



A CONCEPÇÃO DE ÂNGULO EM ALUNOS DOS 8º E 9º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL AO ESTUDAREM CINEMÁTICA

Juliana Rodrigues dos Anjos¹

Agostinho Serrano de Andrade Neto²

Educação Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental

Resumo: É realizada uma investigação utilizando, como estratégia didática, programação no software *Scratch*, associado com atividades lúdicas em uma escola pública Municipal do Rio Grande do Sul. Nosso ponto inicial é entender qual a concepção de ângulo em alunos dos anos finais do ensino fundamental ao estudarem cinemática. A pesquisa foi desenvolvida durante um projeto de licenciandos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) em uma escola do município de Canoas/RS, e teve a duração de um semestre. Após as atividades, os estudantes participaram de entrevistas semiestruturadas gravadas e seu discurso verbal e gestual foi analisado. A fundamentação teórica do estudo foi embasada na Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), a qual defende que o uso de mecanismos extra cerebrais auxilia o aprendizado. Após a análise dos resultados, os alunos foram separados em três grupos de acordo com a mediação externa trabalhada. Um grupo tinha clara evidência de representações oriundas da mediação hipercultural (*Scratch*), enquanto outro pela mediação psicofísica (atividades lúdicas) e um terceiro grupo produzia representações de ambas as mediações, separadas. Os resultados indicam que os alunos conseguem demonstrar a influência do ângulo de lançamento nos movimentos e as representações que cada aluno utiliza estão diretamente ligadas ao mecanismo de processamento externo trabalhado, tendo mais evidências para aqueles em particular que fazem uso tanto das mediações hiperculturais e psicofísicas, apontando que a estratégia didática utilizada tem o potencial de auxiliar no aprendizado de física em um nível de ensino em que esta disciplina, frequentemente, não é desenvolvida.

Palavras Chaves: Ensino Fundamental. Física. *Scratch*.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo vem se deparando com rápida evolução dos recursos tecnológicos e o fácil acesso aos mesmos. As tecnologias têm influenciado no comportamento das pessoas e segue modificando diversas áreas da sociedade; a educação, naturalmente, é um desses setores alterados pelo uso de novos equipamentos tecnológicos. O presente artigo tem como objetivo investigar o uso de uma estratégia didática baseada na utilização de um programa computacional para crianças – o *software Scratch* (RESNICK et al., 2009) – combinado com o suporte didático fornecido pelo desenvolvimento de atividades lúdicas em sala de aula, no ensino fundamental, para a aprendizagem dos conceitos da cinemática, no qual buscamos compreender as concepções dos alunos sobre ângulos de lançamento, ao

¹ Graduanda em Física - Licenciatura. Universidade Luterana do Brasil. juranjos@gmail.com

² Doutor em Física. Universidade Luterana do Brasil. asandraden@gmail.com

estudarem os tipos de movimentos. Também é esperado, naturalmente, inserir rudimentos de linguagem de programação neste nível de ensino.

O *Scratch* foi escolhido por ser uma linguagem gráfica de programação, gratuita, desenvolvida em dois mil e sete pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) que se constitui como uma linguagem de programação visual e permite ao usuário construir histórias, animações, jogos, simuladores e ambientes visuais de aprendizagem, assim possibilitando ao indivíduo desenvolver o seu pensamento criativo, o raciocínio lógico e sua curiosidade intelectual. A linguagem foi especialmente desenvolvida para o ensino de linguagem de programação a crianças, e foi traduzida para o português. O *Scratch* é considerado mais acessível do que outras linguagens de programação, pois além de não necessitar de um conhecimento prévio de outras linguagens, o processo ocorre de maneira intuitiva e de fácil compreensão, visto que a programação é efetuada em forma de blocos encaixados.

Esta pesquisa foi desenvolvida com a participação de discentes do projeto do PIBID de Física da Universidade Luterana do Brasil. A escola selecionada para execução do projeto é a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Paulo I, que está situada em uma área de vulnerabilidade social da cidade de Canoas, região metropolitana de Porto Alegre, no período do primeiro semestre de 2016.

Esta investigação toma como pergunta-chave: “Qual a concepção de ângulo em alunos dos 8º e 9º anos do ensino fundamental ao estudarem cinemática? ”. Para responder esta pergunta, duas perguntas auxiliares também precisam ser respondidas, a saber: “De que forma a interação com atividades lúdicas e/ou o computador e uma atividade de programação influenciam na representação da trajetória de um objeto, em alunos do ensino fundamental? Existem evidências que diferenciem *drivers* adquiridos por mediações diferentes, para a mesma definição de ângulos? ”. Para tanto, utilizamos como referencial teórico a Teoria da Mediação Cognitiva, que considera que o aprendizado ocorre predominantemente pela mediação de estruturas externas, conceituadas como ferramentas de processamento extra cerebral.

A TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA (TMC)

A presente pesquisa utilizou como eixo teórico a Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC) (SOUZA, 2004), que é uma abordagem à inteligência humana que tenta entender as mudanças cognitivas associados ao surgimento e disseminação de tecnologias de informação e comunicação ao longo das últimas décadas (SOUZA,

2004). A TMC visa proporcionar uma abordagem ampla para a cognição e é fundamentada em cinco premissas relativas à cognição humana e ao processamento de dados (SOUZA et al., 2012, p.2), das quais destacamos: “Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados”. Assim, podemos utilizar jogos de computadores ou linguagem de programação para complementar o aprendizado de conceitos físicos.

A capacidade do cérebro humano de complementar o processamento de informações com o uso de sistemas físicos organizados é, para os autores desta contribuição, uma das suas melhores características, e culmina com a invenção dos computadores. Com o surgimento da Revolução Digital, houve mudanças importantes nas sociedades e culturas de todo o mundo, influenciando o homem em níveis individuais e coletivos pelo impacto das tecnologias digitais sobre o pensamento, surgindo desse contexto uma nova cultura, a hipercultura.

A TMC tenta explicar os impactos que as tecnologias digitais têm sobre o pensamento humano, apresentando uma visão de que a cognição humana é o resultado de processamento de informações, onde uma boa parte do processamento é feito fora do cérebro, visto que este é limitado para processar todas as informações recebidas. Nesse sentido, utilizamos o processamento externo por meio da interação com estruturas do ambiente para aumentar a capacidade de processamento de informações.

METODOLOGIA DIDÁTICA

Primeiramente, foi apresentado aos alunos, com o auxílio de *slides*, o que seria abordado durante o projeto, quais os conteúdos, atividades, dias e horários em que os encontros aconteceriam – no contraturno das aulas. Desta forma, os estudantes estavam convidados a participar e aos interessados era necessário apenas comparecer as aulas.

O planejamento de aula validada (ANJOS; SERRANO, 2016) indicava que os estudantes participaram de aulas referentes ao programa *Scratch*, onde entenderam como utilizariam este *software* e construíram pequenas simulações e jogos (de forma não guiada).

Nas aulas seguintes, foram explicados os conceitos de cinemática, como os tipos de movimentos (horizontal, vertical e oblíquo) e solicitado que os alunos realizassem aplicações no *software* utilizando conhecimentos advindos das aulas

teóricas. Dentro destas, os estudantes realizaram rotinas, que demonstravam lançamentos e pequenos jogos. Durante estas construções, em grupos, aplicamos um guia de atividades, para facilitar a construção de um programa que simula os movimentos (incluindo as respectivas equações). Assim, realizou-se as atividades envolvendo a cinemática no *software Scratch*. O conceito de Ângulo foi visto justamente quando os alunos iniciaram as aplicações da cinemática no programa, pois, para o movimento oblíquo era necessário inserir uma “variável” que nomeamos de ÂNGULO, a qual poderia ser modificada durante a simulação. Também foram criadas atividades lúdicas, visto que são alunos do ensino Fundamental, e se fez necessário um suporte para o entendimento dos conceitos, que se constituíram de arremessos de peças Lego e bolas.

Com estas duas aplicações (*Scratch* e atividades lúdicas) os estudantes poderiam associar o programa, mediação hipercultural, com as brincadeiras, mediação psicofísica, de acordo com o nosso referencial teórico. Assim como, adquiriram conhecimento com o contato com os PIBIDianos, por meio de conversas (mediação social), além das aulas normais, nas quais tinham contato com livros didáticos (mediação cultural).

METODOLOGIA DE PESQUISA

Para realização do projeto que deu origem a este trabalho, foram convidados os alunos com idade entre 13 e 15 anos, das turmas de 8º e 9º anos do ensino fundamental, para irem até a escola à tarde. Nossa metodologia de pesquisa consistiu na criação de atividades no programa *Scratch*, guiadas por um roteiro elaborado pelos integrantes do PIBID, e um pós-teste – onde foi perguntado aos estudantes sobre os assuntos trabalhados em aula. Em seguida, ao final do projeto, realizamos uma entrevista semiestruturada e gravadas em vídeo com todos os alunos participantes. Esta metodologia já foi utilizada em outros trabalhos (TREVISAN; SERRANO, 2016).

Finda a coleta de dados, os vídeos das entrevistas foram transcritos, as gravações foram revistas e uma análise gestual dos estudantes pode ser realizada. Assim, além dos pós-testes tínhamos seis entrevistas (gravadas) semiestruturadas, com as quais, obtivemos um total de 27:95min de gravação, dessas usamos neste artigo três gravações (18:25min). Da análise gestual, contamos com 63 tipos de gestos descritivos diferentes, realizados por todos os alunos, para a análise referente ao ângulo, analisamos um total de 49 gestos e demonstramos 6 gestos dos três alunos destacados neste artigo. Nossa metodologia é essencialmente qualitativa, pois

observamos o significado local das ações de cada estudante (ERICKSON, 1985). Ao mesmo tempo, a análise de gestos descritivos segue a base metodológica de Clement e Stephens (2010), em que é possível identificar padrões de gestos descritivos (gestos utilizados para descrever algo imaginado) e relacioná-los com os conhecimentos implícitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Por exemplo, as sequências de imagens, discutidas mais adiante, nas figuras 1 e 2 ilustram um discurso gestual realizado por um estudante participante do projeto e este discurso está diretamente conectado a uma imagem mental dinâmica. O aluno, ao relatar uma atividade, realiza um gesto descrevendo o que está imaginando. Estas imagens podem ser interpretadas pela natureza do discurso gestual combinada com o discurso verbal transcrito¹. Durante a análise, percebemos que estas imagens correspondem a um *driver*² advindo de uma atividade lúdica, por nós denominado “#AF”, ou “Ângulo Fechado”. Dessa forma procedemos para todas as outras instâncias de análise gestual codificadas, sempre as nomeando de acordo com o tipo de mediação realizada que ofereceu ao estudante aquela imagem mental.

RESULTADOS

Durante a análise dos dados, três grupos emergiram naturalmente no processo de estudo qualitativo: o grupo que relaciona as definições de ângulo com as atividades lúdicas (Grupo I), o que utiliza como modelo as trajetórias vistas e manipuladas no *software Scratch* (Grupo II) e o que apresenta as observações sobre o ângulo, tanto através do *software Scratch*, como nas atividades lúdicas (Grupo III). Note que, para ser considerado um relato ou a demonstração de uma atividade realizada relacionada a um conceito físico, o estudante deveria utilizar discurso verbal e gestual combinado que evidenciasse a geração de imagens mentais estáticas e/ou dinâmicas adquiridas/desenvolvidas durante a mediação específica, como iremos discutir.

Grupo I – Representações oriundas de mediação psicofísica

O primeiro grupo tem como característica em comum, o fato que durante as entrevistas os alunos mencionaram exclusivamente as atividades lúdicas, para representar o que estava sendo perguntado, tendo como referência os mecanismos

¹ Todos os diálogos estão escritos exatamente da forma que os discentes e/ou docentes relataram durante as entrevistas.

² Aqui nos referimos a “driver” no sentido utilizado dentro da TMC, ou seja, uma “simulação mental” que pode ser estática ou dinâmica, tal como explanado no referencial teórico.

externos com os quais interagiram no decorrer do projeto. Dentre as diversas práticas realizadas, os alunos participaram de arremessos de uma bola (de borracha), demonstrando os diferentes tipos de movimentos e uma brincadeira de “alvo” com peças de Lego, exemplificando a mudança na trajetória de um objeto ocasionada pelo ângulo de lançamento, onde os alunos tinham que acertar as peças em uma caixa de uma determinada distância.

Para análise dos resultados, referentes as concepções de ângulos, destacamos e descrevemos um aluno, que na pesquisa nomeamos A6. O aluno A6 participou apenas de atividades lúdicas, pois chegou ao final do projeto e teve pouco contato com o *software Scratch*, sendo assim, seu discurso é direcionado para as brincadeiras em sala de aula. Como por exemplo, na atividade em que foi relatada pelo estudante A6, os alunos tinham que arremessar as peças em diferentes posições, ou seja, movimentando os braços, com o intuito de acertar uma caixa de papel.

A análise foi baseada na entrevista semiestruturada realizado ao final das atividades na escola e um pós-teste, como já mencionada na metodologia. Nos trechos de entrevista, que estarão ao longo da pesquisa, utilizamos “E” para se referir ao “Entrevistador” e “A” para o(a) “Aluno(a)”.

“E: ...Como funciona essa coisa de ângulo?”

A6: Ângulo é a mesma trajetória que o objeto faz, quando tu joga ele, se for mais fechado o objeto...Se tu tocar ele muito para baixo [05:37, #AF], muito fechado, ele não vai pegar muita distancia.

E: Certo.

A6: Se tu tocar mais aberto [05:42, #AAB], ele pode pegar mais distancia.

E: Quando tu está falando para mim, tu está imaginando o que? Tá saindo um objeto da sua mão?

A6: Uma bola de tênis.

E: Uma bola de tênis. Tu imaginou isso ou não precisou imaginar?

A6: (Gesticula positivamente a cabeça). Mas nas aulas a gente pegou uma pecinha de Lego e a gente tocava em uma caixa.” [sic]

Figura 1 – Nas imagens abaixo, o aluno demonstra como seria a trajetória de um objeto, caso o ângulo fosse mais fechado. Para isso, realiza um movimento para frente e pra baixo, com o braço direito e a palma da mão voltada para baixo. (#AF).



Fonte: A pesquisa (2016)

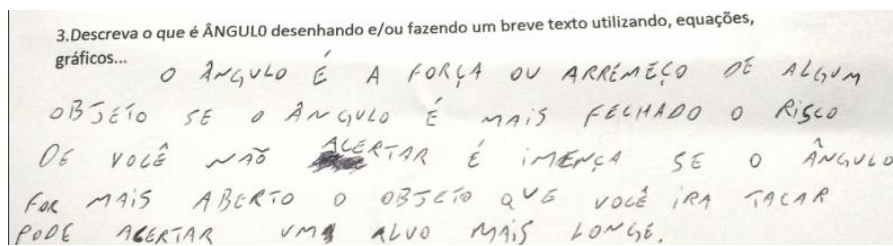
Figura 2 – Nas imagens abaixo, o aluno demonstra como seria a trajetória de um objeto, caso o ângulo fosse mais aberto ou maior. Com o braço direito, ele realiza um movimento simulando o arremesso de objeto, 'jogando' para cima e caindo. (#AAB).



Fonte: A pesquisa (2016)

Este grupo, não faz referências ao *Scratch* e fica limitado às práticas em sala de aula. Portanto, podemos afirmar que o grupo compreendeu os assuntos desenvolvidos no projeto, através de participações em atividades lúdicas (mediação psicofísica). Ao analisar os discursos verbal e gestual do estudante A6, percebemos que o aluno realiza gestos que descreve um movimento parabólico, movimentando o braço para cima e para frente. O gesto que ele produziu estava relacionado com a atividade lúdica que menciona no decorrer da entrevista e, conseqüentemente, com o ponto de vista do aluno em relação ao objeto lançado, demonstrando que possui um *driver* advindo da atividade lúdica realizada em sala de aula.

Figura 3 – Pós–teste realizado pelo estudante A6, no qual tinha que descrever o que é ângulo.



Fonte: A pesquisa (2016).

Acima, destacamos o pós-teste do aluno A6, no qual fica mais evidente a sua percepção de ângulo baseado em atividades lúdicas, pois o aluno descreve os arremessos de objetos realizados em sala de aula. Com as análises, nas quais o estudante consegue construir *drivers*, oriundos exclusivamente das atividades lúdicas, é notório que o uso destas brincadeiras proporciona o aprendizado de representações que auxiliam e dão suporte ao entendimento de conceitos de movimento em física, por meio de mediação psicofísica. Ao final das análises, identificamos 6 gestos descritivos individuais, realizados pelo estudante A6 pertencente a este grupo.

Grupo II – Representações oriundas de Mediação Hiper cultural

Para análise dos resultados, referentes a concepção de ângulo através de uma mediação hiper cultural, destacamos um aluno, que na pesquisa nomeamos de A3, o qual já possuía um breve conhecimento na área de programação e participou apenas das atividades no *software Scratch*. Durante as análises dos discursos verbais e gestuais, percebemos que os alunos deste grupo relatam apenas as simulações vistas e modificadas no programa, para exemplificar as questões sobre ângulo de lançamento. Dessa forma, afirmamos que o grupo adquiriu conhecimento referentes aos conceitos que foram propostos através do computador (mecanismo de processamento externo), por meio de uma mediação hiper cultural.

No decorrer da entrevista, o estudante realiza um discurso verbal referente aos tipos de movimentos vistos e simulados no *software*, sem produzir gestos diferenciando-os e ao relatar esses movimentos, utiliza-os para exemplificar a mudança de trajetórias dos objetos simulados ocasionada pelo ângulo de lançamento, produzindo gestos que descrevem os diferentes ângulos.

“E: Ótimo. Nesta parte da programação, tu se lembras dos tipos de movimentos diferentes que eles trabalharam?”

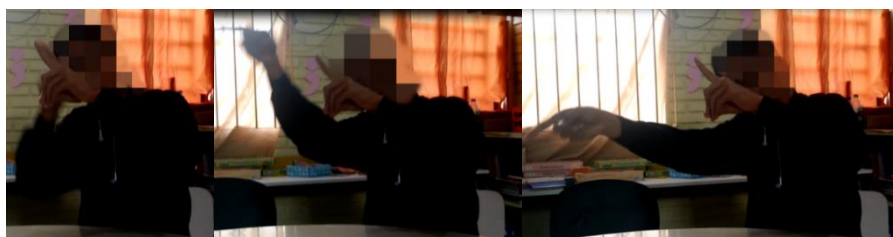
A3: *Era... Movimento oblíquo, movimento horizontal, vertical e no caso para lançar alguma coisa, que fazia com que mais perto de 90° mais reto a bola ficava [01:11, #MOAM], aí se ele fosse pra cá [01:12, #MOAB], ele ia ficar um pouquinho mais para frente, e tinha essas diferenças.” [sic].*

Figura 4 – Nas imagens abaixo, é possível ver o estudante realizando o movimento com os dedos, demonstrando a trajetória de uma bola. (#MOAM)



Fonte: A pesquisa (2016).

Figura 5 – Nas imagens abaixo, é possível ver o estudante realizando o movimento com os dedos e os braços, demonstrando a trajetória de uma bola, com um ângulo menor. (#MOAB)



Fonte: A pesquisa (2016).

Ao relatar os tipos de movimento da cinemática, percebemos que o aluno A3 não produz gestos descritivos, os quais são realizados posteriormente, quando o estudante fala da trajetória do objeto, o que evidencia uma “simulação mental” baseada no que ele estava imaginando ao lembrar da atividade proposta. Demonstrando entender que o movimento era diferente dependendo do ângulo de lançamento do objeto modelado no *software*.

É importante ressaltar que os programas foram desenvolvidos juntamente com os alunos e alguns valores da programação, como o ângulo, podiam ser modificados durante a simulação. Sendo assim, o estudante demonstra compreender a mudança da trajetória de um objeto, quando fala de um ângulo “reto (90°)”, através de uma mediação hipercultural, que lhe ofereceu uma imagem mental (dinâmica) ao ser questionado sobre os mesmos.

Grupo III – Representações oriundas de Mediações Psicofísicas e Hiper-cultural.

Para análise dos resultados, destacamos uma aluna, que na pesquisa nomeamos A5. A aluna A5, realizou simulações no software *Scratch* e, posteriormente, participou de atividades lúdicas. Na entrevista, a estudante relata que o ângulo muda a trajetória de um objeto e demonstra o caminho que o mesmo percorreria em diferentes casos (ângulos).

“E: Ângulo, fala essa questão do ângulo .O que que tem de diferente de ângulo?”

A5: O ângulo, conforme... Se o ângulo for maior a bola vai subir mais reto, então vai ser tipo assim [05:18, #AM] e se o ângulo for mais baixo ela vai ir tipo aqui assim [#ABX]”. [sic]

Figura 6 – Nas imagens abaixo, a aluna demonstra como seria a trajetória de uma bola com um Ângulo Maior (mais reto). (#AM)



Fonte: A pesquisa (2016).

Figura 7 – Nas imagens abaixo, a aluna demonstra como seria a trajetória de uma bola com um Ângulo mais Baixo, exemplificando com o Movimento Oblíquo. (#ABX)



Fonte: A pesquisa (2016).

Analisando o discurso verbal, percebemos que a aluna A5 fala de uma “bola” e realiza gestos, evidências de imagens mentais, demonstrando o que ocorre com a trajetória de um objeto (no caso, uma bola) dependendo do ângulo de lançamento. Para tentar entender o que a aluna estava de fato imaginado, voltamos para a transcrição completa da estudante e analisamos o programa utilizado por ela.

Identificamos que esta bola estava associada a uma simulação no *software Scratch*, na qual a aluna realizou para visualizar os conceitos da cinemática trabalhados em aula. Com esta análise, podemos afirmar que a aluna demonstra conhecer e diferenciar o que ocorre com os movimentos de um objeto ao modificarmos o ângulo, produzindo simulações mentais referentes à modelagem das trajetórias vistas no *software*. Evidenciando que possui um *driver* de visualização do ambiente *Scratch*, já que a estudante A5 demonstra visualizar o movimento de um corpo, e não o produzir. Porém, o pós-teste da aluna A5 também foi analisado, e neste a estudante demonstra estar arremessando um objeto em uma caixa, assim como relatou o estudante A6 do grupo I.

Figura 8 – Pós-teste da aula A5. Na questão três (3), aluna representa uma pessoa arremessando objetos em uma caixa.

3. Descreva o que é ÂNGULO desenhando e/ou fazendo um breve texto utilizando, equações, gráficos...

ÂNGULO MUDA A TRAJETÓRIA.



Fonte: A pesquisa (2016).

No pós-teste, a aluna A5 realiza um desenho, o qual lembra claramente de uma das atividades lúdicas já relatada aqui este trabalho, onde, em sala de aula, os alunos deveriam jogar pecinhas de Lego em uma caixa que estava sob uma mesa. E, no desenho, ela representa isso e explica que o ângulo muda a trajetória. Neste caso, ao ler sobre ângulo, a estudante relembra a atividade lúdica e não o *software* modelado.

Com a análise, é perceptível que a estudante A5 consegue construir diferentes *drivers*, oriundos de mecanismos de processamento externos diferentes (computador e atividades lúdicas) e internalizá-los. Reflete uma visão integrada, onde em um determinado momento, utiliza uma mediação hipercultural e em outra oportunidade a mediação psicofísica, para o mesmo conceito.

Ao final das análises, identificamos um número de gestos descritivos representado pela estudante A5, dos quais foram analisados um total de 25 gestos descritivos individuais diferentes. Dessa forma, podemos observar que o grupo III foi o que mais produziu gestos no total, sendo um indicativo claro de aprendizado, visto

que o grupo que referencia dois tipos de mecanismos externos, apresenta um substancial aumento na produção gestual, que está intimamente ligada à geração de imagens mentais estáticas e dinâmicas (MONAGHAN; CLEMENT, 1999).

CONCLUSÃO

Partimos do objetivo que era entender as concepções de ângulo de lançamento, em alunos do ensino fundamental ao estudarem cinemática. Dos resultados obtidos, podemos observar que os alunos que apenas trabalharam com as atividades lúdicas possuem uma diferença de perspectiva quando gesticulam em comparação com os alunos que trabalharam ou só com o *Scratch* ou com ambas mediações. Esta é uma diferença importante que pode influenciar na aquisição de significados dependendo da mediação (psicofísica ou hipercultural) onde os *drivers* foram desenvolvidos, o que, por sua vez, pode impactar na compreensão conceitual de cada estudante. As representações que cada aluno utiliza, estão diretamente ligadas as atividades realizadas, ao mecanismo de processamento externo trabalhado.

Então, respondendo à pergunta principal do artigo, cada aluno possui uma concepção baseada na atividade realizada durante as aulas, sendo que, todos os alunos relatam que o ângulo muda a trajetória de um objeto lançado, mas com representações diferentes entre os mecanismos externos trabalhados (atividade lúdica e computador). Esta definição de ângulo, quase que unânime entre os estudantes está relacionada com as atividades propostas no projeto, nas quais os alunos estudaram conceitos da cinemática visualizando diferentes tipos de movimento. Dentro deste contexto, os alunos perceberam que dependendo do ângulo o movimento mudava e, assim, as análises mostram que os alunos conseguem diferenciar a influência do ângulo de lançamento nos movimentos, o qual modifica a trajetória do objeto utilizado. Com a análise dos discursos, percebemos que o uso de ferramentas hiperculturais dá suporte aos conceitos trabalhados em sala de aula, tanto à mediação social, como psicofísica, proporcionando uma melhor visualização dos fenômenos que ocorrem no experimento.

REFERÊNCIAS

ANJOS, J. R. SERRANO, A. Física, linguagem de programação e ensino fundamental: uma combinação possível. II Mostra Gaúcha de Validação de Produtos Educacionais. Passo fundo, 2016.

DE SOUZA, B. C. DA SILVA, A. S. SILVA, A. M. ROAZZI, A. SILVA CARRILHO, S. L. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**. v. 28, n. 6, p. 2320-2330, 2012.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. In: WITTROCK, M. C. (org). **Handbook of research on teaching**. 3ª ed. Nova York: Macmillan, 1986.

MONAGHAN, J. M. CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921-944, 1999.

RESNICK, M. MALONEY, J. MONROY-HERNÁNDEZ, A. RUSK, N. EASTMOND, E. BRENNAN, K. KAFAI, Y. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009. Disponível em: <http://delivery.acm.org/10.1145/1600000/1592779/p60-resnick.pdf?ip=177.128.69.115&id=1592779&acc=OPEN&key=4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35%2E6D218144511F3437&CFID=758415795&CFTOKEN=60088470&__acm__=1493868819_46c3d92aadf0141ddb2eea885582bbfa>. Acesso em: 02 jun. 2017.

STEPHENS, A. L. CLEMENT, J. J. Documenting the use of expert scientific reasoning processes by high school physics students. **Physical Review Special Topics-Physics Education Research**, 6(2), 020122, 2010.

TREVISAN, R. SERRANO, A. Uma construção do Perfil Epistemológico de licenciandos em Física acerca da dualidade onda-partícula em Mecânica Quântica, após o uso de bancadas virtuais: um estudo a partir do discurso gestual e verbal. **RENTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, p. 1, 2016.