, então, necessário que a escola se atente aos novos modelos de ensino aprendizagem, utilizando novas metodologias, a fim de despertar no aluno o interesse e motivação pelo aprendizado dos conteúdos (Callegario e Borges, 2010).

Considerando as exigências do mundo contemporâneo em relação à utilização das novas tecnologias é possível afirmar que:

> *Nessa busca por recursos e materiais didáticos que facilitem um ensino voltado para a cidadania, uma possibilidade é o uso de recursos audiovisuais, pois o momento atual em que vive a sociedade contemporânea é caracterizado pela multiplicidade de linguagens e por uma forte influência dos meios de comunicação* (Silva *et al*., 2012, p. 189).

Nesse sentido, dentre as diversas possibilidades disponíveis na internet, existe a plataforma *YouTube,* em que é possível acessar inúmeros conteúdos, inclusive videoaulas de todas as disciplinas escolares, que podem ser de ótima qualidade ou não.

Sobre conteúdos disponíveis na plataforma *YouTube*, Fidelis e Gibin (2016) garantem que os vídeos se mostram como possíveis materiais contrastantes ao modelo de ensino tradicional. Isto porque dispõem de estratégias metodológicas mais atrativas, diversas maneiras de contextualizar os conteúdos, bem como de atividades práticas de ciências. Quanto aos aspectos gerais das videoaulas analisadas, os autores chamam a atenção para o fato de que o uso de slides nas videoaulas, com um professor expondo ou explicando o conteúdo, são as preferidas formas de exposição com apresentação de definições, exemplos e resolução de exercícios.

Sobre conteúdos disponíveis na plataforma YouTube, Fidelis e Gibin (2016) garantem que os vídeos se mostram como possíveis materiais contrastantes ao modelo de ensino tradicional. Isto porque dispõem de estratégias metodológicas mais atrativas, diversas maneiras de contextualizar os conteúdos, bem como de atividades práticas de ciências.

Almeida *et al*. (2018) ressaltam que:

> *As videoaulas como recurso audiovisual podem, por exemplo, simular experimentos e proporcionar associações entre conceitos abstratos e imagens, utilizando diferentes modos para a compreensão dos conteúdos* [...]. *As tecnologias podem contribuir com seu imenso potencial para os estudos extraclasse, porém, é necessário que as informações contidas nesses vídeos possam ter significados, já que é fundamental para a aprendizagem* [...] (Almeida, *et al*., 2018, p. 289).

O uso da videoaula como modalidade de ensino e aprendizagem se mostra didaticamente dinâmica como meio de veiculação de informações que podem ser ouvidas e vistas, sendo utilizada como contribuição e material de apoio às aulas dadas pelo professor (Arroio e Giordan, 2006).

Videoaulas em foco

A linguagem audiovisual, presente nas videoaulas, é ferramenta útil no ensino-aprendizagem, uma vez que a informação chega ao observador de maneira pedagogicamente organizada com vídeos didáticos (Almeida *et al.*, 2018). Segundo Gomes (2008), a linguagem audiovisual como proposta pedagógica envolve diversos aspectos positivos para o ensino- aprendizagem, dentre eles a contextualização, aplicação prática do conteúdo, sínteses, exemplificações, esquemas, gráficos e a interdisciplinaridade, relacionando o tema trabalhado com outros conceitos e disciplinas. De acordo com Almeida *et al.* (2018), as videoaulas como recurso audiovisual que utilizam diferentes modos para auxiliar a compreensão dos conteúdos pelos estudantes podem, a título de exemplo, reproduzir experimentos e oferecer associações entre conceitos abstratos e imagens. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar se os estudantes são capazes de pesquisar o conteúdo de Eletroquímica nas plataformas digitais, de forma correta e satisfatória, em seus estudos extraclasse. Por extraclasse, entende-se com sendo as atividades relacionadas à escola, porém realizadas fora do contexto da sala de aula, em seu tempo livre entre as atividades escolares regulares.

Refletindo sobre a importância dos recursos audiovisuais para aprimorar a didática nas salas de aula, Arroio e Giordan (2006) destacam que:

> *Os recursos audiovisuais permitem realizar estudos de universos intergalácticos e, da mesma forma, penetrar em realidades de dimensões microscópicas. Mesmo as situações mais abstratas e desprovidas de imagens podem ser apresentadas por meio de algum tipo de estrutura audiovisual.* [...] *apresenta como vantagem a possibilidade de ser visto quantas vezes for necessário, congelando a imagem, avançando ou retrocedendo a fita para algum trecho específico de interesse do professor ou do aluno* [...] (Arroio e Giordan, 2006, p.10-11).

Essa afirmação é relevante, visto que possibilita ao aluno rever a videoaula com mais atenção, por uma ou várias vezes, pausando quando necessário, o que facilitará a assimilação do conteúdo, principalmente se não compreendeu corretamente da primeira vez.

A plataforma *YouTube* foi escolhida por apresentar conteúdo direcionado a estudantes de todos os níveis de escolaridade, inclusive do Ensino Médio, por ser de livre acesso e ter grande quantidade de material disponível, oferecendo variedade de vídeos sobre os conteúdos tratados nas escolas. Segundo Santos *et al.* (2018), o conteúdo de Eletroquímica, tema escolhido para a realização da pesquisa, envolve conceitos que representam grande dificuldade no processo de ensino e aprendizagem, tanto por estudantes quanto para professores. Este conteúdo é a parte da Físico-Química que estuda os fenômenos de transformação de energia química em elétrica e vice-versa. Os elementos presentes nas pilhas e eletrólise, como catodo, anodo, polo positivo, polo negativo, oxidação e redução são geralmente confundidos pelos estudantes, possivelmente por se tratar de conceitos muito semelhantes. Assim, os autores consideraram necessário buscar métodos alternativos para facilitar o ensino e a compreensão da Eletroquímica, perante as dificuldades citadas e pela importância desta ciência, presente em nosso cotidiano. No Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Ouro Preto (IFMG-OP), a Eletroquímica é apresentada, atualmente, ao final do terceiro ano do ensino médio. O tema escolhido para este estudo é a utilização da plataforma virtual *YouTube* como fonte de pesquisa e material de apoio extraclasse. Com o estudo em pauta foi possível avaliar se as videoaulas escolhidas pelos alunos foram bem elaboradas e se estes souberam selecionar aquelas que possuem os melhores conteúdos e efeitos audiovisuais que conduzissem ao aprendizado.

A plataforma *YouTube* foi escolhida por apresentar conteúdo direcionado a estudantes de todos os níveis de escolaridade, inclusive do Ensino Médio, por ser de livre acesso e ter grande quantidade de material disponível, oferecendo variedade de vídeos sobre os conteúdos tratados nas escolas.

Mas, afinal, estão nossos estudantes aptos a utilizarem as tecnologias? É possível aprender Eletroquímica através de um "professor virtual"? Para responder esses questionamentos, objetivamos, de forma geral, avaliar a capacidade dos alunos do terceiro ano do ensino médio do IFMG-OP quanto à escolha e ao aprendizado obtido do conteúdo de Eletroquímica, através de um "professor virtual" por meio da plataforma digital *YouTube*, de forma livre, em seus estudos extraclasse. E, em específico, o trabalho desenvolvido buscou analisar se os estudantes do ensino médio têm critérios relevantes na escolha de videoaulas, sem o auxílio do professor, como também se conseguem aprender o conteúdo assistindo as videoaulas disponibilizadas na plataforma virtual.

Metodologia

Amostra e procedimentos para a coleta de dados

A intervenção didática foi aplicada aos alunos dos terceiros anos do Ensino Médio dos Cursos Integrados de: Administração, Automação, Edificações, Metalurgia e Mineração, do IFMG-OP que, voluntariamente, aceitaram participar da pesquisa. Todos os participantes foram informados, previamente, dos objetivos da pesquisa e sobre a forma de proceder ao responder os questionários. As turmas eram compostas de 25 a 40 alunos, totalizando 281 estudantes.

A pesquisa foi dividida em duas etapas que ocorreram em um laboratório de computação do IFMG-OP; infelizmente, a realidade à cerca das escolas públicas brasileiras é bastante diferente e, em grande parte delas não há salas com número de computadores individuais suficientes para turmas inteiras.

A primeira etapa foi a aplicação de um questionário com seis questões objetivas, sem nenhum tipo de consulta, visando uma análise investigativa dos conhecimentos prévios dos estudantes envolvidos. Para garantir a ausência da influência do professor, as questões foram escolhidas de forma que os assuntos tratados ainda não tivessem sido abordados em sala de aula. Considerando que na escola-alvo a Eletroquímica é apresentada ao final da terceira série, os estudantes não tinham o conhecimento formal do tema pesquisado. O intuito foi observar se eles eram capazes de reconhecer conceitos como oxidação e redução, catodo e anodo, muito comuns ao conteúdo de Eletroquímica. Essa primeira etapa da pesquisa teve duração de 30 minutos. Foi aplicado um questionário contendo seis questões sobre o tema Eletroquímica. Duas dessas questões (1ª e 2ª) foram elaboradas pelos pesquisadores: a primeira continha cinco asserções sobre pilha, eletrólise, oxidação, redução e corrente elétrica para que fosse escolhida a afirmação incorreta:

Questão 01: Dentre as alternativas abaixo, marque a **INCORRETA**:

a) **Pilha** é qualquer dispositivo no qual uma reação de oxirredução espontânea produz corrente elétrica.
b) **Eletrólise** é uma reação não espontânea provocada pela passagem de corrente elétrica, através de uma solução.
c) **Oxidação** é o processo onde ocorre perda de elétrons. É considerado o polo negativo na pilha sendo denominado anodo.
d) **Redução** é o processo onde ocorre ganho de elétrons. É considerado o polo positivo na pilha sendo denominado catodo.
e) Na **pilha**, os elétrons migram do polo positivo (catodo) para o polo negativo (anodo).
f) Não sei responder.

A segunda questão trazia a equação eletroquímica da pilha formada por Zn(s) e $CuSO_4$(aq) e cinco afirmativas envolvendo os conceitos de oxidação, redução, potencial eletroquímico, agente redutor e agente oxidante, para que fosse escolhida a opção incorreta:

Questão 02: Observe a equação de oxirredução abaixo e assinale a alternativa **INCORRETA:**

$$Zn(s) + CuSO4(aq) \rightarrow ZnSO4(aq) + Cu(s)$$

a) O íon cobre "arranca" elétrons do $Zn_{(s)}$, causando sua oxidação.
b) O íon Zn apresenta capacidade de doar elétrons para o Cu, causando a sua redução.
c) O Zn tem menor potencial de oxidação que o Cu, pois possui maior capacidade de doar elétrons.
d) O $Zn_{(s)}$ é o agente redutor.
e) O $CuSO_{4(aq)}$ é o agente oxidante.
f) Não sei responder.

As outras quatro (3ª a 6ª), foram retiradas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): a terceira, do ENEM 2009 (questão 36 – caderno 1, primeiro dia), trata de uma pilha de óxido de prata e questiona sobre definições e termos relativos às pilhas; a quarta (ENEM 2016, questão 64 – caderno 1, primeiro dia) é respectiva às biocélulas a combustível e à associação de pilhas em série; a quinta questão, que aborda o processo de recuperação eletrolítica do cobre e cálculos envolvendo a lei de Faraday, foi retirada do ENEM 2010 (questão 74 – caderno 1, primeiro dia) e, por fim, a sexta questão (ENEM 2018, questão 93 – caderno 7, segundo dia) apresenta uma pilha pré-histórica, "a pilha de Bagdá", e questiona sobre termos relativos às partes constituintes de uma pilha.

Terminada a primeira etapa, o questionário foi recolhido e arquivado para análise dos dados. Na segunda etapa, o mesmo questionário foi aplicado, porém permitindo-se agora o uso dos computadores com acesso à plataforma *YouTube*. Os discentes foram orientados a utilizarem, exclusivamente, essa plataforma; além disso, foi pedido que os canais consultados para a resolução de cada questão fossem indicados junto a essas. O prazo para realização dessa etapa foi de 50 minutos.

A cada uma das questões, contendo cinco alternativas referentes ao tema, foi acrescida uma alternativa *f* contendo a afirmação "***não sei responder***", cuja finalidade foi evitar que o discente escolhesse uma opção por mero acaso. Todas as questões foram corrigidas e atribuiu-se um código representativo – C, E ou N – que indica, respectivamente, questão respondida corretamente (C), questão errada (E) e questão que o aluno não soube responder (N; alternativa *f*). Essa codificação foi feita em ambos os questionários, prévio e posterior ao *YouTube*. Efetuou-se inferências para cada uma das possibilidades, indicando: auxílio, nos casos em que houve acerto de questões previamente erradas ou que o aluno não soube responder; prejuízo, nos casos em que o aluno havia acertado a questão e trocou por resposta errada após consulta e indiferença, quando foi mantida resposta errada ou não saber responder, tanto antes quanto após o uso do *YouTube*. Foram feitos gráficos relativos aos percentuais de acertos e erros, antes e após a consulta às videoaulas, para cada uma das questões.

Os canais citados pelos alunos foram assistidos pelos pesquisadores, avaliando o conteúdo, sua correção e o método didático empregado pelo apresentador do canal.

Os canais citados pelos alunos foram assistidos pelos pesquisadores, avaliando o conteúdo, sua correção e o método didático empregado pelo apresentador do canal.

Resultados e Discussão

Dentre os canais da plataforma *YouTube* mencionados pelos alunos, aqueles com até 1% de citação estão apresentados na Tabela 1, com o respectivo *link* de acesso – em 10/02/2020. Além disso, o número de alunos que citou o

Tabela 1: Relação dos canais citados pelos alunos

Canal do *YouTube*	N° visitas *YouTube*	N° de citações	% citação	link
Stoodi	801.349	201	16,7	https://www.youtube.com/watch?v=nTkxw0797eE
Me Salva	975.155	146	12,1	https://www.youtube.com/watch?v=zCgOHVRVF8I
Sou Mais ENEM	28.290	131	10,9	https://www.youtube.com/watch?v=s7AriiXi8bQ
Café com Química	27.098	104	8,6	https://www.youtube.com/watch?v=n6ipVsBbUnI
Descomplica	332.791	95	7,9	https://www.youtube.com/watch?v=CJDPTOf8p3A
Tv Hexag	335.109	93	7,7	https://www.youtube.com/watch?v=R_-UorcIMGo
Marcelão da Química	174.991	89	7,4	https://www.youtube.com/watch?v=hddow8iP-cY
Prof. Gabriel Cabral	62.489	52	4,3	https://www.youtube.com/watch?v=NnA2x4YAylQ
Professor Paulo Valim	294.970	44	3,6	https://www.youtube.com/watch?v=ON0LKnWNFgI
Brasil Escola	39.022	31	2,6	https://www.youtube.com/watch?v=UNnMbrI0Z4g
Explica Bem André Pakito	29.330	17	1,4	https://www.youtube.com/watch?v=jOY7np9vpIo
Professor Júnior	652	17	1,4	https://www.youtube.com/watch?v=QBAvF68IALw
Bruno Maia Professor	130	12	1,0	https://www.youtube.com/watch?v=w0_UPyAJQ2c

respectivo canal e o número de visitas que o canal possuía nessa data são mostrados.

O total de canais citados foi 74; desses, 62 foram visitados pelos autores. Os outros doze canais foram citados erroneamente e não foram encontrados na plataforma ou o canal foi encontrado, mas não apresentava nenhuma associação com conteúdo de química/eletroquímica; há ainda a possibilidade de o canal ter sido retirado da plataforma.

Os cinco primeiros canais em número de citações correspondem a mais da metade do total (56,1 %). Como se vê na Figura 1, a partir do décimo canal o percentual cai abaixo de 2%. Fica bem nítido que grande parte dos alunos pesquisados opta por um conjunto pequeno de canais – talvez guiados pela popularidade do canal – e que um grande número de canais é citado por poucos alunos, 47 destes tem apenas 1, 2 ou três citações; fato esse que indica aleatoriedade entre a diversidade de alunos ou alguma particularidade/familiaridade com canais específicos.

Observa-se que não há linearidade entre a quantidade de citações de determinado canal nessa pesquisa e o número de visualizações do mesmo no *YouTube*. Entretanto, o número de visualizações dos 10 primeiros canais é quase 54 vezes maior que o somatório dos demais canais citados (3.071.264 contra 57.095 visualizações); de forma qualitativamente semelhante, a soma de citações dos 10 primeiros é de 986 contra 202 da soma dos demais.

Esses números podem indicar que quando um aluno realiza uma pesquisa por determinado assunto no *YouTube*, há uma tendência de assistir aos vídeos com maior número de visitas nessa plataforma, uma vez que são os que aparecem nas primeiras posições do site. Essa forma de pesquisar pode não ser a melhor, considerando que o estudante se apoia no número de visualizações para certificar-se da validade de um conteúdo. Tendo em vista que não foram indicados canais específicos para a resolução das questões, esse fato era esperado. Utilizando a codificação C, E e N foi possível comparar as diversas combinações entre acertos e erros, levando-se em conta a influência das videoaulas. As combinações estudadas são listadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Combinações entre respostas prévias e posteriores à consulta às videoaulas

Resposta prévia	Resposta posterior	Inferência
C	C	Indiferente (+): a resposta, que já era correta, foi corroborada.
C	E	Prejuízo: a videoaula levou o aluno a trocar sua resposta correta por uma errada.
C	N	Confusão: a videoaula levou o aluno a duvidar de sua resposta correta anterior, de forma que o mesmo não soube mais o que responder.
E	C	Ajuda: a resposta errada foi corrigida com o auxílio das videoaulas.
E	E	Não ajuda: a resposta, que já era errada, foi mantida errada.
E	N	Indiferente (-): a resposta errada foi substituída por uma dúvida.
N	C	Ajuda: inicialmente não sabia a resposta; após consulta, uma resposta certa foi obtida.
N	E	Não ajuda: inicialmente não sabia a resposta; após consulta, levou a uma resposta errada.
N	N	Indiferente: não soube responder independentemente da consulta à videoaula.

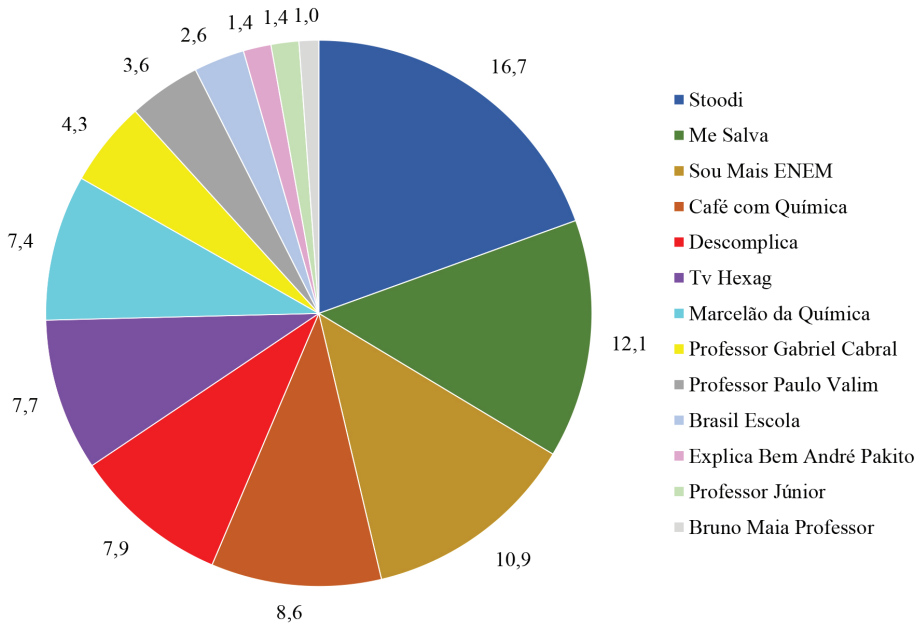

Figura 1: Percentual de citação dos canais mais utilizados pelos estudantes.

Por questões práticas de execução dessa pesquisa, os dez canais mais citados foram selecionados para uma breve análise de suas aulas de eletroquímica. Além desses, outros canais foram selecionados por terem sido assistidos por alunos que apresentaram maioria dos padrões de respostas do tipo [C-E], [E-E] e [N-E], ou seja, aqueles alunos que nada ou pouco conseguiram extrair das videoaulas. Dentre os dez primeiros canais, suas respectivas videoaulas de Eletroquímica são, de modo geral, bem apresentadas. Basicamente há um apresentador (professor) que desenvolve o conteúdo em um quadro cujo esquema já está pronto, faltando poucos complementos ou então o apresentador vai construindo seu quadro no decorrer das explicações. Alguns erros conceituais foram observados e serão descritos a seguir. A disposição do conteúdo, ilustrações, analogias e exemplos seguem os padrões dos livros didáticos de química no Brasil; entretanto os autores consideram que as aulas poderiam ter sido enriquecidas com a apresentação de montagens experimentais representativas dos processos citados. A *Pilha de Daniell*, por exemplo, pode ser facilmente construída por um professor de química, sem nenhum gasto exacerbado, ainda mais quando se trata de uma videoaula que poderá ser vista e revista infinitas vezes.

Dentre os questionários que apresentaram quatro ou mais erros (em um total de seis) após a consulta, os canais citados e o respectivo número de citações são: Stoodi, 22; Professor Paulo Valim, 7; Descomplica e Me Salva com 5 citações cada; Tv Hexag, Brasil Escola e Professor Gabriel Cabral com 4; Café com Química, 2; Ciência Maravilha, ProEnem e Química com G, 1 citação cada. As videoaulas de Eletroquímica desses canais foram assistidas procurando por fatores que possam ter contribuído para os erros dos alunos.

Foi observado que é muito comum nesses vídeos o uso de figuras de linguagens que atribuem ações e sentimentos próprios de humanos a seres inanimados - antropomorfismos – tais como: potencial *empurra* elétrons; *doido* para ganhar; placa *inchada;* potencial *mandar* metal reduzir; eletrodo *engorda;* cátion *triste;* entre outros. Talvez essa não seja a melhor forma de se abordar um assunto, considerando que existem os termos cientificamente aceitos para cada um dos antropomorfismos utilizados. Entretanto, acredita-se que a finalidade desse uso é facilitar a comunicação com o público-alvo e que o *recado* é dado, isto é, o assunto é tratado de forma razoável e o estudante compreende o que se trata.

Em algumas dessas aulas o professor se apresenta com o quadro já pronto ao fundo, escrito, com todo o conteúdo que o mesmo trata durante a aula. A falta de dinâmica didática – entendida aqui como um conjunto de ações comuns aos professores, relacionadas à fala, escrita, gestos, detalhando movimentos representativos dos íons, por exemplo - prejudica aquele aluno que tenha um estilo de aprendizagem sequenciado e não global. Para esses, o tema todo exposto pode causar confusão e dificultar o acompanhamento do raciocínio com o professor. O ponto positivo é que, na maioria dos casos que apresenta o quadro pronto, a escrita e os desenhos são legíveis e bem feitos. Fato que não ocorre nas videoaulas em que o professor escreve durante as explicações: letras pouco legíveis, disposição mal diagramada das palavras, símbolos sobre figuras mal posicionados, desenhos mal feitos. Por exemplo: em um dos canais a ponte salina é desenhada da mesma forma que o fio metálico que une os eletrodos; em outro, os íons da solução eletrolítica parecem se originar na ponte salina.

Foi observado que é muito comum nesses vídeos o uso de figuras de linguagens que atribuem ações e sentimentos próprios de humanos a seres inanimados - antropomorfismos – tais como: potencial *empurra* elétrons; *doido* para ganhar; placa *inchada*; potencial *mandar* metal reduzir; eletrodo *engorda*; cátion *triste*; entre outros.

Além das observações citadas, o que consideramos como de maior importância em relação ao prejuízo causado aos alunos, são conceitos científicos tratados de uma maneira coloquial; essa abordagem é, a nosso ver, válida para um primeiro momento. Ademais, recomenda-se que posteriormente os termos e notações formais sejam citados. Abordagens não formais apareceram em todas as videoaulas citadas pelos dezesseis questionários com maior número de questões erradas. Entre elas, destacam-se:

- Objetivando salientar que os cátions e ânions da ponte salina migram para semicélulas opostas, o professor usa o recurso de segmentação da informação. Assim, acaba por dizer que *as soluções das semicélulas ficam mais positivas e mais negativas sem a atuação da ponte salina.* O que ocorre são fluxos de elétrons através dos eletrodos e fios metálicos simultaneamente ao movimento de íons pelas soluções e pela ponte salina que conecta as semicélulas. Dessa forma as soluções se mantêm eletricamente neutras (Brown *et al.*, 2005);
- Para promover uma primeira compreensão do tema, o professor utiliza-se de um recurso muito válido, o da generalização, informando que *metais se oxidam e ametais se reduzem* [entretanto é importante, em um outro momento, explicar que tanto metais quanto ametais podem se oxidar e reduzir (Brown *et al.*, 2005)];
- Observou-se que foi utilizado o termo *ígneo* como sendo *seco*; porém o apresentador se referia à eletrólise ígnea em contraposição à aquosa, o que, didaticamente, faz sentido; vale ressaltar que *ígneo* se refere a fogo, no caso específico, ao calor para fundir uma substância, como nas eletrólises ígneas; (Brown *et al.*, 2005);
- Para facilitar a assimilação de tantos termos e notações, o professor faz jus ao uso de referências não científicas, tais como explicar que potencial padrão (E°) é *o potencial que tem uma bolinha* [em um momento posterior é importante explicar que o "zero" sobrescrito ao "E" indica condições padrões pré-estabelecidas como 25 °C, 1 atm, 1 mol/L (Brown *et al.*, 2005)];

- Um pequeno descuido, que é bastante comum entre professores de química do ensino médio, também foi percebido: não distinção no uso dos termos *NOx e carga* [uma vez que NOx se refere à carga parcial em uma ligação, e "carga" é a carga real de um íon (Brown *et al.*, 2005)];
- A fim de utilizar termos mais corriqueiros, que são entendidos por um público maior, afirma-se que *oxidação é sinônimo de corrosão* [entretanto não ocorre corrosão com toda espécie que se oxida, apenas com alguns metais (Brown *et al.*, 2005)];
- A IUPAC estabelece que o potencial de uma célula galvânica é dado pela diferença entre os potenciais de redução do catodo e do anodo. Ao comentar uma questão, o professor instintivamente explica que *o potencial da pilha é igual à subtração do potencial maior pelo menor* [sem explicitar que devem ser potenciais do mesmo tipo, de redução (Brown *et al.*, 2005)];
- Em uma explicação sobre a pilha de Daniell, o professor corretamente apaga de seu desenho uma parte do anodo, ilustrando a corrosão do zinco. Em seguida, afirma que *quando um metal se oxida ele deixa de existir* [referindo-se unicamente a corrosão, sem comentar dos casos em que ocorre passivação que acaba por proteger o metal, impedindo sua corrosão - por exemplo, o óxido de alumínio que se forma espontaneamente sobre superfícies metálicas de alumínio (Brown *et al.*, 2005)];
- Para explicar sobre os diversos tamanhos de pilhas comerciais (AA, AAA, D...) de mesmo tipo, o professor afirma que *aumentar a quantidade dos reagentes não altera a ddp*, mostrando que todos os tamanhos de pilha são de 1,5 V [entretanto, é interessante destacar que os reagentes das pilhas mostradas são os mesmos e nas mesmas concentrações, pois se houver variação na concentração do reagente, a ddp se altera (Brown *et al.*, 2005)];
- Com o intuito de apresentar rapidamente o que é a Eletroquímica, para aqueles estudantes que acham importante ter uma visão global do tema, o professor afirma que *eletroquímica é a transformação de uma reação química em energia elétrica* [contudo, após ter "quebrado o gelo" faz-se necessário dizer que a Eletroquímica é uma seção em que se estudam as reações químicas nas quais o potencial químico é transformado em potencial elétrico (Brown *et al.*, 2005)].

Tendo analisado esses pontos, seguiu-se a avaliação dos questionários em relação aos percentuais de erros e acertos. Essa avaliação será descrita nas seções seguintes, considerando os casos "previamente à consulta ao *YouTube*" e "posteriormente à consulta ao *YouTube*".

Avaliação anteriormente às *consultas*

A análise das respostas obtidas antes da consulta às videoaulas é apresentada nos gráficos da Figura 2. Para cada questão foram contabilizados os acertos, os erros e as opções "não sei responder".

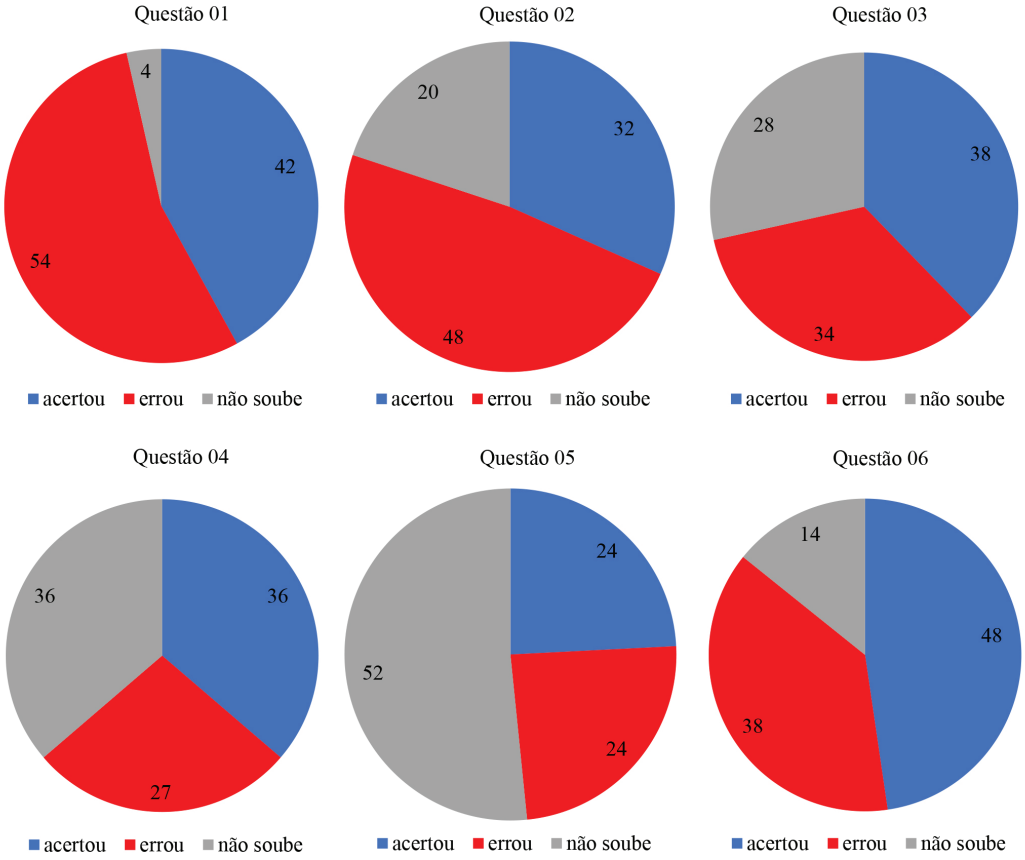

Figura 2: Percentuais de alunos que acertaram, erraram ou não souberam responder, para cada uma das questões propostas.

Observa-se que as questões 1 e 2 foram as que apresentaram maior percentual de respostas erradas, com cerca de 50% dos alunos (54% e 48%, respectivamente) marcando alternativas incorretas, além dos 4% e 20% de alunos que não souberam responder às mesmas questões. As questões 3 e 4 apresentaram mais acertos que erros, entretanto os percentuais são menores que 50% (38% e 36%, respectivamente); nessas questões, o percentual de "não sei responder" é relativamente alto, o que pode indicar certa maturidade do aluno em reconhecer uma dúvida sobre a resolução da questão. A análise das respostas à questão 5 mostra bem esse aspecto, visto que 52% dos alunos reconheceram não saber a resolução. Entendemos que isso não deve ter ocorrido nas duas primeiras questões por serem consideradas duas questões conceituais fáceis. Assim, o aluno reconhece como uma questão simples e que não gera dúvidas, marcando uma alternativa que mais lhe parece ser a correta, sem muitos critérios para a escolha. De maneira análoga, a questão 5 é a única que envolve cálculos e, por algo que é senso comum entre estudantes dessa faixa etária – "se tem cálculo é uma questão difícil" – foi a que menos se arriscaram antes de consultar uma videoaula.

Outra observação é que apenas quatro alunos erraram todas as questões, e em contrapartida, apenas seis acertaram todas; um aluno respondeu que não sabia todas as questões.

Avaliação posteriormente às *consultas*

Após as consultas às videoaulas esperava-se um aumento no percentual de questões corretas e consecutiva diminuição nos percentuais de erros e de alternativas "não sei responder". A Figura 3 apresenta os gráficos relativos para cada uma das questões.

Excetuando-se a questão 2, nota-se o aumento no percentual de acerto das demais questões, com índices acima de 70%. Especialmente nas questões 4 e 5, o índice de 85% de acerto contra 9% de erros, evidencia que as videoaulas provocaram melhoria nas respostas, indicando capacidade do aluno em aprender com o uso da plataforma. Entretanto, as questões de número 3 a 6 foram retiradas de provas do ENEM. Observando os dez canais do *YouTube* mais citados pelos alunos foi possível perceber que, muitas vezes, as videoaulas são específicas sobre a resolução de alguma questão do ENEM, o que – ao invés de ensinar o aluno em pesquisa – pode ter apenas mostrado a resolução e indicado a resposta correta. Outro ponto em que se apoia essa observação é o fato de que as questões de número 1 e 2 não serem de provas de exames, mas sim elaboradas pelos professores pesquisadores. Desse modo, não há na plataforma *YouTube* nenhum vídeo com a resolução direta das questões citadas. Talvez essas duas sejam as melhores questões para responder à dúvida dos autores: "os alunos são capazes de aprender com as videoaulas?".

Considerando a questão 1, que é a mais simples do questionário, a resposta é "sim", pois o percentual de acertos aumenta consideravelmente, de 42% para 73% e, em

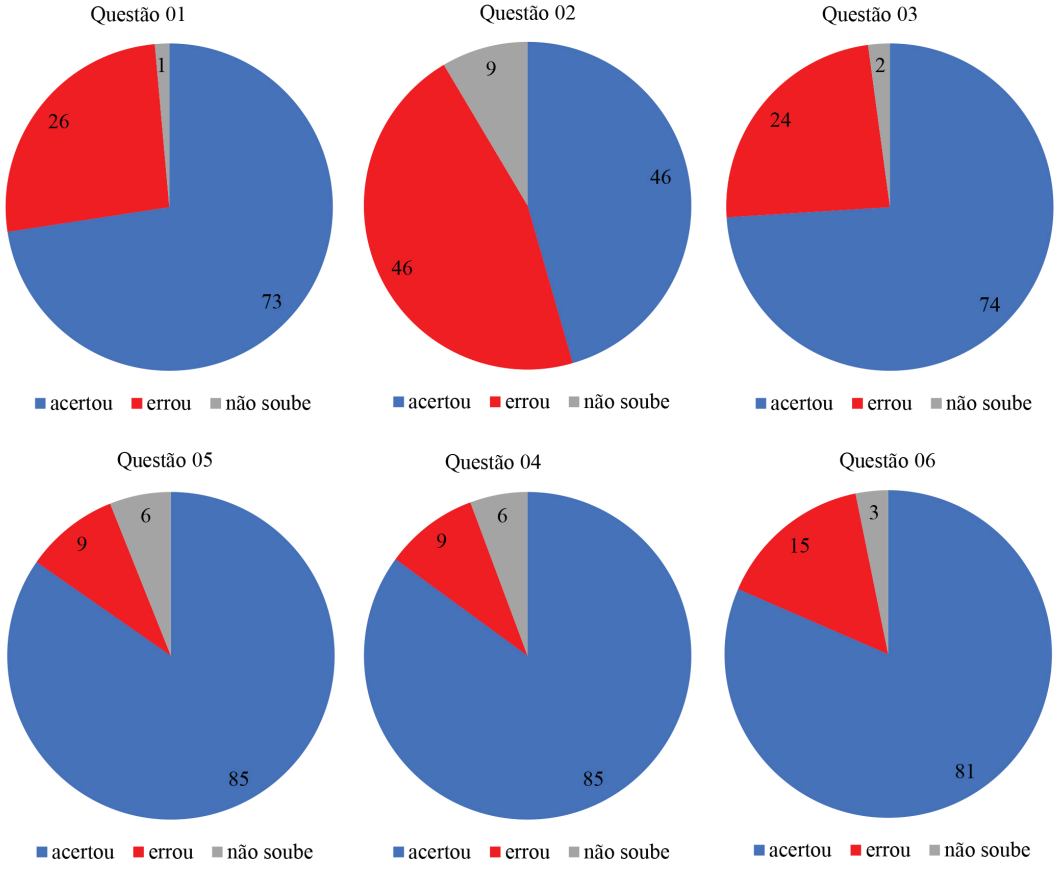

Figura 3: Percentuais de alunos que acertaram, erraram ou não souberam responder, para cada uma das questões propostas, após consulta às videoaulas.

Tabela 3: Quantitativos obtidos por questão e totais

Questão	ajudou	prejudicou	não ajudou	confundiu	indiferente +	indiferente –	indiferente N
1	100	13	60	1	104	1	2
2	71	26	103	6	57	9	9
3	114	10	57	2	94	4	0
4	145	3	23	5	94	2	9
5	172	0	26	2	66	2	13
6	112	16	27	1	117	6	2
totais	714	68	296	17	532	24	35
%	42,3	4,0	17,6	1,0	31,6	1,4	2,1

decorrência, os erros decrescem de 54% para 26%; alunos que não sabiam responder diminuem de 4% para 1%.

A questão 2 – que é um pouco mais elaborada que a primeira, isto é, exige um pouco mais de raciocínio e conhecimento – não mostra perfil parecido; apesar de o percentual de acertos ter se elevado de 32% para 46%, o decréscimo nos erros foi de apenas 2%. O ganho de acertos se deu por aqueles pontos que eram antes contados como alunos que não sabiam a resolução. Nessa questão, após consulta ao *YouTube*, o percentual de acertos e erros é igual; o que nos leva a acreditar que os alunos não souberam tirar proveito do mesmo.

Considera-se que o tempo para resolução do questionário foi suficiente, uma vez que todos os alunos entregaram antes de finalizar o prazo estipulado. Para os autores, não é inequívoco que o uso das videoaulas interfira sempre de forma positiva sobre o aprendizado.

Levando-se em conta o fato de que, para as duas primeiras questões, é pouco provável de se encontrar respostas prontas em uma videoaula, estas foram escolhidas para se analisar a capacidade do aluno de aprender com a plataforma virtual. Para isso, foram somados os números de ajudas e prejuízos obtidos nos conjuntos das questões 1 e 2; fez-se o mesmo com o conjunto das questões 3 a 6 para comparação.

O total de ajuda para o primeiro conjunto é de 171 (100 da questão número 1 e 71 da questão número 2), o que corresponde a apenas 24% (12% por questão) contra 76% para as demais (19% por questão). Já o total de prejuízo é de 57% para as duas primeiras (28,5% por questão) contra 43% para as outras 4 (11% por questão). Esses números reforçam que os estudantes que participaram da pesquisa não foram capazes de aprender conceitos fundamentais da Eletroquímica utilizando-se exclusivamente da plataforma *YouTube*, sem indicação de videoaulas pelo professor.

Para se ter uma visão geral dos resultados, na Tabela 3, são mostrados os quantitativos obtidos, em cada questão, para as inferências criadas pelos autores. Combinações do tipo [E-C] e [N-C] foram agrupadas por se tratar de um efeito semelhante sobre o aluno; independentemente de não saber ou "saber errado", a videoaula consultada levou ao acerto da questão, o que se considera uma ajuda. Também foram agrupadas as combinações [E-E] e [N-E], visto que em ambas o aluno foi levado a uma resolução errada.

Simplificando a análise em apenas dois quesitos, sendo eles: 1) o aluno apresentou a resposta correta e 2) o aluno não apresentou a resposta correta, tem-se 73,9% (soma de "ajudou" e "indiferente+") para o primeiro caso e 26,1% para o segundo (soma das demais inferências). Em outros termos, aproximadamente ¾ dos estudantes conseguiram encontrar a resposta correta e ¼ deles, não. Entendeu-se que o percentual de acertos é baixo, visto que há grande disponibilidade de conteúdo com informações corretas dentre os diversos canais utilizados pelos estudantes.

Considera-se que o tempo para resolução do questionário foi suficiente, uma vez que todos os alunos entregaram antes de finalizar o prazo estipulado. Para os autores, não é inequívoco que o uso das videoaulas interfira sempre de forma positiva sobre o aprendizado. Além da capacidade individual do aluno em buscar o conhecimento, recomenda-se que os professores indiquem alguns canais que contenham o conteúdo exposto de forma a levar à construção do conhecimento de maneira correta.

Conclusão

As diversas turmas participantes da pesquisa consultaram uma variedade de 62 canais do *Youtube.* Destes, 5 foram citados majoritariamente por 56% dos estudantes. Diante do exposto e da metodologia de trabalho aplicada consideramos que os alunos envolvidos na pesquisa se utilizam, majoritariamente, da ordem de aparecimento dos canais na plataforma *YouTube*; isto é, não apresentaram um critério específico relativo à qualidade das videoaulas. Entre essas foram encontrados erros conceituais, utilização de terminologia incorreta e fraca utilização de recursos didáticos como animações gráficas e experimentos práticos comentados.

A capacidade de aprender com a videoaula foi melhor avaliada observando-se os perfis apresentados nas resoluções das questões 1 e 2 – para as quais não se encontram respostas prontas no *YouTube*. Foi possível perceber que o aumento de respostas corretas após consultas à plataforma foi baixo, evidenciando que durante a pesquisa os estudantes

não aprenderam suficientemente com a utilização desse recurso. Associadamente, grande parte dos canais mais citados apresentam os erros conceituais expostos, que dificultam o aprendizado correto.

Nas demais questões (de 3 a 6), houve melhora mais significativa das respostas, entretanto, por serem questões de exames nacionais, diversos canais apresentam as resoluções das mesmas; nestes casos, não se pode verificar se houve ganho real de aprendizado por parte do aluno, pois o mesmo apenas descobre qual é a resposta correta.

Considera-se que a capacidade de aprendizado pelo *YouTube*, nos termos desta pesquisa, é relativamente insuficiente. Os autores aconselham aos professores que consultem as videoaulas a serem indicadas, pesquisem juntamente com os alunos apontando pontos positivos e negativos de alguns canais e que também construam videoaulas com correção didática e utilização dos variados recursos disponíveis atualmente.

Zilma Schimith Ferraz Filha (zilma.ferraz@ifmg.edu.br), doutora e mestre em Ciências Farmacêuticas pela UFOP-MG, bacharel em Análises Clínicas (Farmácia) pelaUFOP, é professora do quadro efetivo do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto. Ouro Preto, MG – BR. **Rogério de Oliveira** (rogerio.oliveira@ifmg.edu.br), doutor em Físico-Química pela UNIFAL-MG, mestre em Físico-Química e bacharel em Química pela UFMG, é professor do quadro efetivo do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Ouro Preto. Ouro Preto, MG – BR. **Venilson Luciano Benigno Fonseca** (venilson.luciano@ifmg.edu.br), doutor e mestre em Geografia Humana pela UFMG, licenciado em Geografia pela UFMG, é professor do quadro efetivo do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto. Ouro Preto, MG – BR.

Referências

ALMEIDA, L. T. G.; AYALA, J. D. e QUADROS, A. L. As videoaulas em foco: que contribuições podem oferecer para a aprendizagem de ligações químicas de estudantes da educação básica? *Química Nova na Escola*, v. 40, n.4, p. 287-296, 2018.

ALMEIDA, T. A.; CASTRO, C. F. e CAVALCANTI, E. L. D. A influência da linguagem audiovisual no ensino e na aprendizagem em aulas de química. *Revista Tecnologias na Educação,* v. 6 (11), p. 1-17, 2014.

ARROIO, A. e GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, v. 24, p. 8-11, 2006.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. e BURSTEN, B. E. *Química:* A Ciência Central. 9a. Edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CALLEGARIO, L. J. e BORGES, M. N. Aplicação do vídeo "Química na Cozinha" na sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 21 a 24 de julho de 2010. *Caderno de resumos.* Brasília: 2010.

DAITX, A. C.; LOGUERCIO, R. Q. e STRACK, R. Evasão e retenção escolar no curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da UFRGS. *Investigações em Ensino de Ciências,* v. 21, n.2, p. 153-178, 2016.

FIDELIS, J. P. S. e GIBIN, G. B. Contextualização como estratégia didática em videoaulas de química. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 3, p. 716-722, 2016.

GOMES, L. F. Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. *Travessias*, ed. 4. Educação, cultura, linguagem e arte, v. 2, n. 3, 2008.

MOREIRA, G.; GOMES, J. P. e SCHEIBLER, J. R. A evasão escolar nas aulas de química na concepção de professores. *II Congresso Internacional de Educação Inclusiva.* Campina Grande – PB, 2016.

RIBEIRO, C. M. R.; VALVERDE, A. L.; RIBEIRO, M. M. J.; SOUZA, T. S. G.; FAGUNDES, T. S. F.; BITTENCOURT, L. B.; DUTRA, K. D. B. e EPIFANIO, R. A. A videoaula, cromatografia em camada delgada, e a motivação da aprendizagem nas disciplinas experimentais de química orgânica dos cursos de química, Engenharia Química e Farmácia da UFF. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 3, p. 1030-1055, 2015.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-colaborativo-interativa: inter-relações e experimentação investigativa. *Química Nova na Escola*, v. 40, n.4, p. 258-266, 2018.

SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; BENEDITTI FILHO, E. e FIORUCCI, A. R. A Utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. *Química Nova na Escola*, v. 34, n.4, p. 189-200, 2012.

TORQUATO, R. A. Linguagem audiovisual e formação de professores: um diálogo possível. *Cadernos da Escola de Comunicação UNIBRASIL,* v. 1, p. 72-85, 2003.

YAMAGUCHI, K. K. L. e SILVA, J. S. Avaliação das causas de retenção em química geral na Universidade Federal do Amazonas. *Química Nova,* v. 42, n.3, p. 346-354, 2019.

Para saber mais

Programa de Inovação Educação Conectada do MEC. Tem o objetivo de apoiar a universalização do acesso à internet de alta velocidade, por via terrestre e satelital, e fomentar o uso de tecnologia digital na Educação Básica. http://educacaoconectada.mec.gov.br/

Como criar um canal educativo no Youtube. http://creatoracademy.youtube.com/page/lesson/edu-channel-start?hl=pt-BR.

Univesp – Universidade Virtual do Estado de São Paulo. Aulas de eletroquímica. http://www.youtube.com/user/univesptv/search?query=eletroquimica.

Abstract: *Electrochemistry teaching: analysis and evaluation of third year high school students' learning from YouTube video lectures: a case study in IFMG - Campus Ouro Preto.* The world wide web access is a reality. A smartphone and a wi-fi conexion are the keys for students having access to an infinity of information. Among them, the YouTube platform, specifically for audiovisual contents; however, there is almost no control or rules for what is posted there. This paper aims to evaluate the choices of third year high school students in search of video lectures to learn electrochemistry. When it comes to teaching-learning relationships, it was observed both poor and high quality videos. Whit our results, we find that the students' choice for a *YouTube* channel, in most cases, was linked to highlighted ones and no other criteria were observed. Conceptual errors were found in those video lectures. Beside this, the learn ability with "virtual teachers", in this work, was relatively poor.
Keywords: chemistry learning, lecture videos, electrochemistry.