



A construção do pensamento formal pelo adolescente em Ambiente Virtual

Patrícia F. da Silva¹, Liane Margarida Rockenbach Tarouco²

¹ Pós-Doutoranda em Informática na Educação – UFRGS – patriciasilvaufrgs@gmail.com

² Professora titular da UFRGS, junto ao PPGIE – liane@penta.ufrgs.br

Resumo: *O presente artigo trata do desenvolvimento da lógica e da construção do pensamento formal pelo adolescente em Ambiente Virtual. Neste sentido, são apresentadas características inerentes ao desenvolvimento da lógica e do pensamento formal pelo adolescente diante do contexto do mundo real e do uso de materiais concretos, posteriormente é realizada uma explanação de como o pensamento formal pode ser promovido em Ambientes Virtuais com a exploração de jogos, softwares, aplicativos e realidade aumentada. Para finalizar, é apresentado um estudo de caso em que uma mesa de bilhar digital é explorada visando constatar a aquisição da noção da igualdade dos ângulos pelo adolescente, como estes conceitos são percebidos e as considerações finais.*

Palavras-chave: *Desenvolvimento da Lógica, Pensamento Formal, Ambiente Virtual, Pensamento de Alto Nível.*

The construction of formal thinking by adolescents in Virtual Environment

Abstract: *This article deals with the development of logic and the construction of formal thinking by adolescents in Virtual Environment. In this sense, the inherent characteristics of the development of logic and formal thinking by the adolescent in the context of the real world and the use of concrete materials are presented, later an explanation is given of how formal thinking can be promoted in Virtual Environments with the exploration of games, software, applications and augmented reality. To conclude, a case study is presented in which a digital pool table is explored in order to verify the acquisition of the notion of equality of angles by the adolescent, how these concepts are perceived and the final considerations.*

Keywords: *Logic Development, Formal Thinking, Virtual Environment, High-Level Thinking.*

1. Introdução

O avanço das tecnologias digitais está nos conduzindo à evolução do analógico para a convergência do digital (Lee *et al*, 2015). A Internet e as tecnologias estão presentes em quase todos os lugares, fazem parte das compras, do consumo, das mídias, da indústria, das relações culturais e sociais de um mundo ultraconectado, em que a colaboração e a interação estão presentes.

Christensen e Knezek (2017), afirmam ser necessário que uma mudança de paradigma aconteça para que as tecnologias móveis possam ser inseridas e integradas no contexto de sala de aula. Com a crescente disponibilidade de recursos digitais educacionais e, em especial de laboratórios digitais que simulam laboratórios reais, cabe investigar como o adolescente desenvolve o pensamento lógico e constrói o pensamento formal, bem como se os Ambientes Virtuais podem auxiliar nestas construções e levá-los a utilizar o pensamento de alto nível.

A psicologia contemporânea tem contribuído com um número significativo de teorias, mesmo que generalizadas, para oferecer uma visão epistemológica com explicações e descrições sobre as condutas do ser humano.

Dentre as teorias existentes, destaca-se a epistemologia genética, a qual Jean Piaget dedicou mais de 60 anos de pesquisa e investigações. O termo “epistemologia genética” utilizado pelo autor, situa a área da psicologia cognitiva, em que os processos lógicos são autônomos e a cognição os constrói (Piaget, 1996).

Nesta perspectiva, a presente pesquisa aborda as características do pensamento formal a luz da teoria de Piaget e Inhelder (1976), em que um estudo do raciocínio experimental no adolescente é realizado a partir de deduções e situações experimentais para evidenciar o funcionamento dos mecanismos do pensamento formal.

Através dos dados obtidos os autores salientam que o pensamento formal supõe uma série de esquemas operatórios que aparecem sincronizados projetando esclarecimentos a cerca de um conjunto de estruturas anteriores, que caracterizam também a lógica concreta da criança.

Diante desta sincronização de esquemas operatórios, se faz necessário conhecer e analisar os mecanismos necessários para o desenvolvimento formal e suas formas de equilíbrio, para que possam ser realizadas interpretações sobre o pensamento em desenvolvimento do adolescente, bem como, para que situações envolvendo a Ambientes Virtuais possam ser inseridas no dia-a-dia, tendo em vista o contexto vivenciado pelos mesmos, de forma que essas situações venham elicitar o desenvolvimento de pensamentos de auto nível.

Embora o uso de tecnologias digitais, o número de pessoas utilizando a Internet e as tecnologias móveis aumentem a cada ano (Cetic, 2015), o uso de Ambientes Virtuais visando proporcionar a lógica das proposições e o desenvolvimento do pensamento formal no adolescente ainda é pouco explorado.

Assim, este estudo visa apresentar uma breve explanação sobre a lógica das proposições, o pensamento formal e como os Ambientes Virtuais podem contribuir para o desenvolvimento destes mecanismos. Na segunda seção, são abordadas características essenciais para o desenvolvimento do adolescente conforme Piaget e Inhelder (1976). Posteriormente, na seção seguinte, o uso do pensamento formal em Ambientes Virtuais é explicitado. A seção quatro faz uma abordagem sobre o trabalho em Ambientes Virtuais e a seção cinco aborda as contribuições dos Ambientes Virtuais na construção do pensamento formal. Ainda na seção cinco, a subseção 5.1 traz um estudo de caso, em que um sujeito de 12 anos e 2 meses foi observado enquanto explorava um artefato digital idêntico a mesa de bilhar utilizada por Piaget e Inhelder (1976), posteriormente este estudo de caso é analisado. Para finalizar, são apresentadas as considerações finais, perspectivas futuras e os aportes teóricos.

2. Características do Pensamento Formal

Ao estudar o estágio de desenvolvimento que começa por volta dos 11-12 anos e chega a um nível de equilíbrio por volta de 14-15 anos, Inhelder e Piaget verificaram que o mesmo representava um período de formação no qual era possível caracterizar o pensamento do adolescente pela constituição de alguns métodos de indução experimental e, principalmente, de verificação sistemática que a criança não conhece.

O trabalho destes autores sobre o estudo do raciocínio experimental no adolescente elicitou o fato de o pensamento formal não ser formado apenas por raciocínios verbais (lógica das proposições), mas que supõe a formação de uma série de esquemas operatórios que aparecem sincronicamente: operações de combinação, proporções, sistemas duplos de referência, esquemas de equilíbrio mecânico (igualdade entre ação e reação), probabilidade multiplicativa, correlações, dentre outros que aparecem sincronizados.

Outro fato relevante que é característico apenas de adolescentes nesta faixa etária se dá por uma estruturação operatória totalmente nova, que tem por base a lógica das proposições e o pensamento formal.

O pensamento formal dá início à utilização de um conjunto de estruturas operatórias que são empregadas pelo adolescente, pois o pensamento formal é distinto do pensamento operatório. Neste período ele não utiliza apenas a lógica das proposições (pensamentos verbais), mas também, faz relações aplicando inversões e reciprocidades, que são transformações essenciais para a utilização dos mecanismos do pensamento formal.

A transição do pensamento concreto para o formal acontece quando o sujeito não mais se satisfaz com raciocínios baseados em simples correspondências. Neste momento, acontece o equilíbrio das operações formais, em que a combinatória própria do “conjunto das partes” atinge seu rendimento completo. Surgem novas noções e operações, a compreensão ultrapassa as capacidades do nível concreto, assemelhando-se às transformações operatórias que incluem as estruturas de conjunto, o que é característico da lógica das proposições.

De acordo com Piaget e Inhelder (1976), na passagem do pensamento concreto para o formal, as manifestações do sujeito são diferentes,

[...] o raciocínio por hipóteses e a necessidade de demonstração sucedem à simples verificação de relações; em outras palavras, a partir de agora o pensamento utiliza juntamente o possível e o necessário, em vez de limitar-se a uma dedução a partir apenas da situação real (INHELDER, 1976, p. 12).

Ao passar para o pensamento formal, o sujeito passa a considerar todas as combinações possíveis, já antes, no período operatório, mesmo as operações sendo formadas por sistemas de conjuntos eram realizadas uma a uma sem levar em conta as ligações específicas. O adolescente não tem a necessidade do real para poder deduzir sobre o que irá acontecer.

No pensamento formal, as ligações e as combinações possíveis são consideradas, para depois realizar agrupamentos de acordo com a função e conjuntos específicos das partes analisadas. O adolescente busca somente as reciprocidades necessárias que são características do “conjunto de partes” (agrupamento de classes e relações, e as operações combinatórias), que formam a lógica das proposições. Pode-se dizer, que o adolescente, constrói a reciprocidade, podendo levantar hipóteses e fazer suposições.

Para Inhelder e Piaget (1976) *“É neste ponto que o raciocínio dos sujeitos de 14-16 anos, fundamentado desde o início na dupla consideração de combinações possíveis e de ligações necessárias, se prolonga numa verdadeira construção hipotético-dedutiva”* (p. 13).

O adolescente não se limita a verificar a existência de diferentes correspondências, busca estabelecer as implicações resultantes da situação analisada, combinando entre si todas as ligações possíveis.

Durante o pensamento formal, o adolescente faz uso de quatro estruturas que são fundamentais: I (Transformação Idêntica), N (Disjunção), R (Reciprocidade), C (Correlatividade) (Inhelder e Piaget, 1976). O sujeito quando consegue utilizar ao mesmo tempo, distinguir e coordenar as inversões, reciprocidades e as correlatividades, supõe o uso de pensamento abstrato, pois para este tipo de pensamento não é necessário apenas a lógica das proposições, mas também o grupo I, N, R, C.

O pensamento formal, refere-se não somente ao possível, mas também ao imaginário; é hipotético dedutivo, não se expõe apenas a realidade, mas também a enunciados hipotéticos, pois a reflexão é ampliada para chegar à lógica das proposições. Por volta dos 14 ou 15 anos, o adolescente chega ao patamar da lógica das proposições. Porém, a lógica proposicional não é tudo no pensamento do adolescente, também é necessário verificar se estas transformações acompanham outras modificações gerais do pensamento.

Piaget considerava o desenvolvimento cognitivo como um processo que ocorre devido à maturação biológica e à interação da criança com o ambiente. O próprio sujeito é quem deve, por si próprio a partir de testes da realidade, exercido por suas ações reequilibrar as suas estruturas cognitivas. A função do ambiente é apenas a ele oferecer meios e condições favoráveis ao exercício desse tipo de ação (Seminário, 1996).

Com o desenvolvimento da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), o ambiente existente no entorno das crianças e adolescentes passa a ser capaz de oferecer novas condições que possibilitam interações diferenciadas da criança e do adolescente, necessitando ser amplamente estudadas em termos de sua contribuição ao desenvolvimento cognitivo da criança e do adolescente.

3. Ambientes Virtuais

O número de pessoas utilizando a Internet e as tecnologias móveis aumenta a cada ano, entre crianças e adolescentes com idade entre 9 e 17 anos, o uso é ainda mais intenso, 80 % deles já são usuários de Internet no Brasil, destes 31% acessam a Internet apenas pelo celular (Cetic, 2015).

Através de uma única ferramenta portátil, diversas mídias podem ser acessadas, possibilitando que estudo, atividades pessoais, trabalho e entretenimento sejam desenvolvidos a qualquer momento. Tudo acontece em um só lugar e através de um mesmo dispositivo, fazendo com que as tarefas diárias sejam desenvolvidas de forma mais flexível e confortável (Al-Emran *et al*, 2015).

Conforme Blessinger e Wankel (2012), o acesso às tecnologias digitais e ambientes virtuais está nos mostrando realmente o que é aprender no mundo contemporâneo, aprimorando a visão de aprender coletivamente a partir do uso de tecnologias imersivas, de forma que o aprendizado seja mais agradável e interessante para o aluno.

O uso dos ambientes virtuais pode proporcionar maior participação e esforço dos alunos, auxiliando os professores a promover a aprendizagem por meio de atividades interativas, criativas e com significado para os seus alunos, fazendo com que possam desenvolver habilidades de tomada de decisão, afetivas, sociais e a cooperação.

Estas ferramentas, além de estarem presentes no cotidiano das crianças e adolescentes, podem ser exploradas com um enfoque educacional, mostrando que é possível utilizá-las para que o sujeito execute os testes de realidade neste ambiente diferenciado, capaz de proporcionar atividades instigantes e inovadoras que oportunizem desafios, conhecimentos, e principalmente que sejam capazes de instigar novas estratégias de assimilação a partir de mecanismos de busca, pesquisa, criatividade e inovação em contexto digital.

Para Brito *et al* (2013), a ideia é que os Ambientes Virtuais possam oportunizar novas formas de trabalho para os alunos, tendo em vista o contexto de evolução tecnológica que vem sendo vivenciado pela sociedade, de modo que o tempo e espaço entre alunos e professores, que geralmente são considerados como limitadores, possam ser diminuídos.

De acordo com Herpich e Tarouco (2016), o uso de Ambientes Virtuais proporciona que professor e aluno desenvolvam um processo de ensino-aprendizagem mais abrangente, tendo em vista a possibilidade de interação e construção de conhecimento que é oportunizada pela ferramenta diante da representação de situações do mundo real ou imaginárias. Diante destas possibilidades, cabe investigar o impacto deste ambiente virtual sobre a formação das estruturas cognitivas e no presente trabalho o foco foi colocado no impacto sobre a formação do pensamento formal.

4. Trabalhando em Ambientes Virtuais

Desenvolver atividades construtivas utilizando Ambientes Virtuais vai muito além de simples reproduções ou mesmo de tutoriais em que instruções são seguidas. O trabalho com Ambientes

Virtuais requer que a criatividade, a inovação, a reflexão, a lógica, o pensamento hipotético dedutivo, dentre outras habilidades se façam presentes.

O professor ao promover atividades em Ambientes Virtuais, oportuniza que os alunos utilizem uma série de sistemas operatórios, participem de atividades síncronas e assíncronas e interajam com os colegas em um ambiente colaborativo. Para a realização destas atividades e também para que o sujeito possa se posicionar criticamente diante de uma situação, é necessário fazer uso de correlações, reflexões, combinações de fatos e fatores, além do uso de esquemas de equilíbrio mecânico (Inhelder e Piaget, 1976). Durante a sincronização destas combinações, o sujeito está fazendo uso do pensamento formal, bem como da lógica das proposições todo o tempo, pois um vem acompanhado do outro.

Diferentes situações que utilizam e estimulam o pensamento formal podem ser proporcionadas utilizando os Ambientes Virtuais, dentre elas, chama-se a atenção para as atividades envolvendo a lógica de programação e também a criação de Laboratórios Virtuais, espaço em que os alunos têm a oportunidade de reproduzir experimentos reais através de programações. Neste sentido, os laboratórios digitais oferecem uma alternativa para combinar a alfabetização digital inerente aos estudantes do ensino médio com as possibilidades que a tecnologia de realidade virtual, realidade aumentada e mobile learning combinadas proporcionam.

Por outro lado, percebe-se que começam a proliferar as soluções que facilitam o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis capazes de oferecer nestas plataformas simulações de laboratórios virtuais, tal como comentado por Zervas *et al* (2014).

As atividades desenvolvidas em plataformas, simulações de Laboratórios Virtuais, que envolvem a programação trabalham diretamente com códigos e são bastante lógicas, por isso, é necessário que o sujeito busque solucionar este problema a partir do levantamento de hipóteses e pela identificação das necessidades da programação em questão.

Ao explorar as programações o sujeito tem a oportunidade de testar e experimentar um recurso, desta forma o professor irá atuar direcionando e orientando a aluno a elicitare explicações para a programação em questão. Diante desta situação, o sujeito tem a oportunidade de encontrar soluções e chegar a conclusões por si próprio, que muitas vezes não conseguiria chegar sozinho com o material concreto.

Já com o auxílio de simulações em Laboratórios Virtuais, o sujeito através de uma atividade lúdica, com uma ferramenta que faz parte do seu contexto pode perceber evidências que facilitam e permitem a sua tomada de consciência sobre diferentes conceitos.

5. Ambientes Virtuais e a construção do Pensamento Formal

Atualmente, com o acesso e a facilidade dos Ambientes Virtuais, proporcionar atividades voltadas para a construção, desenvolvimento e estímulo de habilidades específicas para a construção e desenvolvimento do pensamento formal se torna cada vez mais acessível. Preocupar-se com a construção, desenvolvimento e estímulo do pensamento formal oportunizando atividades com a exploração de Ambientes Virtuais, além de ser uma atividade prazerosa para os alunos, poderá contribuir para o desenvolvimento da lógica das proposições e estimular o uso do pensamento de alto nível, tendo em vista o nível de complexidade exigido para realizar o proposto.

Conforme preconizado pelos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (MEC 2000), é relevante priorizar o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. O pensamento lógico é parte integral deste contexto e usar os recursos atualmente disponíveis da tecnologia digital, em especial os recursos de mobile learning e laboratórios digitais, apresentam-se como uma estratégia com boa possibilidade de desenvolvimento destas capacidades.

Os Laboratórios Virtuais permitem através da realidade virtual, representar situações fidedignas da realidade concreta, oportunizando aos alunos pensarem e manusearem uma situação que no ambiente real não seria possível, mas que softwares, aplicativos, simulações ou programações permitem experimentar, manipular e reproduzir quantas vezes forem necessárias. Adicionalmente oferecem possibilidade de complementar a representação da realidade com funções adicionais que facilitam a realização dos “testes de realidade” como denominou Piaget.

Além de viabilizar a experimentação em Ciências e Matemática, os Laboratórios Virtuais permitem ensinar a visualização de aspectos ou fenômenos difíceis ou mesmo impossíveis de observar no contexto real ou até mesmo em tempo real, como por exemplo: ondas, aceleração, velocidade, erosão; enfim ocorrências que não são possíveis de observar a olho nu em um espaço de tempo limitado (Scalise *et al* 2011).

Conforme destacado por Maraschin (2000), o Laboratório Virtual é um ambiente que permite o uso intencional da reversibilidade nas situações de controle de instrumentos que simulem alterações nos objetos das experiências propostas, problematizando, desta maneira, as diferenças de cada usuário e/ou grupo com vistas à compreensão dos conteúdos desenvolvidos.

Os alunos ao trabalharem em Laboratórios Virtuais com a exploração de softwares e simuladores, necessitam tomar decisões e exercitar a crítica a todo instante. Ao executar estes recursos é necessário pensar por si próprio, avaliar evidências, ter calma e também opinião própria. Diversas hipóteses necessitam ser levantadas, além disso, o aluno deve buscar meios de aprender e reconhecer dados científicos, a fim de utilizá-los diante das diferentes situações que encontrar (Klahr *et al*, 2007).

Mudanças de variáveis, repetições, parâmetros, pausas, coletas de dados, enfim, uma infinidade de possibilidades para utilizar em uma mesma situação, permitindo testar e tirar suas próprias conclusões, que necessariamente não precisam ser corretas, pois as ferramentas de um Laboratório Virtual oferecem ao aluno a vantagem de poder reproduzir a situação, refletir e reelaborar hipóteses, e testá-las a qualquer momento. As funções de um simulador, podem ser consideradas como ferramentas de cognição, pois diante das inquietações sofridas os alunos, sofrem perturbações, fazem validações, assimilam e acomodam as informações coletadas. Todo este conjunto de funcionalidades, viabilizam a realização de estratégias muito ricas de experimentação (“testes de realidade”) capazes de ensinar a reequilibração das estruturas cognitivas no sujeito aprendente.

Além dos elementos multimídias, recursos de mobile learning e os Laboratórios Virtuais possibilitam que experiências multimídias interativas, envolventes e interessantes possam ser compartilhadas, apoiando o processo de construção de aprendizagem e oportunizando um trabalho colaborativo e cooperativo, em que o sujeito constrói conhecimento a partir das suas vivências e experiências com o meio, conforme preconizado na teoria construtivista de Piaget (1993).

Um exemplo deste tipo de recurso envolve o uso de uma mesa de bilhar digital com vistas a criar um ambiente de experimentação visando ensinar o estudo da aquisição da noção de igualdade dos ângulos de incidência e de reflexão e as operações de implicação recíproca estudadas por Inhelder e Piaget (1976). A figura 1, seguinte mostra o recurso disponibilizado, criado com a ferramenta de autoria Scratch (1b). Neste artefato digital, além de possibilitar o jogo de bilhar que permitirá a realização de experimentações tal como as previstas no trabalho de Inhelder e Piaget que utilizaram um recurso real como o esquematizado na figura 1a.

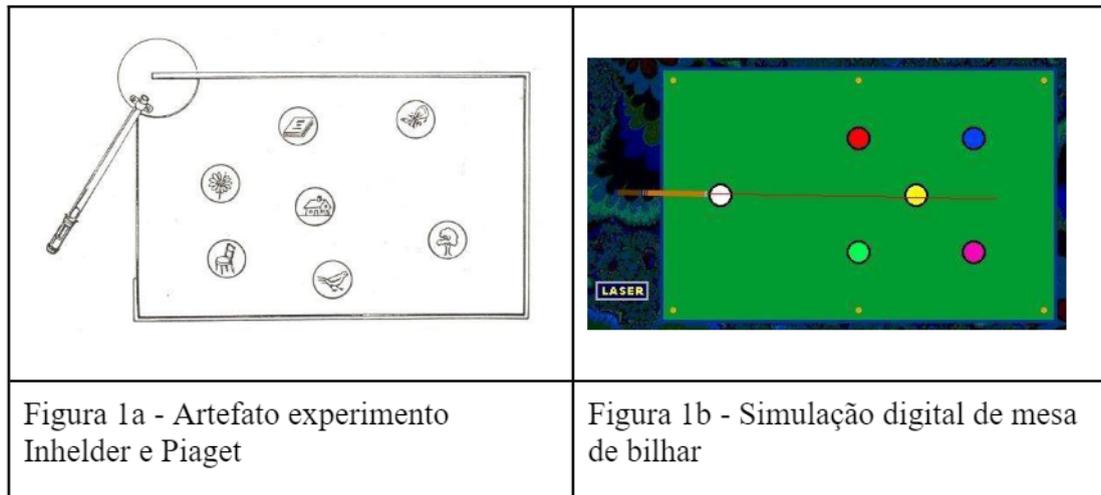


Figura 1- Mesa de bilhar

O uso de Laboratórios Virtuais pode proporcionar às crianças e adolescentes novas maneiras de interagir, tendo em vista o potencial oferecido pela simulação. No presente caso, por exemplo, o recurso do botão “LASER” faz com que fique visível uma linha reta de projeção da direção apontada pelo taco de bilhar que ajuda a visualizar a trajetória da bola e em decorrência perceber melhor o ângulo de incidência e o conseqüente ângulo de reflexão que constituem a noção investigada.

O aparelho usado por Inhelder e Piaget (1976), (Figura 1a) é uma espécie de jogo de bilhar, no qual as bolas são lançadas por um mecanismo de mola tubular que pode ser deslocado para várias direções em torno de um ponto fixo. A bola é lançada contra uma tela de projeção e é rebatida para o interior do aparelho. Coloca-se um alvo em diferentes e sucessivos pontos, e os sujeitos devem apenas procurar atingi-lo. Depois, dizem o que observaram. A igualdade entre os ângulos de incidência e de reflexão só é descoberta no nível III A (11 -12 a 14 anos) e muitas vezes não é formulado antes do nível III B (14-15 anos). A meta é investigar se os sujeitos conseguem isolar todos os elementos necessários para a descoberta da lei da igualdade dos ângulos de incidência e de reflexão e se chegam à construção desta lei e sua formulação verbal.

5.1 Estudo de caso

Ao apresentar a programação para Gio (12;2)¹ o mesmo salientou também já conhecer este jogo, em que o objetivo era acertar as bolinhas e levá-las até os cantos (ele apontou para as direções das caçapas).

Iniciou a exploração vendo como manusear o taco com o mouse, pois a dificuldade foi apenas de mirar.

Em sua primeira jogada já conseguiu levar a bola azul para dentro da caçapa e salientou: - *Ah!!! Que legal!* - Ao continuar, pegou o taco, ligou o recurso “LASER” e posicionou diante da bola branca, mirando para acertar a bola vermelha. Ao jogar, seguiu a linha sugerida pelo “LASER”. Questionado sobre porque estava utilizando este recurso, respondeu: - *Ele faz a mira, né?* - Neste momento, acabou jogando e a bola branca caiu na caçapa, sendo assim, o jogo finalizou.

Gio (12;2) iniciou novamente, foi com o taco diretamente na bola branca, desta vez sem utilizar o recurso “LASER”. Mirou na bola verde e acertou também a rosa, movimentando-as diante das demais e encaçapando as bolas verde e vermelha. Questionei-o de qual estratégia estava sendo realizada nesta nova jogada, ele disse: - *Estou tentando jogar a bola branca, mirar ali nas outras bolinhas.* - Neste momento levou também a bola rosa para a caçapa. Continuou

¹ (Gio – 12;2: As três primeiras letras do nome do sujeito e idade (ano;mês)).

jogando usando somente o taco e mirando. Questionei-o novamente sobre a sua estratégia, afinal em cada jogada realizada ele acabava pontuando. - *É tentando jogar na direção* - Lembrei-o novamente que se quisesse poderia fazer uso do recurso “LASER”, e ele disse que havia esquecido. Ao clicar sobre o recurso ele salientou: - *O “LASER” ajuda a mirar!* - E cuidava para que a bola a ser atingida seguisse a linha vermelha de projeção.

No momento em que estavam restando apenas a bola branca, a azul e a amarela Gio (12;2) passou a utilizar sempre o recurso “LASER”. Quando encaçapou a bola azul disse: - *Consegui mais uma! A última agora!* - Utilizou novamente o recurso “LASER” para verificar a direção que deveria ter que jogar a bola, jogou deixando a bola branca em diagonal com a amarela. - *Agora eu vou acertar!* - Mas porque? - *Por que ele mira bem ali (mostrou com o mouse a trajetória que acreditava ser realizada pela bola) que cai no buraquinho!* - Antes de jogar, Gio (12;2) clicou sobre o recurso “LASER”, mirou a bola branca com e a amarela seguindo a linha vermelha de projeção e neste momento, sem querer apertou no mouse e o taco escapou, levando a bola errada para a caçapa e finalizando o jogo.

Gio (12;2) ficou surpreso com seu erro e quis jogar novamente, enquanto continuava jogando questionei sobre o jogo e o que estava achando do recurso “LASER” e também sobre a trajetória realizada pela bola, Gio (12;2), mostrou com o mouse que a bola vai até a borda da mesa, bate e volta na mesma direção em que estava, ou seja em linha reta ao local de origem.

Durante a exploração da atividade com o uso de recurso digital, Gio (12;2) conseguiu verificar mesmo de forma geral, que existe uma equivalência de trajetórias realizada pelas bolas de bilhar ao tocarem a borda da mesa, conforme já previsto por Piaget e Inhelder (1976) no Estágio Formal Níveis IIIA e IIIB.

Ao utilizar o recurso “LASER”, Gio (12;2) percebeu que a linha vermelha fornecida com a trajetória a ser realizada pela bola, facilita levá-la até a caçapa.

O fato de poder utilizar o recurso “LASER”, também oportunizou que o sujeito ficasse mais confiante e tivesse maior sucesso nas jogadas, pois era possível prever a trajetória da bola, tentar realizar “tabelas”, fazendo com que em uma única jogada duas bolas caíssem na caçapa.

Ao ser questionado sobre suas estratégias de jogo, Gio (12;2) percebeu que existia uma correspondência no movimento de ida e rebote da bola, e esta ficava ainda mais evidente quando o recurso “LASER” era acionado.

Deste modo, observou-se que o recurso digital oportunizou ao sujeito formular e testar seus conhecimentos, percebendo que o ângulo de incidência era igual ao de reflexão, através de observações, tentativas e levantamento de hipóteses, mesmo sem ter trabalhado com estes conceitos anteriormente.

Para Gio (12;2) ficou evidente que para acertar as caçapas era necessário mirar no local a desejado e fazer com que a bola branca e a colorida percorressem a projeção em vermelho mostrada pelo recurso “LASER” para cair na caçapa desejada.

6. Considerações finais

O uso de tecnologias digitais de modo geral tem provocado diferentes discussões, seja no uso geral ou no uso voltado para a aprendizagem.

A partir das descrições das seções anteriores e do estudo de caso, buscou-se mostrar o quanto as atividades envolvendo a tecnologia mobile learning e os Laboratórios Virtuais podem e contribuem para o desenvolvimento cognitivo e a lógica do pensamento formal.

No trabalho com o desenvolvimento de simulações ou programações, além do pensamento formal, de trabalhar com situações hipotéticas e dedutivas, o sujeito também estará utilizando constantemente a lógica das proposições, pois para o trabalho com o uso de Ambientes Virtuais, a lógica é fundamental.

O uso das tecnologias digitais e dos Ambientes Virtuais leva os sujeitos a pensar criticamente, refletir, escolher constantemente e interagir com demais pessoas, fazendo com que

o pensamento formal possa se manifestar e atingir um ponto de equilíbrio máximo, ou até mesmo de alto nível. Para tanto, o uso das tecnologias digitais, dos Ambientes Virtuais combinados com a tecnologia de realidade virtual, realidade aumentada e mobile learning apresentam ótimas possibilidades para o desenvolvimento destas capacidades.

Conforme observado durante o estudo de caso, poder prever, formular suas hipóteses e testá-las por meio do recurso digital, foi importante para que tivesse melhor desempenho em suas jogadas, bem como que pudesse explicar com suas próprias palavras o que estava visualizando.

Assim, acredita-se que os ambientes virtuais possam oportunizar que os alunos consigam ensinar resultados ou mesmo que professores possam utilizar estes recursos como um indutivo para que os alunos por si próprios consigam verificar evidências e noções acerca de conteúdos sobre ângulos de incidência e reflexão.

Para dar continuidade a estes estudos, posteriormente sujeitos de faixa etária de 12 aos 15 anos de idades serão observados, mas desta vez, será oportunizado também que experimentem o artefato utilizado por Piaget e Inhelder com uso de recurso material concreto, para que se tenham mais indícios e evidências diante da experimentação com ambos os tipos de materiais, o material real e o virtual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AL-EMRAN, Mostafa; ELSHERIF, M Hatan; SHAALAN Khaled. **Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education**. Computers in Human Behavior, Volume 56, March 2016, Pages 93-102.

BLESSINGER, Patrick, WANKEL, Charles. **Increasing Student Engagement and Retention Using Immersive Interfaces: Virtual Worlds, Gaming, and Simulation**. Emerald 2012. Bingley-UK. 381 pp.

BRITO, L. M. de et al. **Ambientes virtuais de aprendizagem como ferramentas de apoio em cursos presenciais e a distância**. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 11, n. 1, p. 1-10, jul. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41630>>. Acesso em: 01 out. 2014.

CHRISTENSEN, Ronda; KNEZEK, Gerald. **Readiness for integrating mobile learning in the classroom: Challenges, preferences and possibilities**. Computers in Human Behavior, Volume 76, November 2017, Pages 112-121.

IBGE. Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio Contínua. **Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2016**. 8 ISBN 978-85-240-4445-8, IBGE 2018.

HERPICH, Fabrício; GUARESE, Renan Luigi Martins; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications**. CREATIVE EDUCATION, v. 08, p. 1433-1451, 2017.

HERPICH, Fabrício; NUNES, F. B.; VOSS, G. B; SINDEAUZ, Paulo; TAROUCO, Liane; LIMA, J. V. **Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental**. RENOTE. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, v. 15, p. 1-10, 2017.

INHELDER, Barber. PIAGET, Jean. **Da lógica da criança à lógica do adolescente**. Editora Pioneira, São Paulo. 1976. 260 pp.

- INHELDER, Barber. BOVET, Hermine, SINCLAIR, Magali. **Aprendizagem e estruturas do conhecimento**. Editora Saraiva, São Paulo 1977. 274 pp
- KLAHR, David; TRIONA, Lara M; WILLIAMS, Cameron. **Hands on What? The Relative Effectiveness of Physical Versus Virtual Materials in an Engineering Design Project by Middle School Children**. Journal of Research In Science Teaching VOL. 44, NO. 1, pp. 183–203, 2007.
- LEE, SeungJin; KIM, JaMee; LEE, WonGyu. **Analysis of Elementary Students' ICT Literacy and their Self-Evaluation According to their Residential Environments**. Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(S1),pp. 81-88, 2015. LUCKESI, Cipriano C. Avaliação da Aprendizagem escolar: estudos e proposições. 19 ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- MARASCHIN, C. **Avaliação (da ou na) Aprendizagem**. In: II Congresso Internacional de Educação do Colégio Coração de Jesus, 2000, Florianópolis. Anais do II Congresso Internacional de Educação do Colégio Coração de Jesus: Ética e Educação: Brasil Outros 500. Florianópolis: Palotti, 2000. p. 36-39.
- MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais. 2000. Ministério da Educação, Brasília.
- MENEZES, Luiz Carlos. A tecnologia no currículo do ensino médio, 1998.
- Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2015 [livro eletrônico] = **Survey on the use of information and communication technologies in brazilian schools: ICT in education 2015** / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, [editor]. -- São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016.
- PIAGET, Jean. **A equilibrção das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- PIAGET, Jean. **Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente: ensaio sobre a construção problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- PIAGET, J. **O trabalho por equipes na escola**. Tradução de Luiz G. Feiure. Revista de Educação – Diretoria do Ensino do Estado de São Paulo set/dez 1936. Adaptação para o português moderno: Andrea A. Botelho. Maio, 1993.
- SCALISE, Kathlenn; TIMMS, Michael; MORJANI, Anita; CLARK, LaKisha; HOLTERMANN, Karen; IRVIN, P. Shawn. **Student Learning in Science Simulations: Design Features That Promote Learning Gains**. Journal of Research In Science Teaching, VOL. 48, NO. 9, pp. 1050–1078, 2011.
- SEMINÉRIO, Franco. PIAGET - **O Construtivismo na Psicologia e na Educação**. Editora Imago 1996. 123 p.
- ZERVAS, P. KALIMERIS, I, SAMPSON, D. **A Method for Developing Mobile Virtual Laboratories**. Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies.

