



AÇÕES E LINGUAGENS CONSTITUEM A EXPERIMENTAÇÃO EM UMA COMUNIDADE DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

ACTIONS AND LANGUAGES CONSTITUTE EXPERIMENTATION IN A COMMUNITY OF SCIENCE TEACHERS

ACCIONES Y LENGUAS CONSTITUYEN EXPERIMENTACIÓN EN UNA COMUNIDAD DE PROFESORES DE CIENCIAS

Willian Rubira da Silva¹
Valmir Heckler²

RESUMO: O estudo apresenta compreensões emergentes em uma pesquisa pautada no questionamento sobre o que é isso que se mostra de uma comunidade de professores de Ciências que transforma suas dúvidas, ideias e experiências em objetos aperfeiçoáveis. Abrange a constituição do campo empírico de forma coletiva e colaborativa em uma disciplina da Pós-Graduação em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande – FURG. As informações coletadas foram auto organizadas com o auxílio da Análise Textual Discursiva (ATD) em que emergiram três categorias. Neste estudo apresentamos o metatexto referente a segunda categoria emergente: Ações e linguagens na comunidade constituem a experimentação. Compreendemos que os professores membros desta disciplina se organizaram na perspectiva de comunidade de indagação online, que avança em sua constituição e ações ao compartilhar as experiências, ouvir o outro e indagar. A comunidade se utiliza com frequência de recursos visuais, como vídeos, gráficos, tabelas e fotos que emergem como diferentes linguagens da experimentação. Os modelos explicativos se transformam a partir do diálogo na comunidade e com as ações individuais e coletivas dos membros ao desenvolverem múltiplas atividades interconexas ao longo da disciplina.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria da Atividade; Linguagens; Pesquisa-formação; Experimentação em Ciências; Análise Textual Discursiva.

Submetido em: 05/09/2018 – **Aceito em:** 16/11/2018 – **Publicado em:** 26/01/2019

¹ Formado em Licenciatura em Física pela FURG, Mestre em Educação em Ciências e atual doutorando do mesmo programa, ambos na FURG.

² Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG



INTRODUÇÃO

Assumimos no estudo o contexto da cibercultura em que os avanços das ferramentas computacionais articulados aos recursos tecnológicos possibilitam significativas implicações nas interações sociais, no ensino, na aprendizagem e na pesquisa. Significamos, em uma abordagem sociocultural, que “[...] toda a atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas”. Nesse sentido, o desenvolvimento dos sujeitos está associado à “[...] apropriação das ferramentas (materiais e simbólicas) do nicho cultural nos quais esses sujeitos estão imersos, e a partir dos quais se apropriam e reconstróem ao estarem em atividade” (WELLS, 1998, p.112).

Ao aproximarmos a experimentação em Ciências deste contexto, geralmente relacionada ao experimento controlado e a linguagem científica, significamos esta última como a linguagem especializada e/ou comum utilizadas de maneira especializada nos discursos de comunidades científicas (LEMKE 1998). Assumimos que a experimentação em Ciências, na perspectiva da semiótica social, inclui palavras, imagens, tabelas, diagramas, gráficos, equações, símbolos, gestos ou qualquer outro signo.

Apresentamos no artigo um recorte de uma pesquisa de mestrado (XXXXX, XXX). Caracterizamos o estudo como pesquisa-ação prático-colaborativa (FRANCO; LISITA, 2008), no campo qualitativo com base fenomenológica hermenêutica (BICUDO, 2011), em que as informações são analisados pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2011). O propósito central do estudo está em compreender o que é isso que se mostra de uma comunidade de professores de Ciências que transformam suas dúvidas, ideias e experiências em objetos aperfeiçoáveis.

METODOLOGIA

Desenvolvemos o estudo pautados na pesquisa-formação, em contexto educativo *online* com a constituição do campo empírico em um coletivo de professores e análise das informações coletadas com a ATD. A pesquisa-formação quando pensada no contexto de professores, é uma epistemologia de pesquisa e prática (pesquisa-ação). Significamos essa uma forma de construir conhecimento interligado a própria constituição do caminho metodológico de nossas pesquisas na/sobre a formação de formadores de professores (PIMENTA; FRANCO, 2008).



A pesquisa-ação é reconhecida no ramo das pesquisas qualitativas por Pimenta (2005). A autora propõe a pesquisa-ação quando o intuito é pesquisar com os profissionais nos contextos escolares e não sobre eles. Nesse contexto, Santos (2005) expressa que na pesquisa-formação, a pesquisa não é um espaço para se olhar o fenômeno do lado de fora, mas sim um espaço de formação e auto formação onde riscos e incertezas estão presentes ao pesquisador-pesquisado sem invalidá-la.

Registramos dois motivos para o professor ser investigador de sua própria prática (WELLS, 2001). O primeiro é servir de modelo, apresentando uma postura de indagação no qual esperamos que os alunos tenham. O segundo remete a singularidade de cada sala de aula e cada processo de aprendizagem. Nesse sentido, o estudo sistemático da própria prática, conduzida de maneira reflexiva, constitui um aprendizado sobre aquela situação específica, o que pode aperfeiçoar tanto o conhecimento pedagógico do professor quanto a sua prática.

A construção do campo de investigação (campo empírico) aconteceu de maneira prático-colaborativa dentro da disciplina de Indagação *Online* na Experimentação em Ciências (IOEC) ofertada pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, durante o segundo semestre de 2015. A disciplina teve como propósito central organizar uma comunidade de professores. Esta, constituída por dois docentes e cinco pós-graduandos, todos assumidos como professores em processo formativo, em uma perspectiva da indagação online na experimentação em Ciências (HECKLER, 2014).

A disciplina foi estruturada entorno de nove encontros presenciais aliados a diversos momentos de interação assíncronos apoiados pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, uso de e-mail, Google Documentos e hangouts. Os primeiros três encontros foram utilizados para o grupo dialogar/compreender aspectos da cibercultura, da indagação online e da experimentação em Ciências – temas esses assumidos como centrais na proposição da disciplina.

No terceiro encontro foi decidido no coletivo que cada professor, ou grupo de professores, seria responsável por apresentar e conduzir uma proposta de experimentação no contexto da indagação *online* (HECKLER, 2014). Assim, 5 propostas foram praticadas:

- O que é ser cientista e o paraquedista (encontro 4);



- Experimento da gota d'água no óleo (encontro 5);
- Tensão superficial (encontro 6);
- Para além do leite psicodélico (encontro 7);
- Formas, tamanhos, volumes e capacidades (lixeiras) (encontro 8);
- Uma aula divertida (amoeba) (encontro 9).

Optamos por analisar a proposta da experimentação com a lixeira, realizada no oitavo encontro presencial do grupo. A atividade em questão foi escolhida por sua característica única dentro da disciplina. Essa atividade nasce dentro da comunidade, emerge das dúvidas e inquietações individuais geradas pelas questões da comunidade e do acolhimento dessas indagações pelos outros membros. A inquietação “é possível desenvolver experimentação em Matemática?” deu origem ao oitavo encontro. Neste sentido, a comunidade se mobiliza para debater/desenvolver atividades teórico-práticas na busca de respostas conjuntas a referida pergunta.

Na atividade escolhida, diversos recursos digitais como o Google Documentos, Geogebra, Excel e fotografia, assim como os não digitais como régua, cartolina, tesoura e cola, foram utilizados. Neste contexto, somos desafiados expressar compreensões sobre o que é isso que se mostra da pesquisa-formação em uma comunidade de indagação *online* de professores de Ciências.

A ATD de Moraes e Galiazzi (2011) possibilitou desenvolver o corpus de análise através de uma interpretação de natureza qualitativa ao construirmos Unidades de Significado em torno do campo empírico e com interlocuções teóricas. Compreendemos essas Unidades de Significado como “[...] passagens significativas do texto que respondem às perguntas a ele dirigidas, para assim, proceder-se com a análise hermenêutica, como um enxerto ao procedimento fenomenológico” (BICUDO, 2011).

Exemplificamos a auto-organização do processo de análise pela ATD no Quadro 1, utilizando um recorte com seis Unidades de Significado.

Quadro 1 - Recorte das Unidades de Significado e codificações da planilha

Processo de ATD sobre aspectos teórico-práticos da metodologia de pesquisa

qualitativa				
Código da unidade	Unidades de significado	Palavras-chave	Título	Código da categoria inicial
1CWR1	"As disciplinas do programa (PPGEC) não podem ser a distância e nem semi-presencial." Contudo, a disciplina tem como proposta envolver os participantes em momentos assíncronos e semi-presenciais	Disciplinas PPGEC, a Distância, Semi-presencial	Disciplina do programa buscando ampliar a pós-graduação para além do regime presencial	6
1CWR1 T	Art. 3º Os cursos de pós-graduação stricto sensu a distância serão oferecidos exclusivamente por instituições credenciadas para tal fim pela União, conforme o disposto no § 1º do artigo 80 da Lei n.º 9.394, de 1996, obedecendo às mesmas exigências de autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento estabelecidas por esta Resolução.	Resolução n.º 1, de 3 de abril de 2001. Estabelece normas para o funcionamento de cursos de pósgraduação.	A resolução do mec prevê a possibilidade de pós-graduação EAD.	6
1CWR1 T2	Ao procurar por pós-graduação stritu-sensu a distância no Brasil encontramos, reconhecidos pela CAPES, apenas os mestrados profissionais semi-presenciais da família PRO (ProFIS, ProfMat...)		Apesar de permitido pelo MEC, não são oferecidos mestrados EAD no Brasil	6
1CWR2	A discussão, no grupo ceamecim, sobre licenciatura em ciências à distância ofertado pela furg, foi o ponto de partida para a pergunta "como realizar experimentação em ciências de maneira não-presencial?"	Licenciatura a distância, experimentação, não-presencial	Como fazer experimentação em uma licenciatura em ciências a distância?	6
1CWR2 T	O grupo não se restringe a estudar aspectos teórico-práticos da experimentação a distância, mas incentiva propostas de experimentação <i>online</i> , que <i>perpassam diversos tempos e espaços</i>		A proposta do grupo é estudar a experimentação perpassando diversos espaços e tempos	4

Fonte: autoria própria (2018).

Avançamos para a construção das categorias intermediárias. Este processo busca extrair a característica central dos títulos das unidades para aproximá-los nas categorias. Comunicamos no Quadro 2 as referidas categorias emergentes e sua codificação.



Quadro 2 - Categorias emergentes e suas codificações

Código	Categoria Inicial
1	A indagação é uma ferramenta para avançar tanto na experimentação quanto em outras questões do grupo
2	Os professores se utilizam de diversas dinâmicas para realizar a experimentação
3	A comunidade se utiliza de diversas linguagens em torno da experimentação
4	A comunidade assume ações e posturas
5	Processos de aprendizagem são pensados em conjunto com a experimentação
6	O <i>online</i> facilita e estrutura as ações
7	A comunidade trata a experimentação como um objeto aperfeiçoável

Fonte: autoria própria (2018).

A seguir, partindo das descrições-síntese das sete categorias intermediárias, construímos três categorias finais. Essas categorias emergem na ATD como um processo da produção de metatexto em conjunto com a unitarização e a categorização. Assumimos ser esse um mergulho hermenêutico no estabelecimento de diferentes sentidos e significados para as informações presentes no campo empírico produzido coletivamente da disciplina. As categorias emergentes são apresentadas no Quadro 3, com seus títulos e sua codificação.

Quadro 3 - Título das categorias finais e sua codificação

Código da C. F.	Título da categoria final
57	A comunidade debate/prática experimentação investigativa
23	As ações e linguagens da comunidade constituem a experimentação
146	Ferramentas e princípios da comunidade possibilitam/estruturam a atividade

Fonte: autoria própria (2018).

A partir das categorias finais, registramos a escrita do metatexto, este compreendido como a escrita que emerge do processo auto-organizado da ATD (MORAIS; GALIAZZI, 2011). Apresentamos neste estudo o metatexto referente a segunda categoria: As ações e linguagens da comunidade constituem a experimentação.



ACÇÕES E LINGUAGENS NA COMUNIDADE CONSTITUEM A EXPERIMENTAÇÃO

Registramos que, na comunidade de professores formada na disciplina IOEC, a experimentação não é uma única atividade fechada e objetiva. Essa é definida e realizada a partir das diversas linguagens e ações assumidas e compartilhadas pelos membros na disciplina. Assim a comunidade, que busca se assumir em uma perspectiva online, só pode ser compreendida ao olhar tanto as diferentes linguagens construídas quanto as ações e inter-relações que estruturam as práticas desenvolvidas.

Inicialmente registramos a diferenciação entre ações e linguagens desta comunidade em torno da experimentação. Por exemplo, em um momento anterior ao oitavo encontro, quando os colegas Valmir e Daner solicitam: “Registre neste documento as fotos das diferentes lixeiras. As fotos serão parte do material a ser utilizado na aula da quinta-feira (05/11)”. Compreendemos que a comunidade tem como ação fazer o registro, este que está relacionado com um tipo de linguagem fotográfica.

Compreendemos linguagem, a partir de Santaella (1990), como os signos, aquilo que porta informação. Enquanto a linguística tem sua centralidade no estudo das linguagens verbais, escritas ou orais, a semiótica se preocupa com todos os tipos de linguagem, que vão incluir formas, movimento, interações, cores, sons, odores ou qualquer potencial portador de informação. Lemke (1998) define a semiótica como um campo de estudo sobre como criar significado usando recursos culturais de um sistema de palavras, imagens, símbolos e ações. Neste sentido, as fotos, tabelas, gráficos, representações computacionais gráficas, vídeos e materiais concretos são compreendidos como linguagem dentro da comunidade de professores da disciplina.

A ação, em uma perspectiva da teoria da atividade, é registrada a partir de Duarte (2002) como a unidade de uma atividade. Compreendemos que, em nosso momento social e cultural, a estrutura da atividade é diferenciada no coletivo e mediatizada. A divisão do trabalho, processo em que os membros de uma certa comunidade ficam responsáveis apenas por uma ação em uma atividade rompe a relação imediata entre a satisfação de uma necessidade e a ação sobre aquele objeto. Segundo o autor, uma ação individual que faz parte de uma atividade coletiva pode até mesmo aparentar não manter relação com o motivo dessa atividade, se não forem levadas em conta as relações entre essa ação individual e o conjunto das ações que constituem a atividade coletiva.



A partir de Engeström (1999) entendemos a atividade como uma ação coletiva e sistêmica, colocando no foco de análise a comunidade, as regras e a divisão de trabalho junto com suas interações recíprocas. Dessas relações surgem sistemas que produzem eventos e ações, e estas evoluem ao longo do tempo. O referido autor acredita que, neste sistema de atividades, as ações são caracterizadas pela surpresa e pela interpretação, gerando conflitos que possibilitam um movimento de negociação, sendo estes que tornam as ações potencialmente transformadores.

Outro exemplo é quando o membro da comunidade Willian relata que assumiu o desafio de derrubar o modelo matemático, debatido e aceito pela comunidade formada na disciplina que define a razão da capacidade volumétrica pelo gasto de material da lixeira, em um período posterior ao oitavo encontro e de maneira independente do resto do grupo. Ele realizou a modelagem com relação a lixeira utilizando a ferramenta Excel, testando suas previsões iniciais. Nesta ação que gera conflito e negociação, a linguagem utilizada foi a matemática-científica, apoiada nas tabelas e gráficos construídas no software. Contudo, o que possibilitou a emergência da linguagem utilizada foi a ação deste membro de aperfeiçoar os modelos da comunidade ao realizar a modelagem, ação essa estruturada na própria linguagem. As ações possibilitam o uso da linguagem ao mesmo tempo em que só são possíveis pelo uso da mesma.

Compreendemos, a partir de Engeström (2006) que o sistema de atividade é uma ferramenta funcional para analisar indivíduos e grupos. O sistema de atividade é uma ideia associada à terceira geração da teoria da atividade. Segundo o autor, uma teoria sociocultural em constante desenvolvimento que relaciona a comunidade, o indivíduo, as ferramentas e o objeto. Assumimos suas definições e terminologias para compreender as ações dentro da comunidade em análise neste estudo, conforme princípios registrados em síntese no quadro 4.



Quadro 4 - Cinco princípios do Sistema de Atividade de Engeström

- O sistema de atividade é mediado pela ferramenta e orientado por objeto como unidade de análise.
- O sistema comporta multiplicidade de vozes, entendidas como os diversos pontos de vista dos participantes que fazem da atividade uma fonte de tensão e de negociação.
- A historicidade dos sujeitos, da atividade, dos objetos, das ideias e das ferramentas teóricas que constituem a atividade são fatores importantes.
- As contradições são fonte de mudança e desenvolvimento.
- A transformação expansiva, realizada quando o objeto e o motivo do objeto são novamente conceituados e ampliam o objeto da atividade anterior.

Fonte: adaptado de Engeström (1999).

A partir desta compreensão geral da teoria da atividade, ressaltamos que ela busca compreender a atividade humana como um todo e se alastra por diversos campos empíricos. Jonassen e Ronrer-Murphy (1999) argumentam que ela é um poderoso instrumento para analisar as necessidades, objetivos e resultados de ambientes de aprendizado. Em outra perspectiva, Leffa (2005), Carvalho et al. (2015) e Carelli (2003) argumentam que a teoria da atividade traz grande contribuição para o estudo da aprendizagem mediada por computador, em especial quando a preocupação é a interação com a tecnologia, e não ela em si.

Ressaltamos aqui que a atividade não pode ser compreendida a partir de um único indivíduo ou de uma ação individual, sendo justamente as múltiplas vozes o combustível para o desenvolvimento da atividade.

Compreendemos, a partir destas interlocuções teóricas, que dentro da comunidade formada na disciplina foram estruturadas duas atividades distintas, porém interconexas. A primeira é o processo de compreender a experimentação mediada pelas ferramentas da web 2.0, onde os membros, com experiências distintas, negociam os termos e trazem teóricos para a discussão. A segunda é a prática da experimentação em cada um dos encontros, especialmente a partir da quarta semana, no qual os membros assumem a responsabilidade pela investigação de um fenômeno. As duas atividades dialogam constantemente, no sentido de que a disciplina busca compreender os aspectos teórico-práticos da experimentação em uma perspectiva online, onde sujeitos, ferramentas, regras, divisão do



trabalho, comunidade e até o objeto estudo/trabalho se modificam a cada interação. Assim, visualizamos um processo de transformação expansiva proposta por Engeström (2006) ao aperfeiçoar aspectos teórico-práticos de experimento e experimentação.

Ampliamos significados a partir de Lampreia (2010) onde este registra, ancorado dos estudos de Wittgenstein, que uma linguagem não é uma forma de representação, mas sim algo usado em atividades humanas, e deve ser visto como uma forma de ação. Logo, por um lado, linguagem é ação, por outro, qualquer atividade humana está impregnada de linguagem porque ocorre em um ambiente que foi construído através da mesma. Consequentemente, conceitos não têm uma definição única, correta ou verdadeira, mas várias definições dependentes do jogo de linguagem dentro do qual estão inseridos (LAMPREIA, 2010).

Dentro desta perspectiva teórica de ação e linguagem interconexas, registramos que uma das maiores apostas da comunidade está no registro visual. Reconhecemos essa na forma de fotografia ou vídeo, tanto para suporte das ações do grupo quanto como ferramenta epistêmica. No ambiente virtual da disciplina encontramos diversas fotos, imagens e vídeos dos encontros presenciais, das atividades relacionadas com a experimentação e de suportes teóricos.

Com a intenção de incluir uma colega geograficamente distante na disciplina, o grupo foi incentivado a trabalhar com filmagem e transmissão dos encontros, bem como a estruturar no AVA os registros dos acontecimentos no encontro presencial. No terceiro encontro, por exemplo, a colega geograficamente distante nos visualizava e ouvia ao vivo por videoconferência em Hangout. Contudo, sua comunicação era exclusivamente por meio de texto por não contar com microfone. O vídeo foi gravado, possibilitando que os membros que não estavam presentes, em momento síncrono, pudessem acompanhar o que foi discutido na comunidade. Essa proposta emergente constituiu um conjunto de registros fundamentais para essa pesquisa-formação.

Este contexto desafia entendermos o papel desta aposta da comunidade no registro visual como um dos aspectos centrais no processo de aprendizagem que vivenciamos na disciplina. Compreendemos através de Gilbert (2010) que estímulos verbais e não-verbais são processados de maneiras diferentes, mesmo que dividam o mesmo sistema sensorial. Citamos como exemplo que a palavra lixeira, a imagem da lixeira e o modelo matemático que descreve características da lixeira



são três coisas separadas que precisam se interconectar para proporcionar uma compreensão mais complexa da temática em questão. Sendo o mundo que nos cerca muito complexo para ser significado, recortamos fenômenos que acreditamos serem passíveis de uma explicação sistematizada.

Procuramos o exemplo mais simples deste fenômeno, do que ele é composto, como interage com outros fenômenos e como essas características podem ser utilizadas para explicá-lo. Segundo Gilbert (2010), este é o processo de modelagem dentro das Ciências, sendo seu resultado um modelo. Interligado a este processo, criamos representações para os fenômenos, necessárias tanto para compartilhar com outros membros quanto para nós mesmos damos sentido a esses modelos. Dentre essas, temos as representações internas, chamadas de visualizações, e as representações externas, que estão abertas a inspeção do outro.

Compreendemos, a partir de Gilbert (2010), que apesar das visualizações poderem ser extremamente criativas, fugindo bastante do mundo externo, elas surgem a partir da percepção desse mundo. Contudo, diferenças marcantes podem surgir entre as representações externas e a visualização resultante, onde essas acabam por depender da operação com analogias e metáforas. Assim, assumimos que analogias e metáforas são responsáveis tanto para constituir as nossas visualizações quanto para externá-las, em forma de representações para nossos pares. As maneiras genéricas com que podemos exteriorizar nossas visualizações incluem gestos, materiais concretos, visual, simbólico e verbal.

Registramos ser importante estudar essas representações externas, que englobam tanto a escrita e a oralidade quanto as linguagens não verbais como imagens, materiais concretos, gráficos e tabelas que foram utilizados durante a disciplina. Visualizamos que uma das indagações, que recebeu maior atenção da comunidade, na experimentação da lixeira, envolve a sua capacidade e a relação com a eficiência no gasto de material. Na busca de modelar esse fenômeno, relação de volume e área de superfície de um sólido geométrico, notamos que o grupo utilizou diversas representações, com enfoque simbólico, material, verbal e visual, para comunicar e modificar as próprias visualizações.

Na questão da modelagem com a cartolina, consideramos este como uma representação que envolve material concreto holomórfico, pois se trata de uma simplificação do objeto preservando e



destacando aspectos em escala macro do original (GILBERT, 2010). De acordo com o autor, dentro dos recursos visuais utilizados na atividade em análise, as fotos são reconhecidas como imagens, isso é, representações bidimensionais análogas aos seus objetos tridimensionais. Nesta definição, fotos originais, fotos editadas, rascunhos e desenhos se aproximam na tentativa de projetar o objeto para o plano.

Gilbert (2010) também apresenta como representação visual os diagramas e visualizações gráficas. Diagramas são amplos em tipo, podendo variar desde fotos acrescentadas de linhas, setas, números e outras representações que venham a acrescentar informações até situações em que os objetos sejam representados apenas como símbolos em uma rede. Já as gráficas são capazes de apresentar grande quantidade de informações matemáticas de formas compactas como em tabelas e gráficos de diferentes tipos, apresentando informação visual de forma abstrata. Aqui se enquadram as tabelas e gráficos produzidas pelo colega Willian entorno da experimentação com a lixeira, que serão debatidas ao longo desta análise.

O último modelo de representação apresentado por Gilbert (2010) é a simbólica. O referido autor inclui nesta categoria diversas representações que incluem, por exemplo, os elementos de uma tabela periódica, as unidades do sistema internacional e as relações entre esses símbolos.

Nesta perspectiva de compreender as imagens como representações externas utilizadas pela comunidade, analisamos os registros no AVA Moodle da disciplina. Apesar de todos os membros dividirem responsabilidade sobre o AVA, a aposta de registrar vídeos e imagens constituídos na comunidade inicialmente começa como uma inspiração pessoal do professor Valmir. Este disponibiliza no ambiente virtual, em um momento posterior ao primeiro encontro presencial, uma imagem produzida por ele em que uma rampa com base de isopor e superfície de vidro com duas réguas, uma filmadora e carrinhos Hot Wheels podem ser visualizados na figura 1.

Figura 1 - Fotografia de um possível experimento produzido pelo professor Valmir



Fonte: Autores, 2018.

Segundo o professor, o intuito é desafiar o diálogo da comunidade em torno do registro como um ponto de partida para a experimentação. Outra grande aposta foi a construção coletiva de compreensões. Registramos o trecho de um e-mail enviado pelo professor Valmir para o grupo que ilustra esta construção: Assumimos em nossa última aula, que iríamos "aperfeiçoar" o experimento da colega Lisete, com registros, ideias, sugestões via wiki no AVA Moodle (e-mail enviado para comunidade). A proposta de construir conhecimento de maneira coletiva ganha força no AVA, onde os espaços possibilitam contribuições assíncronas de colegas geograficamente distantes, possibilitando maior inclusão e dinamismo.

Na proposta online assumida, esses registros possibilitam que a experimentação se torne recursiva e assíncrona. É neste sentido, por exemplo, que dois meses depois da aula proposta, em uma madrugada, o professor Willian se depara com um vídeo que considera interessantes para os estudos do grupo. O mesmo professor nos conta que, quase um ano e meio depois, revive seus cálculos, tabelas e gráficos na busca de compreender melhor o fenômeno estudado e melhorar o seu modelo. Registramos que diversas ações, como a de registrar os experimentos em vídeos e fotos e resgata-los em diversos momentos, tornam-se possíveis devido à variedade de linguagens que o grupo assume. Enquanto algumas linguagens são escolhidas de maneira intencional em um sentido deliberado de repensar a experimentação dentro deste contexto online, outras emergem das experiências individuais e das necessidades da comunidade.



Na experimentação em torno da lixeira, os membros proponentes da atividade, Valmir e Daner, apresentam sua intencionalidade de utilizar diferentes linguagens e produzir registros das mesmas já na concepção inicial e no seu planejamento. No primeiro registro que temos desta proposta, diálogo que acontece durante o terceiro encontro, o colega Valmir argumenta que observa como uma atividade experimental investigativa, por exemplo se tivermos que calcular o volume daquela lixeira. Ele então transforma a lixeira em um protótipo e, ao trazer uma lixeira disponível na sala de aula para a mesa, indaga: Como é que você pode descobrir o volume da lixeira? e propõe que se entregue este problema para um grupo.

Como nós podemos saber o volume que tem de capacidade essa lixeira. Temos uma questão. Aqui observamos a gênese da proposta do oitavo encontro, que inicia com a intenção de observar a lixeira, objeto comum do dia a dia, apoiado em uma linguagem matemática. Neste sentido, na busca de compreender como a comunidade constitui experimentação a partir da lixeira percebemos que sua proposta nasce de um problema colocado pelo grupo no terceiro encontro presencial.

Nesta análise observamos a comunicação das ações, bem como das linguagens, que a comunidade utiliza com o intuito de realizar experimentação sobre a lixeira. Iniciamos grifando que o oitavo encontro não foi gravado ou transmitido em vídeo e é o encontro com menos registros escritos, comparado aos demais encontros. Os registros escritos são da autoria dos professores Daner e Valmir, ou na forma de e-mail trocados no planejamento da proposta ou com o intuito de apresentar/conduzir a disciplina no AVA e no documento no Google Drive.

Em contrapartida, é o encontro que possui o maior número de registros fotográficos, bem como a maior variedade de recursos utilizado em uma única proposta. Dentre estes inclui modelagem no software geogebra, lixeiras confeccionadas pelo grupo, régua, calculadoras, tabelas e gráficos confeccionados em Excel e link de vídeo disponível no Youtube. Ressaltamos que diversas dessas linguagens, como as tabelas e gráficos, foram emergentes, tanto a partir da necessidade de construir representações externas para compartilhar os modelos com os membros quanto como objeto epistêmico.

Compreendemos que essas tabelas e gráficos não foram utilizadas apenas para comunicar um modelo, mas serviram principalmente para constituir o mesmo. Significamos, através de Evagorou et



al. (2015) as representações visuais como objetos epistêmicos, ou seja, como um processo de construção e expansão de conhecimento da ciência. Neste sentido, a visualização acaba sendo usada na prática científica, e na educação científica, como uma ferramenta cognitiva e para a comunicação entre membros de um grupo e entre grupos. Comunicação essa que aparece quando os membros da comunidade utilizam-se de representações visuais para expor seus modelos. Citamos três exemplos, a partir de, Evagorou et al. (2015) em que a representação visual é usada como objeto epistêmico:

Quadro 5 - Representação visual como objeto epistêmico

1. Como evidência – Quando a fotografia, ou imagem renderizada a partir de dados, é usada para corroborar um certo modelo, como nos casos: a cristalografia do DNA e o desvio de luz do planeta Mercúrio.
2. Aplicando o pensamento visual – Quando o avanço explicativo de um certo modelo acontece pela analogia de fenômenos abstratos com recursos visuais, como nos casos: as linhas do campo magnético de Faraday e os experimentos mentais de Einstein e Bohr a respeito da mecânica quântica.
3. Na visualização dos métodos científicos – Quando a experimentação é documentada em fotos, vídeos, diagramas e outros, possibilitando divulgar as descobertas e metodologias. A exemplo, compreender melhor os protocolos de cada grupo e a diferença de protocolos entre grupos diferentes facilitam a comparação de resultados.

Fonte: Adaptado de Evagorou et al. (2015).

Ao analisarmos os registros da aula, compreendemos estes como objetos epistêmicos construídos a partir de ações coletivas da comunidade. Registramos que, apesar do embrião da experimentação com a lixeira ter surgido no terceiro encontro presencial, a proposta ganha forma a partir negociação dialogada entre os professores Daner e Valmir por e-mails. Nesses e-mails são planejadas possíveis ações e linguagens a serem desenvolvidas pelos membros torno do objeto aperfeiçoável - a lixeira. Dentro deste contexto, ressaltamos desses e-mails 3 trechos:

- “[...] cada dupla poderia construir em cartolina, por exemplo, um modelo ideal de lixeira. A qual seria apresentada para turma, a fim de discutirmos as questões levantadas na aula [...]”

- “Cada dupla formularia uma ou duas perguntas frente as fotos que mais lhe chamaram atenção e a partir do que conversaram; posteriormente comunicam no grande grupo [...]”
- “Além disso, outras situações podem emergir dos diálogos, tais como: resistência, durabilidade, formato e praticidade das lixeiras [...]”.

Interpretamos, frente a esses recortes, que o planejamento dos professores contempla o operar dos colegas sobre os protótipos de lixeiras e sobre registros fotográficos, ambos construídos por eles. A partir desses, previam a construção de perguntas e a ampliação das indagações através do diálogo. Os professores concluem a discussão do planejamento imaginando que haveria diálogos intensos na comunidade, conforme segue:

“[...] com estas 3 a 4 perguntas iniciais podemos avançar em nossas conversas intensas (e desorganizadas) sobre estimar o volume e as capacidades dos distintas lixeiras, frente a possibilidade de serem utilizadas para coletar materiais orgânicos e outros...” (e-mail enviado de Valmir para Daner).

Não encontramos nos e-mails trocados nenhuma referência ao uso do software geogebra, do Excel ou de vídeos de apoio. Essa observação nos leva a entender que o uso destes recursos emergiram na atividade em comunidade, devido a necessidade de compreender a lixeira através de outras linguagens.

Os professores, interligados ao planejamento do oitavo encontro, disponibilizam para comunidade o link do Google Documentos no AVA Moodle. Neste somos recebidos com a seguinte mensagem, escrita pelos colegas Daner e Valmir, com mostra a figura 2.

Figura 2 - Orientações da primeira atividade do oitavo encontro



Prezados Colegas,

- Registre neste documento as fotos das diferentes lixeiras. As fotos serão parte do material a ser utilizado na aula da quinta-feira (05/11).
- Se possível, tire a foto incluindo algum referencial de medida, como régua, caneta...

Fonte: autoria própria (2018).

Para além do que está exposto nas orientações da figura 1, os professores sugerem que cada colega identifique as fotos com legenda. A figura 3 registra uma das fotos compartilhadas pela comunidade

Figura 3 - Imagem exemplo das lixeiras a serem postadas pelo grupo



Lixeiras do ILA para coleta de material reciclável

A medida é 40 x 27 x 60

A medida está na parede

Maria do Carmo Galiazzi

Fonte: autoria própria (2018).

No encontro presencial, iniciamos com uma discussão sobre os registros fotográficos, com foco nos objetos utilizados para as referências, perspectivas e o motivo da escolha da lixeira. No debate, os membros destacam que poderiam ter executado a primeira etapa de diversas maneiras, trazendo mais informações como material de fabricação, utilidade, volume e massa.

Em proposta semelhante, de fotografar no individual e debater no grupo, Souza e Lopes (2002) estudam o surgimento de um diálogo que amplia o significado original da imagem fotografada. Diálogo este que abre caminho para que outros aspectos do modelo sejam debatidos e negociados pelo grupo. Essas negociações conduzem a diferentes interpretações da imagem, observar novos parâmetros, que não estavam na intenção inicial de seu fotógrafo.

No segundo momento do encontro, a turma foi organizada em dois grupos, com o professor Daner não integrando nenhum deles. Este justificou conhecer um modelo que atendesse ao desafio. Cada

grupo deveria discutir internamente, propor um modelo que respondesse ao desafio e montar um protótipo de lixeira que atendesse a esse modelo proposto. Para isso foi disponibilizado uma folha de cartolina para cada grupo, régua, tesoura e fita adesiva. Contudo, ao longo dos diálogos iniciais, o professor Daner acaba dando a dica de que o melhor formato possível é quando a altura do cilindro for igual ao diâmetro. Logo, os dois grupos seguiram essa ideia. Na figura 4 registramos a montagem das lixeiras em cartolina pela comunidade.

Figura 4 - Montagem das lixeiras de cartolina pela comunidade



Fonte: autoria própria (2018).

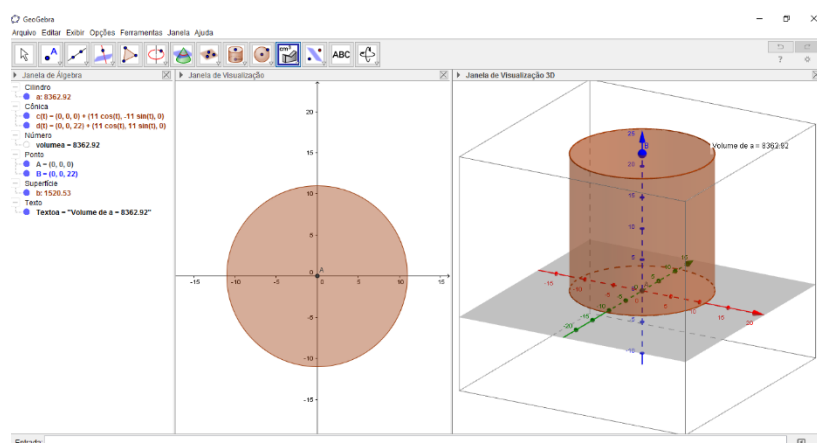
Nesta etapa da atividade dois modelos diferentes surgiram. O primeiro grupo sugeriu fazer a maior lixeira possível com aquela cartolina e seguindo o modelo em que o diâmetro da secção circular do cilindro deve ser igual a altura. Neste padrão, foram produzidos dois tubos e uma tira de papel que foi cortada em tiras e colada em forma de rede em um dos lados do tubo. O segundo modelo produziu 4 tubos menores, resultando em uma tira de sobra mais fina em relação a do primeiro grupo, que também foi usado como fundo.

Ao observarmos os protótipos e utilizarmos o modelo matemático-geométrico para comparar as lixeiras, somos surpreendidos pelo resultado de que 3 lixeiras pequenas possuíam quase o mesmo volume de apenas uma grande. Logo, as duas lixeiras grandes possuíam aproximadamente 1,5x a

capacidade das 4 menores mesmo que menos material tenha sido utilizado na sua montagem. Um dos membros, Willian, apresentou bastante resistência ao resultado do experimento e a conclusão do grupo, bem como do modelo inicial proposto por Daner.

Para ampliar o debate sobre o referido modelo matemático, o grupo utilizou o software geogebra para modelar ambas a lixeiras. A partir das dimensões e da forma dos sólidos podemos replicá-los de maneira ideal. O software confirmou nossos cálculos iniciais e possibilitou renderizar uma imagem digital. Apresentamos essa imagem na figura 5.

Figura 5 - Ilustração da modelagem com o software Geogebra



Fonte: autoria própria (2018).

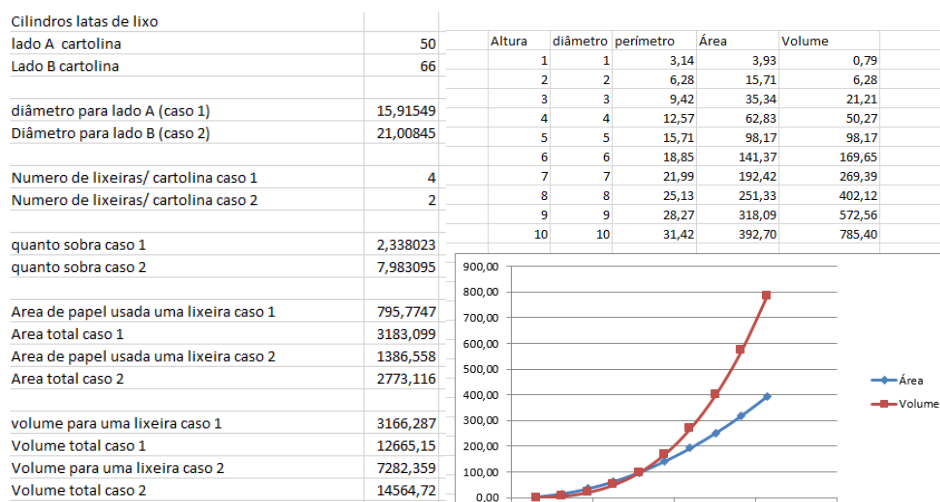
Ainda durante o encontro, a discussão do tema lixeira transcende o modelo matemático de capacidade e economia de material. Emergem nos diálogos outras questões como tipo de lixo, material da lixeira e reciclagem. O grupo se desloca da sala de aula para o Centro de Convivência (CC) da FURG e se depara com diversas lixeiras de diferentes formatos e utilidades.

O professor Willian assume o desafio de derrubar o modelo matemático vigente na comunidade, em um período posterior ao encontro e de maneira independente. Para tal, desenvolve modelagem e previsões utilizando a ferramenta Excel. No encontro presencial seguinte, ao comunicar um modelo diferente, com suas tabelas e gráficos, recebeu diversas contribuições da comunidade que o fizeram perceber que seu modelo era incompleto. Neste sentido, os modelos criados pela comunidade só avançaram porque membros individuais assumiram genuinamente as



perguntas do grupo como se fosse próprias. Ilustramos na figura 5 linguagens utilizadas pelo professor Willian no seu processo de modelagem.

Figura 6 - Modelagem matemática realizada no software Excel



Fonte: autoria própria (2018).

Na figura 6 podemos visualizar, a esquerda, informações referentes as lixeiras construídas em cartolina e, a direita, a projeção do crescimento de volume e área de superfície das lixeiras apresentado em forma de tabela e gráfico. Encontramos no Google Documentos os registros de nossas lixeiras produzidas em cartolina e das simulações do software Geogebra. No AVA Moodle encontramos um fórum aberto mais de um mês depois da execução da proposta. Nesse se encontra uma contribuição de um vídeo para ampliar o tema de custo-benefício de compartimentos (Why do honeybees love hexagons?, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos nessa escrita a segunda categoria emergente de um estudo na perspectiva de pesquisa-formação conduzido em uma comunidade de indagação online. O campo empírico, constituído em coletivo e registrado em dispositivos de pesquisa proporcionados por ferramentas da web 2.0, foi auto-organizado com o auxílio da ATD. Grifamos que as categorias foram constituídas a



posteriori, ou seja, no início do processo de análise ainda não estava claro quais interlocutores teóricos traríamos para o diálogo pois ainda não conhecíamos o fenômeno a ser estudados.

Apresentamos um quadro síntese dos significados constituídos a partir do corpus de análise e das interlocuções teóricas.

Quadro 6 - Síntese de aspectos emergentes da segunda categoria

- A comunidade assume múltiplas atividades interconexas ao longo da disciplina;
- A comunidade se utiliza com frequência do recurso visual, em vídeo e foto;
- As representações visuais não são utilizadas apenas para registros, mas para compartilhar significados entre os membros e como objeto epistêmico;
- A comunidade se preocupa com as ações individuais dos membros;
- Os modelos explicativos se transformam a partir do diálogo na comunidade;
- Diferentes linguagens não planejadas emergem entorno da experimentação.

Fonte: autoria própria (2018).

O quadro 6 registra uma síntese dos aspectos emergentes da segunda categoria. Em relação à categoria comunicada neste artigo, destacamos, como um aspecto emergente, que as atividades da comunidade são mediadas por diversas linguagens. Registramos que a experimentação debatida/praticada não se estrutura em torno de uma única ação, a unidade da atividade, ou de um conjunto pré-definido, mas sim de um sistema dinâmico em que novas ações são incluídas na atividade por seus membros ou até constituídas dentro da comunidade. As atividades são constituídas de ações individuais e coletivas com uso de diferentes linguagens não restritas a um modelo rígido, mas que se inovam e se ampliam a medida que sujeitos e objetos se transformam.

Registramos no espaço da disciplina um contexto em que as representações visuais não são utilizadas apenas para registros, mas para compartilhar significados entre os membros e constituir objeto epistêmico. A comunidade se utiliza com frequência de recursos visuais, como vídeos, gráficos, tabelas e fotos que emergem como diferentes linguagens da experimentação. Os modelos explicativos se transformam a partir do diálogo na comunidade e com as ações individuais e coletivas dos membros ao desenvolverem múltiplas atividades interconexas ao longo da disciplina.

NOTA



Todos os membros assinaram um Termo de Compromisso Livre Esclarecido (TCLE) onde permitem o uso de seus nomes, imagens e demais registros construídos na disciplina.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARELLI, I. M. Estudar on-line: análise de um curso para professores de inglês na perspectiva da teoria da atividade. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.leffa.pro.br/tela4/Textos/Textos/Teses/Izaura_carelli.PDF>. Acesso em: 09 set. 2017.
- CARVALHO, M. B.; et al. An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education*, v.87 p.166-181, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131515001050>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. *Perspectiva*, Florianópolis, v. 20, n. 02, p.279-301, jul./dez. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/9646>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- ENGSTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGSTRÖM, Y. MIETTINEN, R. PUNAMÄKI, R.-L (eds.). *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge: Cambridge Press, 1999.
- ENGSTRÖM, Y. Development, movement and agency: Breaking away into mycorrhizae activities. In YAMAZUMI, K. (Ed.), *Building activity theory in practice: Toward the next generation*. Osaka: Center for Human Activity Theory, Kansai University, 2006.
- EVAGOROU, Maria. et al. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to ‘seeing’ how science works. *International Journal of STEM Education*, v2 n.11, 2015. Disponível em: <<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-015-0024-x>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- FRANCO, M. A. S.; LISITA, V. M. S. Pesquisa-ação: limites e possibilidades na formação docente. In: PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. (Org.). *Pesquisa em educação: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação*. São Paulo: Loyola, v.2, 2008.
- GILBERT, John K. The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, v. 11, n. 1. 2010. Disponível em: <https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/foreword.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.
- HECKLER, Valmir. Experimentação em ciências na EAD: indagação online com os professores em AVA. 2014. 242 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do



- Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2014. Disponível em: <<http://argo.furg.br/?RG001313848>>. Acesso em: 08 set. 2017.
- JONASSEN, David H.; RONRER-MURPHY, Lucia. Activity Theory as a Framework for Designing Constructivist Learning Environments. *ETR&D*, v.47, n. 1, p. 61-79, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02299477>. Acesso em: 08 set. 2017.
- LAMPREIA, C. Linguagem e atividade no desenvolvimento cognitivo: algumas reflexões sobre as contribuições de Vygotsky e Leontiev. *Psicol. Reflex. Crit.* [online]. v.12, n.1, p.225-240. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-79721999000100015&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 08 set. 2017.
- LEFFA, V. J. Aprendizagem mediada por computador à luz da Teoria da Atividade. *Calidoscópio*, v. 3, n.1, p. 21-30, jan/abr 2005. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/calidoscopio/article/view/6229/3393>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- LEMKE, J. Teaching all the languages of science: Words, symbols, images and actions. In: Conference on Science Education in Barcelona. 1998. Disponível em: <<http://www.jaylemke.com/storage/new-pdfs/Barcelona-Languages-of-science.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2017.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. Ijuí: Unijuí, 2011.
- PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. (Org.). Pesquisa em educação: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação. São Paulo: Loyola, 2008.
- SANTAELLA, Lúcia. O que é semiótica. São Paulo, Editora Brasiliense. 1990.
- SANTOS, E. O. Educação online: ciberultura e pesquisa-formação na prática docente. 2005. 351 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/11800>>. Acesso em: 08 set. 2017.
- SILVA, W.R. Comunidade de indagação online: pesquisa-formação com professores de ciências. 2017. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2017. Disponível em: <<http://argo.furg.br/?BDTD11517>>. Acesso em: 08 set. 2017.
- SOUZA, S. J.; LOPES, A. E. Fotografar e narrar: a produção do conhecimento no contexto da escola. *Cadernos de Pesquisa*, n. 116, julho/ 2002 p. 61-80, julho/2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n116/14399.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de Ciências. In: COLL, C; EDWARDS, D. Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 107-142.
- WELLS, G. The case for dialogic inquiry. In WELLS, G. Action, talk, and text: Learning and teaching through inquiry. New York: Teachers College Press, 2001.
- WHY do honeybees love hexagons?. Direção de Biljana Labovic. Roteiro: Zack Patterson e Andy Peterson. [s.i]: Ted-ed, 2014. Youtube (4 min.), FLV, son., color. Animador Lisa LaBraci. Disponível em: <<http://ed.ted.com/lessons/why-do-honeybees-love-hexagons-zack-pattersonand-andy-peterson>>. Acesso em: 5 nov. 2015.