



AVALIANDO O PAPEL DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS PARA ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES EM QUESTÕES ABERTAS NO ENSINO DE FÍSICA

EVALUATING THE PREVIOUS KNOWLEDGE FOR HYPOTHESES ELABORATION IN OPEN QUESTIONS IN PHYSICS TEACHING

DOI: <http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2017.v2.n2.p304-218.id103>

José Galúcio Campos

Mestre em Física.

Professor do Instituto

Federal do Amazonas

(IFAM).

Doutorando em Educação

em Ciências e Matemática

(REAMEC).

zeczajgc@gmail.com

Josefina Barrera

Kalhil

Doutora em ciências

Pedagógicas.

Professor na Universidade do

Estado do Amazonas (UEA).

josefinabk@gmail.com

Licurgo Peixoto de

Brito

Doutor em Geofísica.

Professor na Universidade

Federal do Pará (UFPA).

licurgo.brito@gmail.com

Resumo: Nesta comunicação apresentamos uma pesquisa desenvolvida com uma turma do ensino médio de uma escola da rede federal de ensino da cidade de Manaus. O objetivo da pesquisa foi avaliar qual o papel exercido pelos conhecimentos prévios para elaboração de hipóteses em questões abertas no ensino de física. Constatamos que o conhecimento prévio é uma condição necessária, mas não suficiente, pois possibilitou ao alunado formularem as hipóteses embora, em sua maioria, elas não estivessem adequadas ao que é posto pela física. Isto indica que o senso comum foi o conhecimento mais utilizado para formulá-las ao invés do conhecimento científico, como esperado.

Palavras-chave: Ensino de física. Questões abertas. Elaboração de hipóteses.

Abstract: We present in this communication a research developed with an integrated high school class of a school of the federal education network in Manaus city. The aim of the research was to evaluate the role played by previous knowledge in the hypotheses elaboration in open questions in physics teaching. We found that previous knowledge is a necessary but not sufficient condition, since it enabled the student to formulate the hypotheses although, for most of the part, they were not adequate to physics purpose. This indicates that common sense was the most widely used knowledge to formulate them rather than scientific knowledge, as expected.

Keywords: Physics teaching. Open questions. Hypotheses elaboration..



1 INTRODUÇÃO

O grande valor atribuído ao desenvolvimento científico-tecnológico na contemporaneidade tem provocado uma grande preocupação para com uma educação científica de qualidade. Espera-se que a devida qualidade com a educação científica esteja, dentre outras coisas, em comunhão com o rompimento dos paradigmas do ensino livresco e da ciência neutra.

São objetivos mesmo da educação científica, além do ensino de conteúdos teórico-científicos inerentes às ciências naturais, o desenvolvimento das habilidades exigidas por esta área do conhecimento, tais como: a reflexão, o raciocínio lógico e a resolução de problemas (POZO; CRESPO, 2009).

Do ponto de vista metodológico, dentre as várias possibilidades existentes de metodologias ativas de ensino e aprendizagem, – tão ressaltadas na contemporaneidade – as atividades investigativas vêm se mostrando bastante eficientes (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013; SUART et al., 2010).

As atividades investigativas foram responsáveis por significativas mudanças nos sistemas educacionais europeu e norte-americano; estão em consonância com os objetivos da educação científica atual, e vem sendo bastante utilizada no ensino básico nos últimos 10 (dez) anos aqui no Brasil (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

No âmbito escolar, as atividades investigativas além de atenderem os objetivos da educação científica – que consiste em desenvolver as habilidades de investigação – também tem função didático-pedagógica, assim como toda e qualquer metodologia de ensino-aprendizagem centrada no aluno, favorecer/desenvolver a autonomia do alunado na aquisição do conhecimento por meio da “ação”; ação esta que se dará por meio de um processo de investigação (CARVALHO, 2014).

Portanto, diante desta estreita relação entre os objetivos da educação científica e do pressuposto da aprendizagem ativa, ambos inerentes as atividades investigativas, fica fácil ver porque tal atividade tornou-se atraente aos olhos dos professores, pesquisadores e educadores. Existem várias possibilidades metodológicas de atividades investigativas. Dentre elas citamos as seguintes: as questões abertas, os problemas abertos, as demonstrações investigativas e o laboratório aberto (CARVALHO, 2014).

Interessa-nos, particularmente, as questões abertas. Este tipo de metodologia visa que o alunado responda a uma situação-problema usando, apenas, conceitos científicos; não lhes exigindo perícia alguma no aspecto matemático ou experimental para o problema ser resolvido (WILLINGHAM, 2011; CARVALHO, 2014).



A despeito das habilidades a serem desenvolvidas pelas atividades investigativas e, particularizando-as ao contexto desta comunicação, a formulação de hipóteses é a habilidade a desenvolver em que colocamos o acento, pois exige grande demanda cognitiva; sobretudo, quando o sujeito em questão é o alunado noviço. Entenda-se aluno noviço, aquele que ainda não tem referencial teórico algum para enfrentar problemas de natureza científica que se põe diante de si, e/ou tem pouca experiência para lidar com eles (STERNBER; STERNBER, 2016; WILLINGHMA, 2011).

Sintetiza-se o objetivo deste trabalho através da seguinte questão: até que ponto o conhecimento prévio conceitual poderá ajudar o alunado no processo de elaboração de hipótese por meio de questões abertas no ensino de física?

Para este fim e levando-se em consideração a necessidade de se desenvolver metodologias que atendam aos objetivos da educação científica, especialmente, no que tange ao desenvolvimento de habilidades, apresentamos nesta comunicação, os resultados de uma pesquisa qualitativa – do tipo pesquisa de campo – que foi realizada com uma turma de alunos noviços do 1º ano do ensino médio que foi submetida a ciclos de atividades investigativas pelo professor de física.

2 QUESTÕES ABERTAS E SUA FUNÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino por investigação é uma abordagem didática que remonta ao começo do século XX e, desde então, vem sendo utilizada no processo de ensino-aprendizagem das ciências. Esta abordagem emergiu como crítica ao modelo de ensino tradicional (comportamental) que não viabiliza a ação e nem desenvolve a autonomia do alunado para com aquisição de conhecimento (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Sabe-se que em educação o termo “investigação” é polissêmico. Autores, professores e pesquisadores da educação lhes atribuem diferentes significados quando utilizado em diferentes contextos no âmbito escolar (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Contudo, diante do levantamento bibliográfico feito para compor este trabalho, conseguimos sintetizar alguns pontos convergentes como segue abaixo.

Primeiro, notamos que há um distanciamento entre a ciência praticada pelo cientista daquela ensinada nas escolas. A investigação pretende diminuir esta distância por meio de metodologias que se valem de algumas etapas do fazer ciências do cientista.



Segundo, as atividades de investigação têm o objetivo de transformar o alunado no agente ativo da construção do próprio conhecimento. Entretanto, apesar do alunado imerso em uma investigação, as etapas do método científico não devem ser seguidas algoritmicamente. Deve haver um processo dialético entre professor-aluno-objeto.

E terceiro, todas as atividades de investigação começam com situações-problema, não triviais, em que o alunado não conseguirá resolvê-las de maneira automatizada, apenas recorrendo para memória. É próprio da investigação obter subsídios para resolvê-la.

A esta altura do texto faz-se necessário oferecer algum esclarecimento para o leitor sobre qual atribuição de sentido damos ao termo “investigação” quando inserido no contexto escolar. Para tanto, tomaremos como ponto de partida os três pontos de convergência elencados acima.

A aproximação do “fazer ciência” do cientista como exposto no primeiro ponto convergente, deve ser pensada com cautela. O “fazer” quando transposto diretamente para o contexto escolar deve ser sinônimo de “praticar”. Praticar ciências sobre a supervisão do professor. Nem o alunado, e nem mesmo o professor, têm formação para ocuparem o lugar do cientista. Chevallard (1991) argumenta por meio de uma das regras de sua teoria da transposição didática que: o conhecimento que chega às escolas deve ser consensual. Entendemos que a escola básica não tem como fim último a produção de conhecimento científico. Ela é sim, o lugar para ensiná-lo e aprendê-lo. Defendemos este posicionamento. Não negamos a possibilidade de que isto possa acontecer; contudo, não é este o fim último da escola.

Vem que, do segundo ponto, a ação de investigar do alunado se deve a realização de pequenas pesquisas no contexto escolar que devem combinar conteúdos conceituais e procedimentais. Como argumenta Crato (2014) a investigação incentiva/favorece a busca pela autonomia do alunado para aquisição do conhecimento, mas não consiste em fazê-lo construir conhecimento novo ou até mesmo (re)construir o conhecimento consensual partindo do zero.

Finalmente, do ponto três, a escolha do problema aberto deve ser proposta pelo professor – uma vez que é responsabilidade dele fazer o planejamento de como se desenvolverá toda a atividade de investigação. A mediação do professor é decisiva, pois do contrário, a atividade deixa de ter o almejado caráter dialético é tornar-se-á um mero ensino por descoberta. Não somos adeptos de metodologias cuja base epistemológica seja o construtivismo radical e/ou o apriorismo. Becker (2002) argumenta que o papel básico do professor é fazer intervenções e Crato (2014) diz que não entende qual é o papel do professor em sala de aula quando ele não pode, sequer, fazer intervenção. Estamos de acordo com ambos.



Dentre as possíveis metodologias inseridas teoricamente no ensino por investigação utilizaremos as questões abertas que correspondem a problemas científicos, colocadas por meio de situações-problemas, quase sempre contextualizadas para facilitar sua adequação ao contexto escolar, mas que ainda não foram devidamente exploradas pelo professor. Como pontua Sternberg e Sternberg (2016) em uma situação como esta não existe resposta fechada (única) de modo que os alunos buscam solucioná-las através de um “processo investigativo”. Carvalho (2014) complementa dizendo que a investigação não deve levar em consideração o aspecto matemático e nem experimental, que são nativos das ciências naturais. Suart e colaboradores (2010) mostraram que as questões abertas são bastante apropriadas para o desenvolvimento de habilidades que são recrutadas durante o desenvolvimento de atividades de investigação.

Neste artigo, a habilidade inerente à atividade de investigação em que colocamos o acento é a elaboração de hipótese. O processo de elaboração de hipóteses é um processo cognitivo de alto nível, pois o proponente precisa conhecer o problema, compreendê-lo, transferir conhecimentos (habilidade aplicar) de outras áreas do saber para completar um mosaico em que se pode inserir o problema, propor outras hipóteses (analisar); diante da proposição de outras hipóteses deve-se fazer uma síntese a fim de escolher qual é a melhor, e isto se faz por meio de um julgamento ou pensamento crítico. (STERNBERG; STERNBERG, 2016; SUART et al, 2010; WILLINGHAM, 2011). Contudo, conclui-se que para o desenvolvimento desta habilidade específica, outras devem ser recrutadas.

Diante disto é fácil ver que as questões abertas têm função didático-pedagógica altamente relevante para o processo de ensino-aprendizagem em física.

3 METODOLOGIA

A pesquisa que apresentamos nesta comunicação é qualitativa do tipo pesquisa de campo (GIL, 2010) cuja a coleta de dados empíricos ocorreu no 1o semestre de 2017 com uma turma do Ensino Médio Integrado de Química do Instituto Federal do Amazonas (IFAM). A turma era formada por 30 alunos cuja faixa etária oscilou entre 14 e 16 anos.

A pesquisa se valeu de diversos instrumentos de coleta e geração de dados qualitativos tais como: questionários com perguntas fechadas e da escala Likert (GIL, 2010), entrevista semiestruturada (de BARROS; LEHFELD, 2014; GIL, 2010; MENGA; ANDRÉ, 2013), além das observações livre e participante (GIL, 2010; MENGA; ANDRÉ, 2013). A metodologia empregada na pesquisa dividiu-se nas seguintes etapas abaixo:



3.1. (A) PRIMEIRA ETAPA (AULA 1):

Nesta primeira etapa da pesquisa conversamos com a turma sobre o que iria acontecer e qual era o propósito de estarmos ali com eles.

Tomamos o cuidado de averiguar qual(ais) conhecimento(s) o alunado já havia adquirido sobre o assunto de cinemática da partícula, em especial, sobre o lançamento de projéteis ou lançamento oblíquo (ou movimento em duas dimensões). Para tanto, conversamos com a turma, de maneira informal, sobre o assunto escolhido e lhes solicitamos que respondessem um questionário diagnóstico (quadro 1) – que é uma espécie de check list – constando os fatos científicos relevantes para o entendimento do movimento bidimensional (PIETROCOLA et al., 2014; NUSSENVEIG, 2013). A construção do questionário diagnóstico teve o consentimento e a participação do professor da disciplina.

Quadro 1: Questionário diagnóstico.

<p>Questionário <i>check list</i> : conhecimentos prévios. Caro aluno segue abaixo uma lista de fatos científicos relevantes para o entendimento do lançamento em duas dimensões. Indique quais dentre eles vocês conhecem.</p> <p>(a) A componente horizontal do movimento se mantém constante ao passo que a componente vertical varia com o tempo. Temos um movimento uniforme na horizontal e movimento uniformemente variado na vertical.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p>(b) Considerando apenas o movimento na vertical temos, na subida, um movimento retardado, até atingir a altura máxima, onde a velocidade vertical é zero e, na descida, o movimento é acelerado. Sobe retardado e desce acelerado.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p>(c) Para lançamentos em que as posições inicial e final estão no mesmo plano, o tempo de subida é igual ao tempo de descida.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p>(d) As equações do lançamento bidimensional ou oblíquo só se aplicam para distâncias menores que o raio da terra.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p>(e) O alcance é o mesmo para ângulos complementares.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p>(f) O lançamento oblíquo estudado, da maneira que exposta nos livros textos, é uma combinação de movimentos desacoplados. Assim, o papel da força de resistência do ar e acoplá-los.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não.</p> <p style="text-align: right;">Obrigado pelas respostas.</p> <p style="text-align: center;">Fonte: Campos et al. (2017).</p>

A escolha do assunto lançamento oblíquo pareceu-nos muito oportuna, pois se apresenta com algum grau de dificuldade e apresenta-se com grandes possibilidades de explorá-lo por meio de diversas situações interessantes. (PIETROCOLA et al., 2014).



Ainda nesta fase fizemos uma entrevista com o professor da turma para investigarmos qual(ais) a(s) metodologia(s) era(m) utilizadas com maior frequência em suas aulas.

Aplicamos, também, um segundo questionário com escala Likert para de sabermos qual metodologia de ensino empregada lhes facilitavam mais a aprendizagem (tabela 1). Isto nos ajudou a decidir que metodologia de ensino-aprendizagem empregar.

3.2. (B) SEGUNDA ETAPA (AULAS 2 E 3):

Nesta etapa apresentamos alguns vídeos e imagens sobre situações reais que envolviam movimentos balísticos em duas dimensões; como exemplo: os jogos de futebol e lançamento de foguetes – com o fim de contextualizar a pergunta aberta que lançaríamos posteriormente para turma: “Como uma bola de futebol, uma vez chutada, conseguirá atingir a máxima distância, ao atingir o solo?”.

Observe-se que esta pergunta, à primeira vista, não se parece com uma questão aberta. Entretanto, a palavra distância não especifica se é na horizontal ou vertical; ademais, não especificamos, propositalmente, se o lançamento da bola seria em um meio resistivo ou não. Deste modo, o alunado precisaria decidir em que condição iria elaborar suas hipóteses: lançamento em meio resistivo ou não.

Para respondê-la dividimos a turma em equipes (duplas) e lhes explicamos que deveriam escrever até duas hipóteses para responderem o problema, sem apelarem para as equações da cinemática e nem mesmo a recursos experimentais do laboratório. Estas hipóteses deveriam ser entregues até o final da aula – cada aula com 50 minutos de duração.

3.3. (C) TERCEIRA ETAPA:

Nesta etapa fizemos as análises das hipóteses elaboradas pela turma de acordo com a análise de conteúdo, como vemos em Menga e André (2013), em de Barros e Lehfeld (2014), e pelas categorias propostas por Kasseboehmer e Ferreira (2013). Segundo os últimos autores citados, as hipóteses podem ser classificadas como:

(a) hipótese coerente: é aquela que o alunado atende o solicitado pela questão, e utiliza conceitos científicos de maneira adequada, sem erro conceitual;

(b) hipótese pouco coerente: é aquela que alunado atende ao que foi solicitado pela questão, mas aparecem erros conceituais;

(c) não coerente: o alunado nem atende ao que foi solicitado e nem usa conceitos científicos.

4 RESULTADOS

4.1. ANÁLISE DA ENTREVISTA COM O PROFESSOR E DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA:

A transcrição da entrevista feita com o professor encontra-se no quadro 2. Constatamos que o professor já havia submetido à turma a algumas atividades investigativas do tipo questão aberta. Mais que isto, o professor costuma diversificar seu *modus operandi* em sala de aula se valendo de diferentes metodologias de ensino-aprendizagem.

Pela análise do questionário com escala Likert respondido pelo alunado, as atividades investigativas ficaram em segundo lugar; indicando que esta metodologia é a segunda que mais lhes facilitam a aprendizagem em física.

Quadro 2: Entrevista com o professor.

Pesquisador (P): De quê maneira você costuma ministrar suas aulas de física?
Professor (PI): <i>De várias maneiras. Analiso o assunto antes e vejo a maneira em que fica mais tranquilo ensinar pra classe. Às vezes passo até filme se no meu entendimento (...) pensar que vai ajudar. Sempre converso com eles, deixo eles bem a vontade pra perguntar quando tiverem dúvida. Não tem um jeito único sabe?, depende do assunto mesmo.</i>
P: Qual metodologia você costuma empregar com maior frequência em suas aulas? É claro que já entendi que você costuma diversificar, mas dentre as possibilidades empregadas por você; qual até agora, foi mais utilizada com esta turma?
PI: <i>Bem, atividades práticas com material de baixo custo, eu utilizei muito. Acho legal fazer as coisas na sala de aula mesmo. Os alunos gostam muito de atividade prática. Já utilizei video aula também, pois não gosto muito do nosso livro texto. Mas gosto muito de começar minhas aulas com perguntas abertas. Às vezes faço isto no laboratório também. Aprendi numa disciplina do mestrado. Então acho que as atividades investigativas foi que mais usei até agora. Não uso muito o laboratório porque eles já têm muitas aulas de laboratório devido ao curso que eles fazem.</i>
P: Professor você fez mestrado em educação? Quais tendências pedagógicas você conhece e costuma utilizar em suas aulas de física?
PI: <i>Não. Não fiz mestrado em educação. Mas fiz uma disciplina relativa à docência para obter horas em disciplinas optativas no mestrado. Não conheço, na verdade, muitas tendências pedagógicas, sei apenas o nome de algumas delas: resolução de problemas, aprendizagem por descoberta, aprendizagem pela pesquisa, metodologias ativas da aprendizagem. (...) esta última eu estudei um pouco e procuro trabalhar com ela. Mas, em geral minhas aulas são tradicionais mesmo.</i>
P: O senhor disse acima que utiliza muito as atividades investigativas. Então costuma usar as questões abertas assim como as aulas tradicionais como metodologias de ensino com maior frequência que as demais?
PI: <i>Isso, mas as questões abertas eu costumo usar mais com esta turma. Funciona melhor nesta turma; nas outras nunca deu muito certo, não. As questões abertas ... já fiz várias vezes com os alunos desta turma. Eles nunca reclamaram. Hoje acho que até gostam.</i>

Fonte: Campos et al. (2017).

Tabela 1: Ranking médio advindo da aplicação da escala *Likert*.

Metodologia	Ranking Médio
Laboratório didático	4,5
Atividades investigativas	3,4
Vídeo aulas de curta duração	3,3
Experimento virtual	3,2
Aula expositiva dialogada contextualizada	3,0
Instrução direta (tradicional)	1,7
Leitura de livros didáticos e/ou paradidáticos	1,3

Fonte: Campos et al. (2017).

Vemos que as atividades práticas no laboratório didático ficaram em primeiro lugar no ranking médio. Logo, segundo o alunado respondente do questionário esta sim, é a metodologia que traz maior benefício para aprendizagem. As aulas tradicionais que faziam parte da praxe do professor ocuparam somente o quinto lugar (tabela 1).

Que as aulas do tipo palestra (o professor fala e o alunado ouve, apenas) não atraem o alunado já é consensual; inclusive, alguns autores, como Pozo e Crespo (2009), apontam que este modelo de ensino é um dos grandes responsáveis pelo fracasso no ensino de ciências, e da física em particular.

Entendemos que os alunos optaram, em sua maioria, pela metodologia de laboratório didático, devido à natureza do curso de química que, de acordo com o depoimento do professor (Quadro 2), têm muitas aulas de laboratório. Contudo, não foi possível, da maneira pela qual os instrumentos de coleta de dados foram utilizados, percebermos se, as atividades práticas utilizando materiais de baixo custo – muito utilizados pelo professor – tiveram papel decisivo na escolha do alunado. Isto, pois, não avaliamos de que maneira, exatamente, o professor conduzia as atividades utilizando materiais de baixo custo; se foram práticas guiadas ou de investigação (CARVALHO, 2014; SUART et al., 2010).

É quase um dogma que as atividades práticas experimentais são eficientes em facilitar a aprendizagem. Apesar disto, não se sabe até hoje, qual o verdadeiro papel das atividades experimentais no ensino de ciências, e da física em particular. Por isto mesmo, estamos de acordo com Bassoli (2014) quando diz que o seu papel se parece mais como um mito do que um dogma.

Extraímos do questionário diagnóstico (vide quadro 1) que a turma conhecia 70% dos fatos científicos que constava no questionário, pois 70% das respostas foram sim. Portanto da triangulação entre entrevista com o professor e da aplicação dos questionários decidimos fazer esta investigação a fim de avaliar qual o papel do conhecimento prévio para o processo de elaboração de hipóteses.

4.2. ANÁLISE DAS HIPÓTESES PROPOSTAS PELOS ALUNOS:

Apenas 12 (24 alunos) duplas fizeram a atividade de elaboração de hipóteses. Partimos do pressuposto de que, para solucionarem a questão aberta proposta seria suficiente os conhecimentos prévios – fatos científicos que constam no quadro 1 – estivessem armazenados na memória de longo prazo do alunado e as aulas ministradas pelo professor. (WILLINGHAM, 2011).

Após a segunda etapa da pesquisa, o alunado deveria ter inferido de que, a distância de que se fala na questão aberta é, de fato, uma distância horizontal. Na horizontal, a maior distância que um projétil alcança é chamado de alcance. Para meio não resistivo, o alcance depende, apenas, da velocidade de lançamento e do ângulo de lançamento. (NUSSSENVEIG, 2013).

$$A = (v_0^2/g).(\sin(2a)) \quad (1)$$

Vemos da tabela (2) que algumas duplas propuseram duas hipóteses outras não. Além disto, dado que as hipóteses foram elaboradas constata-se disto que, os fatos científicos armazenados na memória de longo prazo do alunado promoveram desafogo esperado na memória de trabalho evitando sua sobrecarga. (WILLINGHAM, 2011; STERBERG; STERNBERG, 2016).

De acordo com a equação (1) o alcance – em condições ideais – para o mesmo ângulo de lançamento, será maior quanto maior for à velocidade de lançamento. O contrário não se verifica: para a mesma velocidade de lançamento, maior será o alcance quanto maior for ângulo de lançamento.

O alcance é máximo para o ângulo de 45 graus e para ângulos complementares mantem-se o mesmo. Para ângulos maiores que 45 graus de nada adianta aumentar a velocidade de lançamento que o alcance não aumentará. (PIETROCOLA et al., 2014).

O ângulo, que é uma variável relevante para o alcance, apareceu pela primeira vez na hipótese do grupo H e, consecutivamente, pela hipótese do grupo K. O grupo H não utilizou o ângulo de maneira correta em sua hipótese, pois, por exemplo, um ângulo de 75 graus tem um alcance menor que 45 graus, para mesma velocidade de lançamento.

Apenas o grupo K utilizou-se do fato científico de que com o ângulo de 45 graus tem-se o maior alcance (tabela 2). Contudo, apesar disto, a hipótese como um todo, não está coerente pelo fato de estar muito confusa. A dupla não soube relacionar devidamente os termos força, velocidade e aceleração.



Vê-se na tabela (2) que, pela contagem de palavras (termos) mais utilizadas nas hipóteses (DE BARROS; LEHFELD, 2014; MENGA; ANDRÉ, 2013), tem-se o seguinte: o termo força apareceu 14 (quatorze) vezes, seguida de velocidade – fazendo alusão à velocidade inicial ou de lançamento ou rapidez – que apareceu 8 (seis) vezes, além de energia e impulso 5 (cinco) vezes.

Isto mostra que os alunos atribuem ao termo força o principal fator explicativo para a questão aberta de modo que fizeram-se emergir algumas relações envolvendo o termo força como: força-energia, força-impulso e força-distância. Para o termo velocidade apontamos as relações: velocidade-força, velocidade-energia, impulso-velocidade, velocidade-distância. Vamos nos deter, apenas, nas relações estabelecidas pelo termo força. Isto é suficiente devido à superposição de possibilidades que podemos combinar os termos que mais se repetiram força, velocidade e impulso.

A relação força-energia foi estabelecida pelos grupos A, B(1) e F. O grupo A põe que força e energia são requisitos para que a bola seja chutada com máxima velocidade. Assim como o grupo A, o grupo B(1), também entende que força e energia são entidades físicas diferentes, pois como vemos na hipótese (1): “o jogador deve aplicar o máximo de força e energia...”. Por sua vez o grupo F explica que a quantidade de energia absorvida pelo jogador é transferida para bola causando assim um grande impacto (força); ou seja, a relação força-energia se estabelece no momento da interação pé-bola.

A grandeza energia não havia sido apresentada para turma e foi interessante que, apesar disto, a dupla tenha intuído que a bola iria receber a energia do jogador que a chutava após efetuar uma corrida em sua direção. Mas, mesmo assim, o termo energia não foi suficiente para responderem adequadamente à questão, pois de nada adianta transferir grandes quantidades de energia para bola se o chute se realizar com pequenos ângulos como discutimos anteriormente.

Tabela 2: Hipóteses elaboradas pelo alunado da turma.

Grupo	Hipótese
A	No momento em que o jogador for chutar a bola ele necessita ter força e energia para que a bola saia com sua velocidade máxima. Quando o jogador chuta a bola ele usa a força que obteve energia.
B	(1) O jogador deve aplicar o máximo de força e energia possível na parte inferior da bola para ela levantar e atingir a maior distância possível; (2) Impulso que o jogador faz para colaborar para que a bola chegue mais rápida e com mais força ao destino; para conseguir impulso, deve ser percorrida uma distância x .
C	(1) A altura influenciará muito na distância, pois caso chute a bola para cima, a bola alcançará uma altura grande, porém não irá muito longe; (2) O movimento do jogador também influenciará; caso o jogador chute à bola parado, a bola terá menos impulso e o chute sairá com menos força, caso o jogador corra para chutar a bola, terá mais impulso e o chute sairá com mais força.



D	(1) Partindo do princípio de um ambiente fechado, a sem influência do ar, a bola não tem modificação da sua velocidade; (2) Em uma quadra plana um jogador correndo em direção a uma bola parada acertando-a um pouco abaixo do centro fará com que ela suba e atinja uma distância maior.
E	Exercendo uma maior força sobre a bola.
F	Enquanto a pessoa corre, ela [a bola] acaba recebendo energia em seu corpo, e no final, quando ela chuta a bola, transfere a energia obtida para a mesma, causando assim um forte impacto e fazendo com que a bola atinja uma distância maior.
G	(1) Correr para pegar velocidade e assim chutar a bola, para percorrer uma longa distância; (2) Força ao chutar a bola, fazendo assim que ele percorra o máximo de distância para chegar ao solo.
H	(1) Quanto maior o ângulo maior é a distância; (2) A velocidade e o sentido do vento podem influenciar na distância máxima que a bola pode alcançar.
I	Existem duas forças presentes no ato de chutar a bola. A força potencial, quando o jogador chuta a bola; e a força gravitacional, que ocorreu quando a bola chegou a sua altura máxima e foi afetado pela gravidade. Levamos em conta que a bola terá que ser chutada para cima pra ter uma distância máxima.
J	(1) Depende da força aplicada sob o corpo, o mesmo irá sofrer o impacto e conseqüentemente irá se mover em linha reta na maior distância possível; (2) Quanto mais rápido o jogador correr, mais força ele terá acumulado dependendo da distância que ele irá percorrer para transferir para bola.
K	(1) Um jogador chuta a bola em um ângulo de 45 graus parado; a bola sairá do chão fazendo uma curva no ar e em seguida voltará para o chão, já com certa distância, devido a velocidade que o jogador chutar, a aceleração da bola que irá aumentar e em seguida ... ; (2) Dependendo da força e onde irá atingir a bola, a bola poderá chegar ao solo rapidamente ou não.
L	Um jogador ao deslocar-se ganha certa velocidade, que ao colidir com a bola de acordo com a orientação ganha impulso e pode atingir uma altura elevada.

Fonte: Campos et al. (2017).

Tabela 3: Hipóteses e suas categorias.

Categorias	Coerente	Pouco coerente	Não coerente
Grupos		A, B (1,2), C(1,2), D(2), E, F, G(1,2), H(1), I, J(1,2) e K(1,2)	D(1), H(2) e L.

Fonte: Campos et al. (2017).

Fisicamente a relação força-energia é dada pelo trabalho físico e pelo teorema trabalho-energia (PIETROCOLA et al., 2014; NUSSENZVEIGH, 2013):

$$W = \Delta E = \vec{F} \cdot \vec{d} \tag{2}$$

Fica auto-evidente pela equação (2) que se não há força (F), não há trabalho (W) e conseqüentemente não há mudança de energia (E); contudo não é sempre assim. Se o ângulo formado entre os vetores força (F) e deslocamento (d) for de 90 graus, há força (F), mas não há trabalho (W) e, em adição, não há energia (E).

A relação entre força-distância resumiu-se a “quanto maior a força, maior distância” como feito pelo grupo E, explicitamente. Esta relação foi estabelecida pelos grupos B(1), E, F, G, J e K(2). Porém, isto não responde à questão corretamente, pois de nada adianta aplicar uma



força com maior intensidade para pequenos ângulos. Contudo, foi neste sentido que as hipóteses propostas pelos grupos B, E, G e J foram formuladas.

A relação força-impulso apareceu duas vezes pelas hipóteses dos grupos B(2) e C(2). Foi interessante o uso que lhes foi dado ao termo impulso. Primeiro que, assim como energia, a grandeza física impulso ainda não havia sido apresentada para a turma. Segundo, o termo impulso foi utilizado como algo que pudesse ser transferido de um corpo para o outro; e isto não está correto. Fisicamente, o que se transfere é quantidade de movimento, ou seja, o movimento pode ser transferido de um corpo para o outro. Impulso não!

É só apenas em um curto intervalo de tempo, que o impulso, como uma medida da ação de forças impulsivas, é igual à variação da quantidade de movimento como vemos em (3). (NUSSENVEIGH, 2013).

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (3)$$

Desta forma, de acordo com as categorias propostas por Kasseboehmer e Ferreira (2013), ficamos com a configuração que consta na tabela (3) em que apresenta-se as seguintes situações:

(a) que não houveram hipóteses coerentes, o que está em concordância, de certa forma, com os resultados previamente obtidos por Kasseboehmer e Ferreira (2013);

(b) apesar da turma ter elaborado as hipóteses, isto não significa que estejam de acordo ao que a física estabelece como adequado;

(c) nas hipóteses pouco coerentes, foi verificado, acentuadamente, a utilização do senso comum, como pudemos observar das relações estabelecidas entre força-velocidade, força-impulso e força-energia;

(d) foi nas hipóteses não coerentes que apareceu a preocupação com o chute em meio resistivo como nos grupos D(1), H(2) e L; entretanto, as hipóteses se afastaram muito da resposta, pois não levaram em consideração nenhuma variável relevante para solução do problema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de hipóteses consiste em um dos primeiros passos do cientista quando se põe a investigar algum problema. Como argumentam de Barros e Lehfeld (2014) este processo é extremamente difícil e exige muita criatividade do pesquisador, sobretudo, quando lhe falta um referencial teórico claro, ou quando lhe falta perícia suficiente para utilizar algum.



Observe que estas são, exatamente, as mesmas condições em que se encontravam os sujeitos participantes da pesquisa que foi apresentada nesta comunicação – falta de perícia e ausência de referencial teórico claro.

Parece-nos óbvio que estes fatores se configuram como elementos dificultosos para o processo cognitivo de elaboração de hipótese. É exatamente por este motivo, que a elaboração de hipótese pode ser tomada como evidência mesma da transferência cognitiva, haja vista que, se o sujeito não consegue resolver um problema de maneira automatizada, é necessário que algum conhecimento teórico científico, ou do senso comum, seja recrutado em prol de resolvê-lo.

Contudo, só nos resta concluir o que ficou evidente da tabela (2): possuir os conhecimentos prévios (fatos científicos) armazenados na memória de longo prazo, não garantem que as hipóteses elaboradas tenham a qualidade exigida pelo que está estabelecido pela física.

Observou-se que não houveram hipóteses coerentes. Logo, o conhecimento prévio pode ser visto como uma condição necessária, mas não suficiente para que o alunado tenha sucesso no enfrentamento de questões abertas.

O professor, precisa estar atento para a qualidade conceitual contida nas hipóteses, e uma vez que identificada à mesma condição apresentada nesta comunicação – sem hipóteses coerentes – busque-se alternativas para sanar as dificuldades conceituais apresentadas pelos alunos, até que todas as hipóteses apresentadas estejam na categoria de hipóteses coerentes; ou pelo menos a grande maioria delas.

As atividades investigativas apresentaram o dilema de ir à contramão do tempo didático. Ficou evidente diante da prática adquirida com esta pesquisa que, a despeito da realização de atividades investigativas do tipo questões abertas, o tempo de aprendizagem foi bem maior que o tempo didático que tínhamos disponível para explorar o assunto de lançamento bidimensional.

Portanto, para evitar que o alunado perca o interesse em atividades investigativas sugerimos que o professor lhes submeta a outras atividades com o mesmo fim, porém, que leve em consideração as dimensões matemáticas e experimentais, tais como: os problemas abertos e o laboratório aberto, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Calor e Temperatura: um ensino por investigação**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.



CRATO, N. O “Eduquês” em Discurso Direto: uma crítica da pedagogia romântica e construtivista. Lisboa: Gradiva, 11^a ed., 2010.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Argentina, La Pensée Sauvage, 1991.

DE BARROS, A. de J. P.; LEHFELD, N. A. de S. **Projeto de Pesquisa**: propostas metodológicas. 23^a ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

GIL, A. Como elaborar projetos de pesquisa. 5^a ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, vol. 35 (2), 2013.

MENGA, L.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. 2^a ed. Rio de Janeiro: Gen, 2013.

NUSSENZVEIGH, H. M. **Curso de física básica, 1: mecânica**. 5^a ed. São Paulo: Blucher, 2013.

PIETROCOLA, M. (Org.) **Física em contextos**: pessoal, social e histórico, vol. (1). 1^a ed. São Paulo: FTD, 2011.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Psicologia cognitiva**. 2^a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia “Laboratório Aberto” para construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. **Química Nova na Escola**, vol. 32 (3), 2010.

WILLINGHAM, D. T. **Por que os Alunos não Gostam da Escola?** respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva. Porto Alegre: Artmed, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, vol. 13 (3), 2011.

Submetido em: 15 de outubro de 2017.

Aprovado em: 06 de dezembro de 2017.