

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Efeito fotoelétrico: das propostas curriculares até a sala de aula

SANTIAGO, J. C. R.

Efeito fotoelétrico: das propostas curriculares até a sala de aula

¹ José Cláudio Reis Santiago

1 Doutorando em Ciências da Educação pela Universidade Americana; Assunção-PY santiago.joseclaudio@gmail.com

Obs: Não contou com financiamento

RESUMO

Nos últimos anos, em vários países, propostas curriculares têm apresentado e discutido novos eixos, abordagens e tendências para as diversas áreas e níveis de Ensino. Isso traz a necessidade de avaliar em que medida os pressupostos contidos nessas propostas estão articulados com conteúdos específicos trabalhados em aula. Este trabalho adotou o efeito fotoelétrico (EF) como conteúdo que perpassa as nossas discussões. Realizamos o *download* de cinquenta e três (n=53) vídeos destinados ao ensino do EF, considerando que podem ser acessados e posteriormente assistidos por estudantes brasileiros, peruanos e espanhóis a partir da *web*. Partimos de aspectos quantitativos que nos permitiram seguir em direção a uma abordagem qualitativa interpretativa. Ficou evidente que apresentações elaboradas por professores ainda não trazem a contextualização necessária para atribuímos uma identidade pedagógica ao conteúdo.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Médio, Tecnologias, Efeito Fotoelétrico.

ABSTRACT

In the last few years, in many countries, curricular purposes have been presenting new approaches and ways to many fields and levels of teaching. That brings the need of evaluate in which measure theses purposes are linked with specific contents worked in classrooms. This work has adopted the photoelectric effect to as a prototype content for discussions. We performed the download of fifty three videos targeting photoelectric effect teaching, considering those can be seen by students in many countries in Latin America. Brazil, Peru and Spain, more specifically. We began with a quantitative approach then went to a more qualitative interpretative view. It is an evidence that presentations prepared by teachers still do not bring necessary contextualization to that we attribute a pedagogical identity to photoelectric effect.

KEY-WORDS: High-School, Technologies, Photoelectric Effect.

Introdução

Nos últimos anos, em vários países, propostas curriculares têm apresentado e discutido novos eixos, abordagens e tendências para as diversas áreas e níveis de Ensino. Por si só, isso traz a necessidade de avaliar em que medida os pressupostos contidos nessas propostas estão articulados com conteúdos específicos trabalhados em aula. Limitando o foco de atuação deste trabalho para o ensino das ciências físicas, o conteúdo específico a ser observado corresponde a um fenômeno de considerável relevância para compreender melhor a transição para a Física Moderna: o *Efeito Fotoelétrico (EF)*. No decorrer deste trabalho e de nossas experiências fomos levados a concluir que, nas últimas décadas, a quantidade de *uploads* disponibilizados para informação e atualização sobre disciplinas escolares tem crescido bastante. Apesar disso, para o EF, conforme nos referimos adiante, as apresentações elaboradas por professores ainda não trazem a contextualização necessária para atribuímos uma identidade pedagógica ao conteúdo.

A pesquisa a respeito dos conhecimentos e publicações relacionados à nossa questão esteve alicerçada na consulta ao Banco de Dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/MEC), do Brasil. Incluindo, também, a Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias e a Revista de Enseñanza de la Física. Estes constituem-se em dois periódicos de maior circulação de língua espanhola da América Latina.

Não encontramos trabalhos que nos permitissem estabelecer as relações que previamente visualizamos. Entretanto, para dar sequência e ampliar nossos horizontes em relação às articulações entre as propostas e a sala de aula – antes mencionadas - descrevemos inicialmente alguns aspectos relevantes relacionados às propostas curriculares do Perú, da Espanha e do Brasil. Em seguida, apresentamos aspectos pedagógicos que tomam por base a ótica do *sentipensar* (TORRE, 2001) e de algumas reflexões sobre o período de transição científica em direção a uma sociedade pós-moderna (SANTOS, 1988). Estes foram então os elementos que referenciam nossa investigação.

O ensino de ciências - Peru

O processo pedagógico que estabelece as diretrizes para a educação peruana está registrado no *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Trata-se de um documento elaborado com finalidade de responder as demandas da diversidade sócio-cultural e as exigências atuais do século XXI (PERU, 2011)

O documento menciona que o Nível de Educação Secundária constitui o terceiro nível da *Educación Básica Regular*, sendo um processo educativo que ocorre em ciclos. Neste nível, quer-se, entre outros, uma formação para o mundo do trabalho. E considera, no último ciclo a necessidade de que os processos educativos ocorram por meio de convênio com instituições, empresas e outros espaços educativos ou mesmo no próprio centro educativo.

De acordo com o referido documento, um dos propósitos da educação Básica Regular está em desenvolver o pensamento matemático e a cultura científico-tecnológica para que o estudante seja capaz de compreender e atuar no mundo.

A área curricular denominada *Ciência, Tecnologia e Ambiente* apresenta a necessidade de formar um estudante com competências, capacidades, conhecimentos e atitudes científicas por meio de atividades vivenciais e indagatórias. Trazem a expectativa para o desenvolvimento de certas atitudes científicas tais como participar nos trabalhos de investigação de maneira criativa e demonstrar iniciativa nos trabalhos de investigação.

O documento prevê algumas capacidades relacionadas ao mundo físico. Por exemplo, o estudante deveria ser capaz de estabelecer diferenças entre modelos, teorias e leis; aplicar princípios e leis da Física para resolver problemas de diferentes fenômenos físicos e realizar medições com instrumentos adequados às características e magnitudes dos objetos de estudo (PERU, 2011). Nesse contexto, o conteúdo *Efeito Fotoelétrico* é parte de um conhecimento denomina do *Física do século XXI*.

O ensino de ciências – Espanha

O documento intitulado *Propuestas para el anteproyecto de ley orgánica para la mejora de la calidad educativa* (2012) sinaliza que a Espanha conseguiu alcançar em torno de 100% de escolarização para sua população entre 3 e 16 anos. Aponta alguns pontos desfavoráveis tais como: avaliação do *Programme for International Student Assessment* (PISA), revelados por piora em leitura, matemática e ciências; baixa taxa de população que consegue concluir a *Educação Secundária Obrigatória* (ESO) e baixa taxa de alunos excelentes.

A partir de dados analisados tanto internamente como de outros países, o documento apresenta como propostas: direcionar uma maior quantidade de estudantes para uma formação profissional, reconhecer as diferentes vocações dos estudantes e permitir o desenvolvimento de suas capacidades.

Relativamente à competência científica, o documento destaca que, nos exames do PISA, a Espanha tem obtido resultados aproximadamente estáveis e abaixo da média estabelecida da *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico* (OCDE). Há ainda necessidade de elevar o nível de excelência e de melhora em leitura e matemática (LAGARÓN, 2011).

A partir do contexto educacional a nível internacional, a *Lei Orgânica de Educação* (LOE) espanhola apresentou diversos aspectos que, entre outros, implicaram no desenvolvimento de um novo currículo. Isto é, a noção de um currículo baseado em competências ganhou eco num nível capaz de trazer novas expectativas para melhorar o desempenho em ciências dos estudantes espanhóis.

De acordo com a estrutura do currículo espanhol, a educação obrigatória se realiza em um período de educação primária e em outro de educação secundária. O primeiro prevê a faixa etária de atuação entre os seis e doze anos; o outro, dos doze aos dezesseis.

Em relação ao peso do ensino de ciências considerado no currículo, espanhol, comparativamente aos países europeus em geral, o currículo geral de ciências faz referência a uma ciência em contexto, considerando tanto a história da ciência como questões sociais do momento que estão relacionadas às ciências. Por outro lado, o currículo espanhol se centra basicamente no trabalho em relação com temas

contemporâneos e sociais, deixando um tanto de lado a história das ciências (LAGARÓN, 2011).

São muitas as evidências que demonstram uma redução gradual do interesse dos estudantes pelas disciplinas científicas. Esta redução ocorre em muitos países desenvolvidos, entre os quais, está a Espanha. Um estudo desenvolvido pelo projeto ROSE (*Relevance of Science Education*) mostra que há uma visão positiva dos estudantes no que diz respeito à ciência e à tecnologia. Apesar disso, não há valorização positiva das disciplinas de ciências. Ou seja, da ciência ensinada na escola. Há um baixo interesse pelos temas relacionados com ciência e tecnologia (SJOBORG; SCHREINER, 2010)

O ensino de ciências - Brasil

Entre os pontos em destaque na redação da *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* (LDB/96) estão: a flexibilização dos currículos dos ensinos fundamental e médio, que passam a poder incorporar disciplinas que levem em conta o contexto e a clientela para quem o ensino se dirige; o final da exclusividade do exame vestibular como forma de ingresso no Ensino Superior e a busca pela valorização do magistério, principalmente ao se apontar a necessidade de estabelecimento de um plano de carreira para esta categoria. No texto da referida lei, o *Ensino Médio* (EM) passa a ser considerado etapa final da educação básica, sob o ponto de vista de que, ao concluir esta etapa de ensino, o estudante já deve ser capaz de exercer a sua cidadania bem como já deve ser considerado apto para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Em 1999 foram elaborados os *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* (PCNEM). O processo ocorreu a partir da contribuição de pesquisadores e especialistas de universidades e das Secretarias de Educação, buscando explicitar as competências e habilidades básicas necessárias aos alunos do nível do EM (PCNEM, 2000; p.7).

Outro documento oficial é o PCN +, lançado em 2002. O documento se apresenta aos leitores como "*Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio*. Considera, entre outros, que a discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas. A expressão destacada pode nos trazer uma ideia a respeito no nível de reestruturação que vinha ocorrendo na última década.

Diversas foram as dificuldades encontradas por docentes em compreender as propostas presentes nos PCNs. Como forma de ampliar o auxílio aos docentes, o *Ministério da Educação* (MEC), por meio da *Secretaria de Educação Básica* (SEB) encaminhou para os professores da rede pública, no ano de 2006, o documento *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. De acordo com o próprio documento (MEC, 2006; p.5), tais orientações foram elaboradas como um material de apoio à reflexão sobre o ensino.

Em 2012, surgiram novas propostas de ações educacionais. As DCNEM/2012 destacam a importância de que os sistemas educacionais adotem a pesquisa como princípio pedagógico, enfatizando a investigação e a contextualização dos conteúdos. Esse tipo de ação permite que o estudante passe a ser protagonista tanto na investigação como em busca de respostas, construindo um processo autônomo em

que o conhecimento é construído. Associado a este processo, encontra-se também os processos tecnológicos. A tecnologia é entendida como a transformação científica em força produtiva ou em mediação do conteúdo científico que considera as relações sociais no curso da sua produção (DCNEM, 2012).

Para se referir ao desempenho dos estudantes brasileiros em educação científica, talvez seja válido ainda destacar algo que parece substancial. Ainda que diga respeito ao PISA/2006, os resultados obtidos a partir desse exame mostram, entre outros, que os estudantes brasileiros tanto valorizam como reconhecem a importância da ciência. Em parte isso por estar relacionado à convivência num ambiente de produtos tecnológicos. Assim, mais do que atividades que estimulem o interesse dos estudantes, seria necessária aos estudantes a educação em ciências propriamente dita (SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2010).

Em relação ao desempenho em ciências, em 2012, pouco mais do que a metade dos estudantes brasileiros conseguiram alcançar o nível 1 do exame. A implicação desse resultado está em que os estudantes foram capazes de aplicar o seu conhecimento das ciências em um reduzido número de situações relacionadas ao seu cotidiano. Outra dificuldade estaria em dar explicações científicas que seriam explícitas em relação às evidências (PISA, 2012).

Concepções relevantes para o ensino de ciências no contexto atual

As propostas curriculares apresentadas pelos três países consideram a necessidade de uma formação integrada. Consideram a ética, a responsabilidade cidadã e o domínio das novas tecnologias como forma de proporcionar participação e inclusão social. Paralelamente a essas necessidades, a aula pode também adotar o ponto de vista do *sentipensar* a que se referem Moraes e Torre (2001). Esses autores consideram a necessidade de um trabalho integrado que envolve o pensamento e o sentimento. Eles se referem a uma concepção holística e integradora da realidade em que os aspectos psicológicos, biológicos e sócio-culturais representam dimensões parciais de uma realidade complexa.

Podemos nos perguntar em que medida temos encontrado estas abordagens nas salas de aula. Precisamos refletir sobre formas de articulação desses aspectos com conteúdos científicos como é o caso, por exemplo, do efeito fotoelétrico. A tarefa não é das mais simples, mas precisamos notar a realidade que se impõe.

Num sentido diametralmente oposto à essas ideias, está um modelo de ensino que toma por base a ação puramente cognitiva. Ainda que possamos reconhecer o atual momento científico paradigmático, o modelo de racionalidade científica parece ainda ser almejado em nossas salas de aula. De acordo com Santos (p. 48, 1988),

O modelo de racionalidade que preside à ciência moderna constituiu-se a partir da revolução científica do século XVI e foi desenvolvido nos séculos seguintes basicamente no domínio das ciências naturais. Ainda que com alguns prenúncios no século XVIII, é só no século XIX que este modelo de racionalidade se estende às ciências sociais emergentes.

Fica claro então que, hoje, ensinar sob a ótica do modelo restrito à racionalidade

corresponde a ensinar em sintonia com um momento sócio-histórico que já não mais teria voz para fazer frente às nossas demandas. Apesar disto, cabe ao docente refletir sobre as implicações de vivências científicas que transformaram os momentos históricos. Por exemplo, a passagem da Física Clássica em direção à Física Moderna, trouxe diversos aspectos criativos que dizem respeito ao efeito fotoelétrico, a relatividade, o princípio da incerteza, o modelo atômico de Borh, entre outros.

Na forma como abordamos essas questões, aqui, tratamos de observá-las a partir do conteúdo específico e sob a ótica de que ele ainda constitui-se, em muitas escolas, no elemento que justifica o desenvolvimento da aula. Esta justificativa ocorre mais especificamente no plano pragmático, dado que não é uma tarefa simples transpor o *saber a ensinar em saber ensinado*.

Fundamentos metodológicos

Apresentamos em seguida os aspectos quantitativos que nos permitiram seguir em direção a uma abordagem qualitativa interpretativa, mais adiante.

Em trabalhos anteriores, desenvolvemos um diagrama pra tentar representar a articulação entre conteúdos e objetivos educacionais e nos referiremos a ele como Diagrama de Fluxo (SANTIAGO, 2012). É importante destacar que os fundamentos que ora apresentamos têm a sua utilidade justificada apenas como **ponto de partida** para pensar se há alguma vinculação entre dois materiais, entendidos como fontes de pesquisa: as propostas curriculares e os vídeo-aulas. Ou seja, não é a introdução desses fundamentos que constituem as reflexões essenciais deste trabalho. Assim, apresentamos em seguida um resumo dessas ideias de forma adaptada para esta pesquisa, considerando também a linguagem necessária para compor uma parte da metodologia do trabalho.

Para uma determinada vídeo-aula que apresenta alguma relação com as propostas educacionais, esta relação é então representada por um segmento de reta orientado, que nesta linguagem representa uma unidade de fluxo. Cada uma das propostas é considerada um canal (fig. 1) para se chegar aos objetivos educacionais contidos nas diretrizes curriculares.

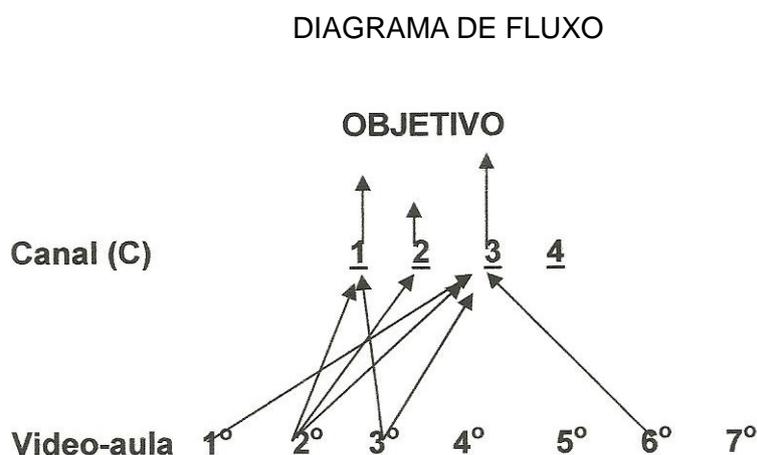


Fig. 8. Diagrama de Fluxo.

Portanto, na figura acima, representamos geometricamente o fluxo proporcionado por um conjunto de vídeo-aulas prováveis em atingir um determinado objetivo educacional através de um conjunto de canais.

Considerando-se um conjunto de vídeos analisados, para os nossos propósitos neste trabalho, consideramos como *Número de vídeos prováveis* N_p à quantidade de vídeos relacionadas a um conjunto de canais. Este conjunto de canais permite o fluxo de cada vídeo provável N_p para determinado objetivo (conjunto de diretrizes educacionais).

Observamos no diagrama que após escolhermos um conjunto de vídeos para serem analisados, nem todos são necessariamente prováveis, uma vez que pode haver algum entre eles que esteja completamente desvinculado dos canais escolhidos, como seria o caso do 4º, do 5º e do 7º na figura 1, como exemplo. Isto é, de acordo com o diagrama acima, haveria apenas quatro vídeos prováveis, isto é $N_p = 4$. Assim, o total de vídeos seria no total sete ($T = 7$) sobre um determinado conteúdo que poderia ser, por exemplo, o eletromagnetismo.

Para um conjunto de vídeos contribuir para a concretização de determinado objetivo educacional, seria ideal do ponto de vista estatístico, que o *Número total de vídeos analisados* T coincidissem com N_p . E ainda, que o número total de canais estivessem abertos para o fluxo ϕ de todos os T vídeos. Entretanto, em geral, por questões operacionais associadas ao espaço didático, somente uma fração da amostra corresponde a N_p

De acordo com estas condições, pode-se apresentar dois tipos de probabilidade convenientes ao nosso trabalho: a probabilidade de contribuição mínima e a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização das propostas.

Probabilidade de Contribuição Mínima, P_{min} .

Neste caso, quer-se saber a partir de um número total de vídeos analisados T , qual a fração que pode chegar a pelo menos um entre os canais abertos para determinado objetivo O_i . Podemos portanto resumir estas ideias escrevendo

$$P_{min} = N_p / T. \quad (1)$$

Observamos que nesta definição o fluxo ϕ , proporcionado por uma relação biunívoca entre canais e vídeos, é equivalente a um fluxo igualmente distribuído por todos os canais abertos. Isto é, para calcular o valor numérico de P_{min} , não é relevante considerar se o fluxo produzido por um vídeo está associado a um ou a diversos canais.

Probabilidade de Contribuição Efetiva, P_{ef} .

O último exemplo acima deixa claro que para a probabilidade mínima, todos os vídeos prováveis contribuem igualmente para a concretização de determinada proposta, já que, ao determinar P_{min} , o fluxo total não é relevante.

Esta situação faz ver claramente que a definição anterior não leva em consideração a contribuição individual de cada vídeo, assim muitas vezes um vídeo contribui mais que outro para se concretizar as propostas. Estas informações nos levam naturalmente a buscar outra equação que faça estas considerações. Assim, apresentamos como a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização de um determinado objetivo

educacional, a razão entre o fluxo total ϕ_T através dos canais abertos e o fluxo máximo $\phi_{m\acute{a}x}$ do total de experimentos T. Isto é,
 $P_{ef} = \sum \phi_i / \phi_{m\acute{a}x}$. Em que ϕ_i representa o fluxo a partir de cada vídeo provável.

Sendo o fluxo máximo dado por $N_p \cdot N_c$, onde N_c representa o número de canais abertos, pode-se finalmente escrever a expressão

$$P_{ef} = \sum \phi_i / N_p \cdot N_c \quad (N_c > 1) \quad (2)$$

Esta é então a equação que leva em consideração o fluxo total proporcionado por cada vídeo-aula.

O procedimento metodológico empregado

Realizamos o *download* de cinquenta e três (n=53) vídeos destinados ao ensino do EF, considerando que podem ser acessados e posteriormente assistidos por estudantes brasileiros a partir da *web*.

Realizamos o *download* de cinquenta e três (n=53) vídeos destinados ao ensino do EF, considerando que podem ser acessados e posteriormente assistidos por estudantes espanhóis e peruanos a partir da *web*.

A partir dos 106 vídeos ibero-americanos, que compõem a amostra global, foram selecionados aqueles que obedecem aos seguintes critérios:

Tenham por objetivo o ensino de Nível Médio;

Tenham duração entre três e vinte um minutos, correspondendo ao tempo estatístico modal;

Contem com a participação ou elaboração docente;

Não prejudicam a transmissão da informação por motivos de falhas técnicas e de realização de *upload*;

A amostra final passou então a ser compostas por 12 vídeos brasileiros, espanhóis e peruanos. Os vídeos (V) da amostra foram então ordenados respeitando a seguinte sequência: De V1B, V2B, V3B... até V12B, para os brasileiros; VP1, V2P, VP3...até VP12 para os peruanos e VE1, VEP, VE3...até VE12 para os espanhóis.

A partir das diretrizes curriculares dos três países, selecionamos propostas comuns relacionadas ao ensino das ciências físicas. Isto é, os canais que compõem o Diagrama de Fluxo foram construídos a partir de propostas comuns. Essas propostas educacionais foram numeradas (de um até seis) e então ordenadas a partir da sequência de 1D, 2D, 3D... até 6D. Desta maneira, o conjunto dos canais foi então formado conforme codificações seguintes:

1D Aplica princípios e leis da Física para resolver problemas físicos;

2D Estabelece diferenças entre modelos, teorias e leis;

3D Utilização do laboratório de ciências;

4D O trabalho como princípio educativo;

5D A pesquisa como princípio educativo;

6D Integração entre ciência e tecnologia;

7D Aproximação com o modo pelo qual a ciência é socializada.

Resultados

Empregamos o Diagrama de Fluxo **para referenciar** a discussão sobre em que medida as aulas - sobre o EF amostradas - poderiam contribuir para o ensino da Física Moderna, em articulação com as diretrizes curriculares dos três países. Os resultados foram então conforme a tabela 1.

	Nc	Np	Flux	T	P _{min} (%)	P _{ef} (%)
Peru	7	10	12	10	100.0	17.1
Brasil	7	6	9	10	60.0	21.4
Espanha	7	6	11	10	60.0	26.0

Descrição e interpretação dos resultados.

Em relação ao Peru, encontramos dez vídeos prováveis, correspondendo a 100% de aproveitamento da amostra. Isto então sugere que todos os vídeos empregados para a amostragem específica estão relacionados a ao menos um dos objetivos presente nas propostas. Assim, nessa amostra não estiveram presentes vídeos caracterizados por simples exposição teórica por parte do professor. Mas isso não significa um grande avanço. Pois, observamos que há predominância de vídeos que estão apenas associados ao item 2D. Isto é, encontramos muitos vídeos que focalizam a resolução de questões tendo em vista preparar estudantes para responder um exame para ingresso nas universidades e faculdades do país.

A quantidade percentual baixa encontrada para a probabilidade efetiva, 17.1%, apenas expressa o fato de que muitos dos vídeos que podem ser assistidos pelos estudantes peruanos não contribuem para o aprendizado desse conteúdo em conformidade com as diretrizes curriculares nacionais peruanas. Desta maneira, na melhor das possibilidades, o vídeo-aula peruano corresponde a um instrumento de aprendizagem que auxilia o estudante para resolução de questões sobre o conteúdo. A avaliação do quanto este conteúdo pode contribuir para o ensino na sala de aula escapa os limites desse trabalho já que as vídeo-aulas são curtas e algumas vezes os produtores optam ainda por postar os vídeos em partes separadas.

Posteriormente ao item 1D, encontramos uma quantidade significativa de vídeos para o item 2D. O fato de encontrar este item entre as primeiras colocações expressa o fato de que a comparação entre teorias, modelos e hipóteses é algo que reflete a sequência das coleções didáticas mais tradicionais como também o modelo de ensino tradicional no ensino de física sobre esse conteúdo.

Em relação ao Brasil, 60% dos vídeos da amostra expressaram articulação com os canais propostos nesse trabalho. Isto significa que pouco mais da metade dos vídeos

da amostra podem trazer alguma contribuição para o ensino da Física Moderna. Apesar disso, identificamos que a frequência de ocorrência dos primeiros canais, em ordem decrescente, foi: 1D, 6D e 2D. Ou seja, da mesma maneira que os vídeos peruanos, há no Brasil também prioridade para a resolução de exercícios e questões de vestibulares. O aspecto tecnológico no decorrer das aulas – identificado por 6D - apesar de presente aparece apenas como forma de complementar o conteúdo. Vale dizer que este aspecto ainda apresenta um retrocesso quando comparado com as coleções didáticas de ensino de Física no Brasil. Estas já não mais apresentam aspectos tecnológicos como forma de motivar ou complementar os conteúdos. Contrariamente algumas delas discutem principalmente o LDR (*Light dependent resistor*) como conteúdo físico de sentido tecnológico (SANTIAGO, 2012).

As diferenças entre leis, modelos e teorias também aparecem nos nossos resultados. Um resultado esperado uma vez que aspectos como a constante de Planck, a experiência de Lenard e o modelo luminoso proposto por Einstein em 1905, hoje, parecem já inerentes ao ensino do EF, tanto nos vídeos postados a partir de diversos países como em muitas coleções didáticas. Ou seja, de modo geral, o que visualizamos em termos de aula para este conteúdo é a sequência: Constatação de Hertz do Efeito fotoelétrico, A quantização da energia das partículas da superfície da cavidade radiante com Max Planck, a experiência de Lenard e a equação de Einstein para o EF. Vale destacar que a contribuição do físico russo Alexander Stoletov (em 1882) não foi em nenhum momento comentada pelos docentes. Sendo assim muitos docentes atribuem diretamente ao físico Hertz o mérito da descoberta do EF. Em algumas apresentações os docentes assinalam que Hertz teria feito uma suposta descoberta accidental. Em meio a estas inconveniências, o “modelo de aulas para o EF” apresenta-se ainda tão rígido que no total de todos os vídeos da amostra em apenas um deles o docente comenta que a equação de Einstein é também uma equação de conservação da energia. Desta forma o conteúdo é possivelmente ensinado de forma isolada dos próprios conteúdos físicos.

Em relação aos vídeos de origem espanhola, constatamos que há uma considerável produção de recursos para o ensino de ciências. A partir da nossa amostragem, entretanto, 60% dos vídeos que obedecem aos critérios aqui propostos está associado a algum canal. O maior número de linhas de fluxo, onze, encontradas a partir da amostragem deixa claro que a probabilidade efetiva, 21.4%. Ou seja, fica claro que as aulas que assistimos contribuem muito pouco para o aprendizado da Física Moderna, no sentido mencionado pelas diretrizes curriculares. Predomina ainda o item 1D que corresponde a aplicação de princípios e leis da Física para resolver problemas físicos. Cabe ressaltar que há uma significativa quantidade de aulas que diz respeito a aspectos como células solares, painéis solares e LDR. É claro estes vídeos poderiam contribuir em itens que dizem respeito ao trabalho como princípio educativo, a pesquisa como princípio pedagógico e a integração entre ciência e tecnologia. No entanto, não obedecem ao critério que seria o de ter por finalidade principal ensinar sobre o EF. E, portanto, descartamos esses vídeos por questão metodológica.

Seria importante reconhecer alguns pontos relativos às limitações deste trabalho. Primeiro seria mencionar que, num sentido global, avaliamos e analisamos vídeos oriundos de diversos países ibero-americanos. Mas esta diversidade não implica necessariamente em uma visão acurada do que ocorre em salas de aula dos três países aqui escolhidos. Preferimos atribuir a interpretação de que as insuficientes contribuições dos vídeos representam um caminho que vem sendo construído ao longo dos últimos anos no sentido de ressignificar as aulas de Física.

Desta forma consideramos aceitável que os itens que constituíram os canais não sejam os mais encontrados. Antes, preferimos dizer que estamos num momento do ensino em que estes itens estão em fase de transição de forma que a tecnologia, a pesquisa com fins educacionais e o mundo do trabalho estão ainda se inserindo nos processos mencionados nas diretrizes curriculares dos últimos anos.

O segundo ponto estaria em que situarmos este trabalho em torno do EF, significou para nós uma tentativa de aproximar as ações docentes com as propostas curriculares. Afinal, os conteúdos específicos constituem os elementos essenciais do trabalho docente, sem os quais a aula torna-se quase inoperante, considerando que cada um dos docentes do ensino médio possui uma área específica de formação.

Em nossa experiência o que percebemos é que, em geral, muitas propostas educacionais incorporam em seus textos conteúdos específicos - como seria o caso do EF - considerando que os docentes irão trabalhar tais conteúdos em aulas. No entanto, acreditamos ser interessante também trilhar o caminho inverso. Isto é, partir destes conteúdos para também chegarmos a tais propostas educacionais. Como vimos, mesmo em se tratando de um conteúdo que implica em intensa articulação com a tecnologia, com o mundo do trabalho e com o uso do laboratório o ensino do EF continua sem uma identidade pedagógica, nestes vídeos.

Ressaltamos que o mesmo não acontece necessariamente nas coleções didáticas nem em vídeos que objetivam o ensino profissional, por exemplo. Estes aspectos trazem a necessidade de refletirmos porque os docentes do Ensino Médio não incorporam aspectos pedagógicos em seu ensino. Para nós ficou claro que os vídeos produzidos com fins em ensino profissionalizante se aproximam bem mais dos canais propostos - a partir das diretrizes educacionais - do que aqueles produzidos para a educação básica.

Foi possível ainda observar a partir da base de dados que, um recurso didático para auxiliar o ensino do fenômeno é um programa simulador desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA): o *Physics Education Technology*, frequentemente mencionado como *PhET*. Uma quantidade significativa desses vídeos também ilustra o uso do *PhET*. Portanto, esse programa educacional vem sendo referência em simulações educacionais no ensino de Matemática, Química, Física e Biologia. Ficou claro ainda que, atualmente, na *web*, o *Phet* é o aplicativo que mais se destaca em termos de elaboração didática para ilustrar o EF.

Vale destacar que a construção do Diagrama de Fluxo foi realizada a partir do editor de textos Word. Pois, como a pesquisa não trata de uma quantidade extensa de informações, não foi necessário empregar nenhum programa específico. A utilidade do Diagrama de Fluxo esteve em permitir referência a partir da qual realizamos uma avaliação sobre o nível de articulação entre as aulas e as propostas educacionais. Percebemos que a avaliação a partir desse instrumento reforça seu significado na pesquisa qualitativa, principalmente quando as quantidades não se aproximam da percentagem intermediária, isto é, 50% . Pois entendemos que discutir os resultados a partir dessa situação, seria considerar os aspectos quantitativos em detrimento dos qualitativos. Este não foi o nosso propósito.

Considerações finais

O efeito fotoelétrico (EF) configura-se num conteúdo educacional capaz de proporcionar compreensão das origens da teoria quântica. Na sala de aula, o ensino do conteúdo EF pode auxiliar no desenvolvimento de capacidades como: comparar princípios, leis e teorias físicas; compreender o contexto histórico que permitiu o desenvolvimento da teoria quântica e adquirir concepções relevantes em relação às aplicações tecnológicas.

Ao observarmos os diversos vídeos, constatamos que grande parte deles ainda está voltada para resolução de questões típicas de coleções didáticas, de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Dessa maneira, o trabalho integrado capaz de levar em consideração tanto o pensamento como o sentimento poderiam constituir-se em mais um caminho para ampliação do trabalho docente. Assim, a ótica do *sentipensar*, enquanto concepção holística e integradora, significaria mais uma porta para tentarmos compreender algumas dimensões parciais da realidade complexa em que configura o ensino das ciências.

Nas últimas décadas, a quantidade de *uploads* disponibilizados para informação e atualização sobre disciplinas escolares tem crescido bastante. Apesar disso, para o EF, as apresentações elaboradas por professores ainda não trazem a contextualização necessária para atribuímos uma identidade pedagógica ao conteúdo. Essa mesma falta de contextualização não nos permite mencionar que estejamos em direção a uma educação para o mundo do trabalho como querem as propostas curriculares. Ao invés disso, talvez estejamos construindo meramente um processo prescritivo de instrução para o mundo do trabalho.

Perspectivas

Com este trabalho, esperamos proporcionar aos docentes uma oportunidade para avaliar sobre onde e quanto é necessário progredir em suas aulas sobre o *Efeito Fotoelétrico*.

Referências

BRASIL (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei 9.394, de 20/12/1996.

____ (2000). Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, p. 4.

____ (2002). Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC.

(2006) MEC, SEB. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEB.

(2012). *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)*. Brasília: Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Básica.

ESPAÑA (2013). Instituto de Evaluación. *PISA 2012. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación.

BRASIL (2013). PISA 2012. *Relatório Nacional. Resultados Brasileiros*. Brasília: Ministério da Educação.

LAGARÓN, D. C. (2007). *La Enseñanza de las ciencias en España*. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas em España.

MORAES, M.C.B.; TORRE, S. de La. (2001). *Sentipensar sob o olhar autopoietico: estratégias para reencantar a educação*. São Paulo: PUC/SP.

PERÚ (2011). *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Ministerio de Educación.

SANTIAGO, J. C. R. GUIMARÃES, E. M.; COSTA, I. F. da. (2012). A experimentação nos livros didáticos de Física do Ensino Médio e os objetivos educacionais. In: GUIMARÃES, E. M.; CAIXETA, J. E. *Trilhas e encontros: mediações e reflexões sobre o ensino de ciências*. Curitiba: Editora CRV.

SANTOS, B. de S. (1988). "Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna". *Estudos Avançados*, vol.2, n.2, pp. 46-71.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. (2010). "A Educação em Ciências no Brasil". *Instituto do Estudo do Trabalho e Sociedade – IETS, vol. 1, n. 1*

SJOBERG, S.; SCHREINER, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. Oslo.