

O construcionismo como pano de fundo para Modelagem Matemática na realidade do mundo cibernético

Rodrigo Dalla Vecchia
Marcus Vinicius Maltempi

RESUMO

Neste artigo mostramos possíveis associações entre as ideias construcionistas e o processo de Modelagem Matemática no contexto da construção de jogos eletrônicos. A pesquisa, de cunho qualitativo, envolveu oito estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática e teve como principal suporte o software o Scratch. Em termos de análise, evidenciaremos os aspectos “descrição/expressão”, “depuração compartilhada”, “execução compartilhada” e a “reflexão/discussão”, propostos por Rosa (2004, 2008), avançando em algumas das considerações apresentadas por esse autor. Entendemos que as evidências apontadas permitiram concluir que a Modelagem Matemática, quando discutida por meio da construção de jogos eletrônicos, se mostra influenciada pelo objetivo pedagógico, que, no caso específico desta pesquisa, esteve relacionado às ideias construcionistas.

Palavras-chave: Scratch. Construção de Jogos Eletrônicos. Modelagem Matemática.

Constructionism as background for math modeling in reality cyber world

ABSTRACT

In this article it is showed possible associations between constructionist ideas and the process of math modeling in the context of construction of electronic games. The research, of qualitative nature, involved eight students of a Bachelor's Degree in Mathematics and its main support, the software Scratch. In terms of analysis, it is demonstrated aspects “description/expression”, “shared debugging”, “shared execution” and “reflection/discussion”, proposed by Rosa (2004, 2008), advancing some of the considerations presented by the author. It is believed that the evidence pointed concluded that the Math Modeling, as discussed through the construction of electronic games, it is shown influenced by pedagogical objective, that, in the specific case of this study, was related to the constructionist ideas.

Keywords: Scratch. Electronic Games Construction. Math Modeling.

Rodrigo Dalla Vecchia é Doutor em Educação Matemática pela UNESP RC. Atualmente é professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. E-mail: rodrigovecchia@gmail.com

Marcus Vinicius Maltempi é Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela UNICAMP, tendo realizado parte do doutoramento na Universidade de Toronto. Pós-Doutor pela Universidade de Londres e livre-docente pela UNESP. Atualmente é professor da UNESP de Rio Claro e coordena o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática.

Recebido para publicação em 9/9/2015. Aceito, após revisão, em 10/11/2015.

Acta Scientiae	Canoas	v.17	n.3	p.629-650	set./dez. 2015
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

INTRODUÇÃO

Esse artigo tem como objetivo apresentar associações entre as ideias construcionistas (PAPERT, 1985, 1994; MALTEMPI, 2005) e o processo de Modelagem Matemática (MM), quando relacionados à construção de jogos eletrônicos. Para este artigo, assumimos uma visão de MM que a entende como sendo “[...] um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade” (DALLA VECCHIA, 2012, p.123). Intrínsecos a essa perspectiva, estão aspectos teórico-filosóficos que sustentam a investigação que envolve MM e construção de jogos eletrônicos, pautados principalmente, no entendimento de que o mundo cibernético é uma dimensão abrangida pela realidade (BICUDO; ROSA, 2010).

De modo mais específico, ao considerar essa visão, entendemos ser possível observar que a MM, quando considera o mundo cibernético como uma dimensão de abrangência, se mostra fluida, em constante transformação. Essa fluidez não se dá somente devido à referência à realidade, que por si só já admite distinções qualitativas frente a outras dimensões da realidade, mas também pela composição dos quatro aspectos considerados relevantes: objetivo pedagógico, modelos/linguagem, problema e realidade (DALLA VECCHIA, 2012). De modo alegórico, entendemos que as características múltiplas de cada um se entrelaçam, influenciando o processo de MM, do mesmo modo que pedras atiradas em um lago de águas paradas influenciam as ondulações do mesmo (Figura 1).

FIGURA 1 – MM vista como um fluxo que se desdobra por meio da multiplicidade dada pelo modelo, pelo problema, pelo objetivo pedagógico e pela realidade.



Fonte: a pesquisa.

Ao visualizar a Figura 1, é possível observar que as ondulações não formam um campo isolado, mas sim campos que se afetam, formando fluxos. Avaliada por meio dessa perspectiva, a MM pode ser vista como um processo, que não se mostra estático, pois qualquer alteração pode influenciar de modo decisivo o encaminhamento na busca de uma solução para o problema. Assim, no âmbito dessa investigação, o processo de MM é compreendido como sendo algo não necessariamente linear ou formado por etapas pré-determinadas e que somente se mostra ao longo do próprio processo.

Nossas investigações têm focado nesses quatro aspectos e em compreender de modo aprofundado cada um deles. Na especificidade desse artigo, nos posicionamos de modo considerar associações entre a MM e o Construcionismo. Entendemos que essa

associação abarca aspectos que influenciam a MM no sentido de assumir posicionamentos pedagógicos específicos, que tratam da visão de como o conhecimento é construído e de como orientar esse processo de construção. Em particular, buscamos *proporcionar aos estudantes condições para que as ações de aprendizagem associadas ao processo de construção de um artefato se efetivem.*

Conforme Papert (1994), o Construcionismo diz respeito a um conjunto de ideias que visa mostrar alternativas para teorias de ensino relacionadas à supervalorização do abstrato, isto é, que não visam contextualizações externas à especificidade do assunto tratado. Para esse autor, a valorização excessiva do abstrato se constitui em um obstáculo para a educação, no sentido de gerar um conhecimento desconectado dos problemas da sociedade e das situações que dizem respeito ao contexto do aluno. Para superar esse obstáculo, o Construcionismo traz a ideia de aprendizagem associada à construção de um artefato. Seguindo esse princípio, a busca ou construção de um conhecimento específico pode estar associada ao processo de construção de um artefato, que por sua vez pode gerar um conjunto de construções e abstrações mentais.

O modo como o processo de construção de artefatos orientado pelas ideias construcionistas é compreendido vem se modificando ao longo dos anos. Conforme Maltempi (2005), um dos primeiros conceitos relacionados ao Construcionismo foi o Ciclo de Aprendizagem. Mais tarde, segundo este autor, essas ideias evoluíram para o Espiral de Aprendizagem. Em pesquisas mais recentes, estes aspectos já não se mostram mais sequenciais e se mesclam com outros modos de compreender o processo. Nesse artigo, abordaremos essas transformações e procuraremos observá-las no processo de construção de jogos eletrônicos, associando-a à Modelagem Matemática. Especificamente falando, trataremos de evidenciar os aspectos “descrição/expressão”, “depuração compartilhada”, “execução compartilhada” e a “reflexão/discussão”, dados pelas ideias de Rosa (2004, 2008), avançando em algumas das considerações apresentadas por esse autor.

Esse estudo, desenvolvido sob uma perspectiva qualitativa, é resultado não somente do entrelaçamento teórico, como também dos dados produzidos no decorrer da pesquisa, os quais provieram da construção de jogos eletrônicos feitos por oito estudantes de um curso de graduação em Licenciatura Matemática. O principal *software* utilizado nas construções dos jogos eletrônicos foi o Scratch, que é uma linguagem de programação desenvolvida pelo *Massachusetts Institute of Technology*.

A VISÃO CONSTRUCIONISTA

Uma das ideias fortes do Construcionismo é a negação de que para uma melhor aprendizagem deve haver um aperfeiçoamento da instrução. É importante salientar que essa perspectiva “[...] não coloca em dúvida o valor da instrução como tal. Isso seria tolo” (PAPERT, 1994, p.124). O que se questiona ao considerar essa visão está relacionado à proposta de que o aprofundamento de um conhecimento específico ou sua consolidação como aprendizado esteja necessariamente associado a ele próprio, ou, nas próprias palavras

do autor, que “[...] a única forma de melhorar o conhecimento de um estudante sobre o tópico X é ensinar sobre X” (PAPERT, 1994, p.126).

A atenção do Construcionismo não está estritamente relacionada com o artefato ou produto produzido, mas sim com a própria construção e reorganização mental que ocorre ao longo de todo o processo. Papert (1985; 1994) defende que a construção de algo concreto pode potencializar o processo de construção mental influenciando na construção do conhecimento. Essa construção pode potencializar-se num contexto dado pelo mundo cibernético, no qual características como tempo, espaço, linguagem se mostram de forma distinta dos comumente vividos no cotidiano (ROSA, 2008), o que pode influenciar tanto na forma como o conhecimento é construído quanto nas características particulares desse conhecimento.

Para compreender melhor as ideias construcionistas, apresentamos as cinco dimensões que constituem a base desse pensamento. Maltempi (2005), baseado em Papert (1986), os evidencia em termos de ambientes norteados por essa teoria, a saber, dimensão pragmática, dimensão sintônica, dimensão sintática, dimensão semântica e dimensão social. A dimensão pragmática está diretamente associada à ideia de que o processo de construção de um artefato pode apoiar construções mentais de conhecimento. Em termos gerais, diz respeito “[...] à sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante” (MALTEMPI, 2005, p.267). Essa sensação pragmática pode fazer com que o aluno, além de construir e reconstruir o conhecimento durante o processo, desperte seu interesse pela busca do saber.

A dimensão sintônica se caracteriza pela contextualização¹ dos projetos desenvolvidos, contrapondo-se a uma aprendizagem que evidencia a matemática por ela mesma e pela sintonia com aquilo que o aprendiz considera importante. A terceira dimensão considerada é chamada dimensão sintática e visa privilegiar a escolha de ambientes, linguagens e situações de aprendizagem que se caracterizem pela facilidade de acesso às condições básicas necessárias para o desenvolvimento do processo de construção do artefato.

Outra dimensão a ser considerada é a dimensão semântica que se refere à “[...] importância de o aprendiz manipular elementos que carregam significados que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos” (MALTEMPI, 2005, p.268). Papert (1986, 1994) considera que o processo de construção de conhecimento por meio da construção de artefatos pode tornar-se mais efetivo quando os recursos utilizados e a situação envolvida são relevantes e carregam significados para o aprendiz.

A quinta dimensão abrangida pelo Construcionismo é a dimensão social. Para Maltempi (2005), no processo de construção de conhecimento há uma integração das atividades realizadas com as relações pessoais e também com a cultura do ambiente no qual elas se encontram.

¹ O computador, muitas vezes, pode ser um aspecto indispensável na contextualização de determinadas situações, uma vez que a viabilidade de um projeto poderia ser impossível em situações do cotidiano devido às limitações físicas e materiais desse meio.

Expostas algumas das características básicas do Construcionismo, acrescentamos a seguinte inquietação: Entendendo o Construcionismo como um processo de construção, como este pode se mostrar no contexto educacional?

Para responder a esse questionamento, trazemos a relação do processo de construção com o “erro”. De modo geral, o Construcionismo entende que o processo de construção não parte da dicotomia do certo-errado, mas de premissas que podem se constituir em “falsas teorias” ou “falsas conjecturas” quando analisadas a partir de um olhar que tem como base o conhecimento formal. O importante não é se o ponto de partida das construções faz ou não parte de um conjunto de conhecimentos defendidos pela academia e inseridos em programas curriculares, mas sim o próprio processo de construção em si que permite que as premissas iniciais possam ser alteradas conforme as necessidades e objetivos dos envolvidos. Papert (1985) explicita essa visão quando afirma que os aprendizes

[...] não seguem uma trajetória de aprendizagem que vai de uma “posição verdadeira” a uma outra “posição verdadeira” mais avançada. Sua trajetória natural inclui “falsas teorias” que ensinam tanto sobre a formulação de teorias quanto as verdadeiras. (PAPERT, 1985, p.162)

Esse processo de construção de conhecimento que considera o erro como parte do processo foi investigado por autores como Valente (1993), Maltempi (2005), Rosa (2004, 2008) e têm como aspecto principal a ideia de depuração (*debugging*). Segundo Maltempi (2000), a ideia do uso da depuração como uma das fontes para a aprendizagem está no trabalho de Sussman (1975), que criou um “[...] modelo de aprendizagem baseado no computador centrado no erro, pois acreditava que, na maioria das vezes, os erros são manifestações de estratégias poderosas do pensamento criativo” (MALTEMPI, 2000, p.16).

A depuração está diretamente relacionada com as expectativas atingidas no processo de construção. Quando o resultado atingido não é o desejado, parte-se para uma análise do processo de representação da solução do problema que está sendo investigado.

Além da depuração, a investigação com atividades construcionistas – principalmente relacionadas à linguagem LOGO – levou os pesquisadores a acrescentar outros fatores considerados importantes no processo de construção. Valente (1993), por exemplo, apresenta a ideia de Ciclo de Aprendizagem que envolve quatro etapas, descrição, execução, reflexão, depuração.

O Ciclo de Aprendizagem está comumente relacionado a linguagens de programação de computadores e inicia com o desejo de implementação de um projeto. Esse desejo desencadeia um processo de construção que inicia com a descrição do projeto que, na visão construcionista, está diretamente associada à busca por uma solução para a situação problemática (VALENTE, 1993). Em outras palavras, a descrição consiste na representação na forma de um conjunto de comandos escrito em linguagem de programação

(MALTEMPI, 2005). A fase de execução está relacionada à apresentação da atualização dos comandos pelo computador na tela, compartilhados com o usuário por meio da tela informacional. A observação do resultado faz com que haja um processo comparativo por parte do aprendiz, que sobrepõe os objetivos almejados com a apresentação feita pelo computador. Essa é a etapa denotada por reflexão, que pode se encaminhar para duas situações: se o resultado for o esperado, então a atividade está concluída, caso contrário há a necessidade de rever a forma como a situação foi representada na forma de comandos, ocorrendo assim a depuração do programa (VALENTE, 1993; MALTEMPI, 2005). Conforme Maltempi (2005), a depuração

[...] tem sua origem no “erro” e este está intimamente relacionado com a construção do conhecimento, pois atua como um motor que desequilibra e leva o aprendiz a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já se conhece.

Ao procurar por melhorias no processo, o aprendiz inicia um novo ciclo que envolve as mesmas etapas. Entretanto, entendendo que o novo ciclo pode abranger novos conceitos e construções distintas, essa perspectiva foi refeita, passando a ser chamada de Espiral de Aprendizagem (VALENTE, 2002), o que dá um caráter mais amplo ao processo, no sentido de existir a possibilidade de novos caminhos serem seguidos.

Essa perspectiva de ciclo e de espiral é questionada e ampliada por Rosa (2004, 2008) que considera a possibilidade de encaminhamentos distintos, os quais não necessariamente apresentam uma sequencialidade linear composta por passos pré-determinados. Por apresentar essas características, o processo passa a ser chamado de “Turbilhão de Aprendizagem”. Nas ideias apresentadas por esse autor, não há uma desconsideração de situações que possam ser encaminhadas por meio de etapas, apenas uma não subordinação das atividades propostas a uma sequencialidade que se mostra definida em termos potenciais.

Avaliando esse aspecto e outros apresentados nessa seção, parece haver uma consonância entre as ideias construcionistas e a visão de processo que o associa à mudança que ocorre ao longo do próprio caminho percorrido, sem a obrigatoriedade de existir um método que oriente as mudanças ocorridas. Ao vislumbrar essa possível aproximação, entendemos que o processo de construção apresentado pelo viés construcionista pode ser posto em concordância com o que Arguello (2005) designa por ciência viva e que se caracteriza por um educar que se dá no próprio fazer, permitindo ao estudante uma participação mais ativa na construção do conhecimento. Desse modo, o Construcionismo, visto como um processo de construção, pode se mostrar em harmonia com as ideias de processo educacional, quando é considerado como um caminho, no qual a aprendizagem se dá na própria medida dos desdobramentos que as situações sofrem por meio da imersão dada pelos participantes.

Cabe salientar que nem todas as atividades propostas em um âmbito construcionista podem se mostrar dessa maneira. Há aquelas que são orientadas e estruturadas pelo

professor e que assumem uma sequencialidade na qual o estudante pode seguir passos pré-determinados visando à abordagem de algum conhecimento específico (PAPERT, 1985). Entretanto, levamos em consideração um aspecto particular, que é quando o produto do processo de construção é um jogo eletrônico. E é justamente o universo singular que envolve os jogos eletrônicos no contexto educativo que caracterizaremos na próxima seção.

QUANDO O PRODUTO DO CONSTRUCIONISMO É UM JOGO ELETRÔNICO

Ao abordar pesquisas que envolvem jogos eletrônicos, vemos a possibilidade de encontrar resultados que permitem associar a construção dos mesmos ao modo de compreender processo como algo não necessariamente linear e em constante mudança. De fato, conforme já esboçado, pesquisas como as de Rosa (2004) mostram que a construção de jogos eletrônicos pode apresentar singularidades. Em sua pesquisa, que tratou sobre como a construção de jogos eletrônicos pode contribuir para o ensino e aprendizagem da matemática, Rosa (2004, 2008) apresentou a perspectiva de “Turbilhão de Aprendizagem” sugerindo, de acordo com outros autores, que o processo de construção pode não ocorrer em etapas pré-determinadas. Em particular, esse autor observou quatro ações distintas, que não obedecem a uma ordem de ocorrência, a saber: “descrição/expressão”, “depuração compartilhada”, “execução compartilhada” e a “reflexão/discussão” de ideias.

A “descrição/expressão” indica o processo de descrição de ideias de um coletivo no qual o principal meio utilizado é a oralidade. Ao considerar essa mídia, apesar de não haver um registro de ideias como quando se utiliza a programação baseada em uma linguagem de programação, o aprendiz pode expressar a forma como está pensando. Isso faz com que, mesmo estando em um ambiente computacional, outras mídias também se tornem presentes e importantes na construção do conhecimento. Na “depuração compartilhada” o processo de depuração é considerado no coletivo e não mais somente entre o computador e o aprendiz. Conforme Rosa (2008, p.128), a depuração compartilhada é

[...] a ação de aprendizagem que perpassa o ato de depurar, mas não somente a Depuração do que o aprendiz fez com o computador, no caso, mas da atividade desempenhada pelo outro com as mídias em questão, ou seja, uma análise do que foi realizado pelo colega do grupo em um coletivo.

Considerando ainda o coletivo formado pelas mídias e pelos humanos, há a “execução compartilhada”, na qual o computador não é o único a fazer a execução, mas também são consideradas outras tecnologias, como lápis e papel. As anotações de simulações de movimentos, expressões matemáticas, que podem representar situações encontradas no desenvolvimento dos projetos, esboço de mapas e estratégias podem ser considerados exemplos de “execução compartilhada”.

Por último, a “reflexão/discussão” de ideias está fundada no entendimento de que “[...] o debate de ideias subentende a própria reflexão” (ROSA, 2008, p.128). Nesse caso, há a inclusão das pessoas envolvidas na discussão como característica diferencial que permite apontar uma construção coletiva de significados por meio do debate e não somente em uma relação entre aprendiz e computador.

Com a perspectiva apresentada por Rosa (2004, 2008), há uma ampliação no entendimento de como se dá a construção do conhecimento por meio da construção de um artefato, que leva em consideração a formação de coletivos e a participação das mídias. Em particular, o turbilhão de ações de aprendizagem apresentado por Rosa (2004) coloca o processo de construção do artefato em uma perspectiva não necessariamente linear de acontecimentos, implicando um processo de construção do conhecimento que pode ser observado no próprio fazer

Mas não está somente no conjunto de ações levantadas por Rosa (2004, 2008) que o jogo se mostra um produto diferenciado. Além desse autor, outros como Kishimoto (2001), Jenkins et al. (2006), Mattar (2010), Clua e Bittencourt (2005) apresentam a ludicidade como um dos principais aspectos que pode contribuir para o desenvolvimento de atividades relacionadas ao ensino e a aprendizagem, tanto para quem joga (MATTAR, 2010; JENKINS et al., 2006), quanto para quem constrói o jogo eletrônico (ROSA, 2004; CLUA; BITTENCOURT, 2005).

O lúdico é apresentado por Huizinga (2007) como um predicado básico inerente ao ser humano, assumindo tanta importância quanto o pensar (*homo sapiens*) e o fabricar (*homo faber*). Esse autor apresenta a ludicidade como algo inerente ao jogo, podendo também ser identificada com as noções de prazer, agrado, alegria etc. Huizinga (2007, p.33) entende o jogo como uma atividade que é

[...] exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria.

Dessa forma, o jogo instaura uma espécie de campo, no qual prazer, regras e confrontos se entrelaçam envolvendo o jogador. É nessa ludicidade, e na possível imersão que o jogo pode proporcionar, que autores como Rosa (2008) defendem o uso e a construção do jogo numa dimensão educativa. Para Rosa (2008, p.56), a ludicidade ou o brincar, inerente ao mesmo, possibilita “[...] o interesse na ação de cada indivíduo, acarretando muitas vezes o surgimento de um universo imaginativo também no ambiente educacional”. A implicação da imaginação pode trazer um aspecto potencializador para os processos de ensino e aprendizagem, pois, conforme Huizinga (2007), ao adentrar no campo imaginativo, possibilitado pelo jogo, novos significados são atribuídos ao manipular as “imagens” nas quais esse se baseia. Esse aspecto pode conferir ao processo educacional intrínseco à construção de um artefato um caráter criativo que, segundo Maltempí (2005), constitui-se em uma importante característica para o processo de construção de conhecimento.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada na realização da investigação é de caráter qualitativo, consequência direta da natureza da investigação que visa compreender o “como”. Na abordagem qualitativa, conforme Lincoln e Guba (1985) o propósito fundamental é a compreensão, a explanação e a interpretação do fenômeno estudado, visando uma interlocução coerente entre pesquisadores, pesquisa e pesquisado.

Os sujeitos da pesquisa foram oito alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade do sul do Brasil que participaram de um curso intitulado “Construção de Jogos Eletrônicos”, ocorrido no primeiro semestre do ano de 2009, com duração de 20 horas. Além dos oito estudantes, estiveram presentes nas discussões o professor/pesquisador e dois auxiliares, Lucas e Vitor, que contribuíram para questões técnicas do Scratch e da filmagem e participaram de algumas das discussões. O software utilizado para a criação dos jogos eletrônicos foi o Scratch, que é um software livre desenvolvido no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Este se constitui como uma linguagem de programação visual e permite ao usuário construir interativamente suas próprias histórias, animações, jogos, simuladores, ambientes visuais de aprendizagem, músicas e arte. Para manuseio do Scratch, o usuário obrigatoriamente necessita expressar seu pensamento na forma de comandos. Toda ação de qualquer objeto deve ser programada e explicitada. Os comandos são visualizados por meio de blocos que são arrastados para uma área específica e conectados, formando a programação do ambiente (Figura 2).

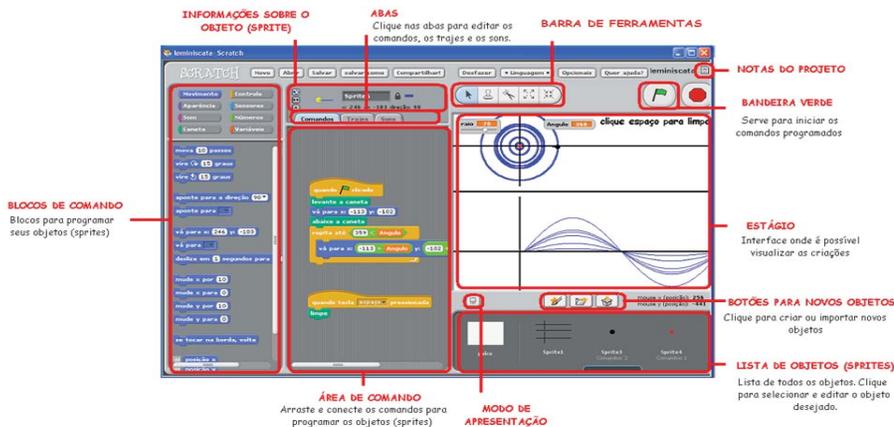
FIGURA 2 – Exemplo de programação feita no Scratch.



Fonte: a pesquisa.

A interface é intuitiva e o manuseio de suas ferramentas não requer comandos complexos. Cabe salientar ainda que possui a opção da linguagem em português. Todos os ambientes criados nessa linguagem são em duas dimensões (2D). Sua interface é composta por três principais áreas: a área formada pelos blocos de comando, que fica à esquerda, a área de comando no centro, na qual os blocos de comando são arrastados e conectados, e o estágio, que fica à direita e é a interface na qual é possível visualizar as criações (Figura 3).

FIGURA 3 – Interface do Scratch.



Fonte: a pesquisa.

A produção de dados deu-se por meio de filmagens feitas com o software Camtasia, que permite filmar simultaneamente a tela do computador e as pessoas que o estão manipulando, gravando seus gestos e argumentações. A análise envolveu um entrelaçamento entre aspectos teóricos e dados, mesclando transcrições literais, relato e compreensão do ocorrido.

Consideramos importante salientar que associamos o processo de construção de jogos eletrônicos ao processo de Modelagem Matemática na Educação Matemática. Para tanto, entendemos que as produções feitas por meio da linguagem Scratch podem ser consideradas modelos e que, mesmo apresentando distinções qualitativas em relação à MM quando é feita considerando a realidade mundana, os aspectos modelo, realidade, problema e objetivos pedagógicos podem ser abordados², formando assim uma base para a MM (DALLA VECCHIA, 2012).

OS JOGOS CONSTRUÍDOS

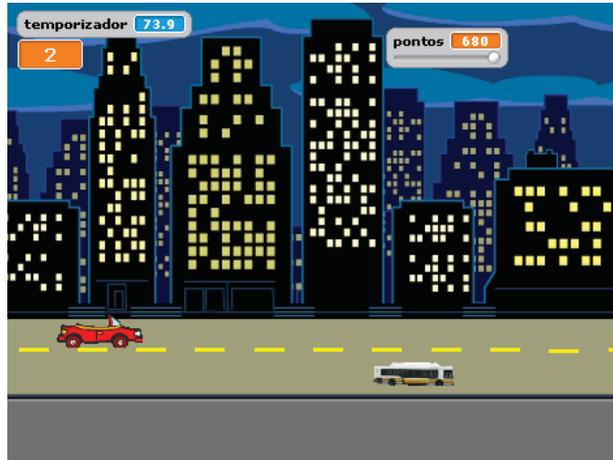
Para o escopo desse artigo, avaliaremos a construção de dois jogos construídos pelos estudantes.³ Para construção, os alunos se reuniram em duplas. O primeiro jogo que destacamos é o elaborado pela dupla composta pelas estudantes Laura⁴ e Ana. Estas decidiram construir um jogo de carros. Em termos gerais, o objetivo consistia em criar um objeto (carro) que desviaria de outros objetos que seriam tomados como obstáculos colocados em uma pista. A interface do jogo pode ser observada na Figura 5.

² Uma análise detalhada desses quatro aspectos (modelo, realidade, problema e objetivo pedagógico) envolvendo a relação entre MM e a construção de jogos eletrônicos pode ser encontrada em Dalla Vecchia (2012)

³ A escolha do tipo de jogo que seria construído ficou a cargo dos próprios estudantes.

⁴ Todos os nomes são fictícios, a pedido dos próprios estudantes.

FIGURA 5 – Interface do jogo criada por Laura e Ana.



Fonte: a pesquisa.

O segundo jogo que abordaremos, é o produzido pela dupla composta pelas estudantes Eduarda e Fernanda e se mostra formado por uma figura de fundo que dada por um mapa no qual um objeto deveria se movimentar ao longo desse território por meio da mudança de duas variáveis, que indicavam a angulação e a distância percorrida, criadas no jogo e denotadas por “metros” e “graus”. A Figura 6 apresenta a interface do jogo na área de estágio do Scratch.

FIGURA 6 – Interface do jogo produzido por Eduarda e Fernanda.



Fonte: a pesquisa.

ANÁLISE

Nessa seção procuraremos evidenciar no processo de construção de jogos três ações de aprendizagem associadas ao processo de construção de um artefato. Essas ações de aprendizagem são caracterizadas por depuração compartilhada, execução compartilhada e reflexão/discussão de ideias.

Depuração compartilhada de ideias

Para continuar o entendimento das ações frente ao Ciclo e Espiral de Aprendizagem observadas nas atividades construcionistas (VALENTE, 1993; MALTEMPI, 2005), é preciso lembrar que quando o resultado fornecido pelo computador não corresponde à solução ou ação pretendida, é necessário que o estudante avalie os comandos feitos. Esse processo é conhecido por depuração e consiste em uma “[...] revisão do programa [que] leva o aprendiz a buscar informações que lhe faltam e requer também reflexões sobre os erros cometidos e as formas possíveis de corrigi-los” (MALTEMPI, 2005, p.271). Na visão de Rosa (2004, 2008) o processo de depuração é ampliado e denotado por “depuração compartilhada”, pois considera o coletivo formado entre os participantes e não mais somente a relação entre o computador e o aprendiz. Esse aspecto fez parte do processo de construção dos jogos eletrônicos e pode ser observado nos excertos que seguem. Esse excerto inicia após a execução do programa que envolve a movimentação do objeto carro. Nele, Laura e Vitor discutem possíveis encaminhamentos para que o problema encontrado possa ser resolvido.

(0:53:00) **Laura:** *Não fechou. De repente botar de passo em passo então?*

(0:53:13) **Laura:** *Quando a tecla para cima é pressionada, se o mouse em Y, que é o objeto, for maior do que o valor, tem que mover zero passos. [Lendo os comandos que podem ser observados na Figura 31].*

(0:53:30) **Vitor:** *Isso é um bloco de comandos. Depois, o que ele faz?*

(0:53:40) **Laura:** *Ele muda y por 10. Então é isso aqui que está atrapalhando, porque ele está dizendo que muda o y aqui... E se eu tirar, será que vai? [Referindo-se a retirar a parte “mude y por 10” do bloco de comandos].*

(0:53:51) **Laura:** *Assim também não sobe! [Observando, por meio da execução, que ainda não ocorre o esperado].*

(0:53:51) **Vitor:** *Então como é que a gente resolve?*

(0:53:55) **Laura:** *Não é mudar o y. É andar para cima. De repente...*

(0:54:01) **Vitor:** *Olha só! Então tu tens duas coisas que tu estás verificando. Se ele é maior. E se ele não for maior, o que eu faço?*

(0:54:09) **Laura:** *Eu movo os passos.*

(0:54:10) **Vitor:** *Isso. Então?...*

(0:54:12) **Laura:** *Mais um “se então”?*

Na Figura 7, é possível observar a construção feita pela estudante, contextualizando assim a conversa.

FIGURA 7 – Construção feita pela estudante.



Fonte: a pesquisa.

O excerto mostra que, após a execução dos comandos, há uma preocupação, por parte de Laura, em encontrar uma solução para a situação. Este aspecto pode ser observado, inicialmente, quando Laura faz uma releitura dos comandos por ela construídos, aparentemente procurando pelo erro (“*Quando a tecla para cima é pressionada, se o mouse em Y, que é o objeto, for maior do que o valor, tem que mover zero passos*”). Sua primeira conjectura é a respeito à localização do comando “mude y por 10” que, ao ser retirado do bloco, não resolve o problema. Entretanto, as perguntas de Vitor (“*Então como é que a gente resolve?*”, “*E se ele não for maior, o que eu faço?*”) levam Laura a considerar a utilização dos comandos condicionais (“*Mais um “se então”?*”), encaminhando assim o processo para uma solução.

Entendemos que a conversa entre Laura e Vitor evidenciam a ação de aprendizagem apresentada por Rosa (2004, 2008) como depuração compartilhada, uma vez que há uma revisão do programa buscando resolver os erros encontrados, mas essa revisão ocorre tanto por meio da análise dos comandos, quanto por meio da troca de ideias entre Vitor e Laura. Não somente nesse excerto, mas em outros a depuração compartilhada está presente, pois como foi o caso de Laura, mesmo sendo ela que depurou literalmente seu suposto “erro”, é Vitor que contribuiu de forma compartilhada para que essa depuração ocorresse.

Além disso, no processo de análise há um conjunto de casos que estão relacionados à depuração, mas aparentemente mostram um aspecto que pode ampliar o que foi apresentado por Rosa (2004; 2008), principalmente no que diz respeito ao modo como a análise do programa foi feita. O próximo excerto apresenta um exemplo desse caso. Nele

Laura e Vitor discutem sobre a utilização da igualdade ou da desigualdade nos comandos que se referem à movimentação do objeto carro.

(0:48:47) **Laura:** *Quando o mouse y for igual a esse ponto y aqui... [Apontando com o mouse novamente a posição do carro e observando que o mesmo se encontra em $y = -65$].*

(0:48:55) **Vitor:** *Igual ou menor. Aí não sei exatamente qual é o objetivo.*

(0:48: 58) **Laura:** *Tá. Vou experimentar então.*

Quando Vitor fala “*Igual ou menor. Aí não sei exatamente qual é o objetivo*” expõe duas alternativas à estudante, a saber, o uso dos símbolos que determinam uma relação de ordem pela igualdade e pela desigualdade (no caso o símbolo “ $<$ ”), ambas associadas ao comando “se”. O que atento nesse excerto não são as distintas possibilidades apresentadas por Vitor, mas sim o modo como Laura as conduziu, que foi por meio da experimentação. Este aspecto pode ser evidenciado nas falas da estudante, quando diz: “*Tá. Vou experimentar então*”.

Nesse caso, o processo de depuração compartilhada se deu por meio da experimentação, partindo para a alteração e a execução sem fazer uma reflexão a priori de cada uma das alternativas. A busca por uma solução não foi discutida, mas, sim, experimentada, envolvendo um conjunto de ações composto pela execução e alteração do comando até o encontro de uma solução. É interessante observar que esse aspecto não se mostra como um caso isolado e pode ser observado em outros momentos ao longo do segundo episódio. Esse é o caso que ocorre quando Laura se questiona em 0:53:40: “*E se eu tirar, será que vai?*” (referindo-se a retirar a parte “mude y por 10” do bloco de comandos⁵ apresentado na Figura 45); ou ainda quando Vitor em 0:54:45 diz: “*Põe lá, vamos ver*” (referindo-se a algumas sugestões dadas pela estudante quanto ao uso do comando “se senão”).

A experimentação, portanto, está relacionada à multiplicidade de caminhos que podem ser trilhados na busca por soluções para a situação problemática que, nos casos considerados, se mostrou de modo compartilhado, envolvendo tanto as colocações e dúvidas da estudante Laura, quanto as de Vitor. Entendemos que esse aspecto se mostra em harmonia com as ideias construcionistas, principalmente as que tratam do erro como algo intrínseco ao processo de construção do conhecimento.

De fato, no caso específico do excerto, a estudante não fala em certo ou errado, mas sim em caminhos distintos que podem ser experimentados. Nesse sentido, Papert (1985, p.40) defende a ideia de que ao utilizar uma linguagem de programação, a “[...] questão a ser levantada a respeito do programa não é se ele está certo ou errado, mas se ele é executável”. É justamente esse aspecto que entendo estar em consonância

⁵ Por meio da depuração, a modificação não resulta naquilo que a estudante deseja, conforme apresentado na seção 5.1.

ao que Laura expressa, uma vez que as ações que se seguem são de experimentação, baseadas na execução proporcionada pela atualização do comando na tela informacional. Consideramos ainda que essas ações refletem um modo de agir frente às problemáticas encontradas ao longo das construções feitas que não abrangem a dicotomia do certo e do errado, mas sim “[...] uma trajetória natural [que] inclui “falsas teorias” que ensinam tanto sobre a formulação de teorias quanto as verdadeiras” (PAPERT, 1985, p.162).

As análises feitas nessa seção mostram que a ação de depuração compartilhada de ideias, além de ser efetivada no processo de construção de jogos, apresentou avanços qualitativos frente às ideias de Valente (2002), Maltempi (2005) e Rosa (2004, 2008).

Execução compartilhada

No processo de construção dos jogos eletrônicos analisado, a execução compartilhada pode ser observada de modo mais evidente nas ações da Dupla 2, composta por Eduarda e Fernanda. Ao longo desse episódio, há um conjunto de ações que não se configuram como a execução do programa Scratch em si, mas fazem parte do processo de construção dos jogos, interligando buscas, construções, alterações feitas pelos participantes, permitindo, segundo Rosa (2004, p.135), uma “[...] amplitude de processos cognitivos”.

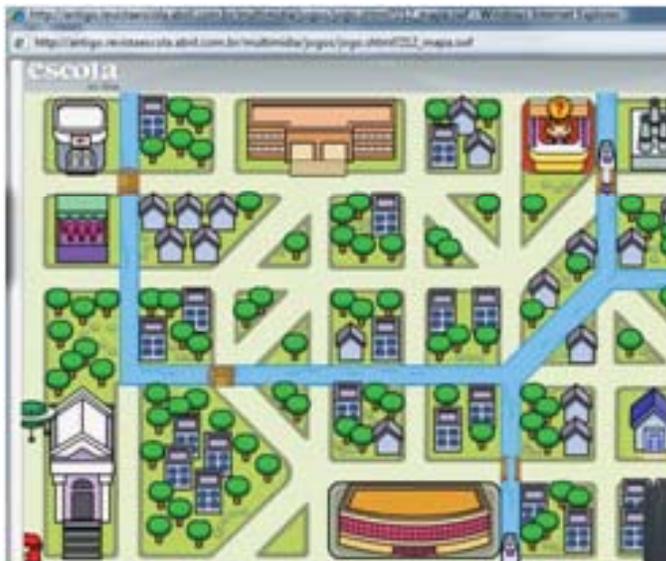
Esses entrelaçamentos entre outros *software* e a utilização de diversas mídias, podem ser observados nas construções, principalmente devido às possibilidades dadas pelas funcionalidades do Scratch, as quais permitem o uso de imagens, sons e movimentos. Analisando não somente as falas apresentadas por mim do episódio, mas todo o conjunto de ações que envolveu a construção do jogo, entendo haver um entrelaçamento interessante entre a escolha de cenários e a utilização de *software* no encaminhamento dos problemas encontrados. Esse episódio inicia com a busca por imagens na Internet que serviram como base para a construção do cenário utilizado no palco do jogo (Figura 8 e 9).

FIGURA 8 – procura na Internet de imagem para estruturação do jogo.



Fonte: a pesquisa.

FIGURA 9 – imagem utilizada na construção do mapa, encontrada na Internet.



Fonte: a pesquisa.

Inspiração nessa imagem, a estudante Eduarda constrói seu próprio mapa, usando as funcionalidades do próprio Scratch (Figura 10).

FIGURA 10 – construção do mapa usando as funcionalidades do Scratch.

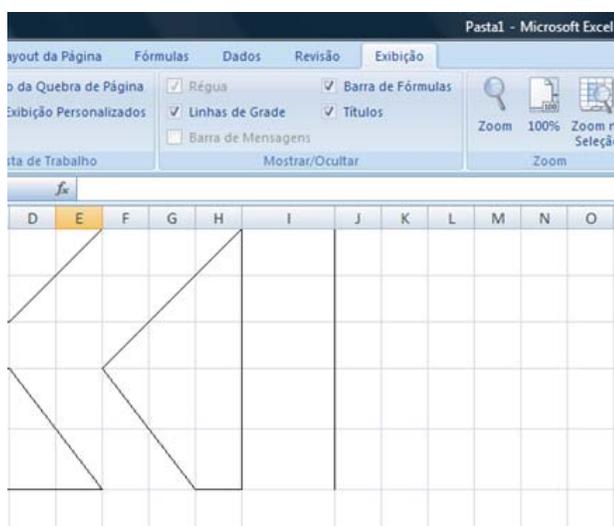


Fonte: a pesquisa.

O mapa construído por Eduarda (Figura 10) é substituído posteriormente pela imagem da Figura 9. Devido ao não atendimento do objetivo proposto pelo modelo de movimento do objeto ao longo do mapa, as estudantes decidem novamente alterar a figura de fundo, seguindo a sugestão dada por Rodrigo em 1:05:04: “*Então eu acho que o ideal seria colocar uma borda forte aqui*”. Embora não seja utilizado, Fernanda indica em 1:05:12 o uso do *software* Paint para modificação do mapa, uma vez que o mesmo possui recursos de edição de imagens: “*Fazer isso no Paint, quem sabe*”.

Os desdobramentos do problema levaram as estudantes a construir um novo mapa, utilizando os recursos do *software* Excel. Em um primeiro momento, utilizaram os contornos e as diagonais das células para definir o delineamento do mapa (Figura 11).

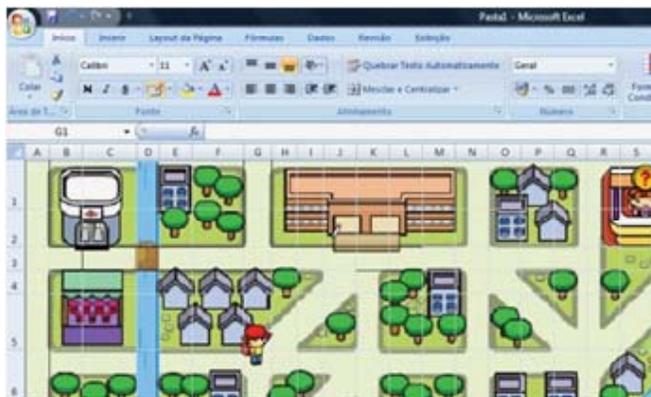
FIGURA 11 – Utilização do Software Excel para criação de um mapa.



Fonte: a pesquisa.

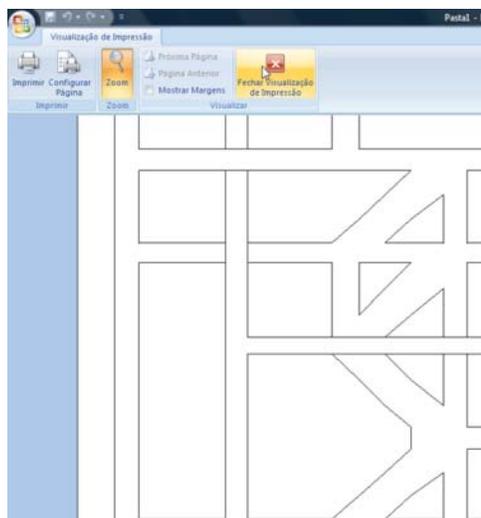
Fernanda, ao manipular os recursos do *software*, observa a possibilidade de fazer uma adaptação do antigo mapa obtido na Internet quando diz em 2:03:01: “*Olha o que eu pensei em fazer*”. Assim, as estudantes passam a construir um novo mapa por meio do Excel, porém, que mantém as características por ela desejadas (Figuras 12 e 13).

FIGURA 12 – utilização do mapa desejado como pano de fundo no software Excel.



Fonte: a pesquisa.

FIGURA 13 – visualização do mapa com os contornos.



Fonte: a pesquisa.

Segundo Rosa (2008) a utilização de diversos recursos “[...] permite diferentes possibilidades de percepção, imaginação e manipulação”. É justamente esse o caso apresentado nesse episódio, principalmente levando em consideração o aspecto manipulativo que a multiplicidade de *software* proporcionou. De fato, interpreto que a reunião das funcionalidades contribuiu para a busca de referências e adaptações não somente para a construção do cenário, mas também para o encaminhamento sugerido

pelo professor (“*Então eu acho que o ideal seria colocar uma borda forte aqui*” (1:05:04)) de toda a problemática que envolvia o reconhecimento dos contornos do mapa pelo programa. Assim, o uso de diversos meios possibilitou a manipulação tanto da imagem quanto do próprio evento de tal modo a construir um cenário que atendesse aos aspectos visuais desejados e, ao mesmo tempo, às necessidades do modelo programado, evidenciando dessa forma a execução compartilhada como uma ação de aprendizagem relevante para o processo de construção dos jogos eletrônicos.

Para que a ação de aprendizagem que envolve essa seção pudesse ser efetivada, foi disponibilizado aos estudantes, não somente acesso ao *software* Scratch, mas também à *software* de computação gráfica e à Internet, para que os mesmos tivessem a liberdade de escolher os recursos que considerassem convenientes para o desencadeamento dos problemas, aumentando com isso as possibilidades de entrelaçamento entre distintos recursos.

Reflexão/discussão

Conforme Rosa (2008, p.129) a reflexão/discussão “[...] é fundada na percepção que o debate de ideias subentende a própria reflexão, expressa muitas vezes no decorrer [...]do] embate verbal”. Essa ação de aprendizagem se mostra inerente aos processos de construção experienciados pelos estudantes no curso que originou os dados aqui analisados. Para evidenciar esse aspecto, destacamos o seguinte excerto, no qual Vitor e Laura conversam sobre a relação entre o objeto carro e o modo como o posicionamento deste pode ser compreendido, em termos matemáticos, para que dessa forma possa ser referenciado por meio da linguagem Scratch.

(0:47:57) **Vitor:** *E quem não pode passar?* [Procurando fazer com que Laura reflita sobre a construção].

(0:47:58) **Laura:** *O carro.*

(0:48:01) **Vitor:** *E o que o carro é na matemática?*

(0:48:04) **Laura:** *É um objeto.*

(0:48:06) **Vitor:** *E o objeto é caracterizado pelo quê?*

(0:48:09) **Laura:** *Pelas coordenadas. Uma para o x e uma para o y .*

(0:48:14) **Vitor:** *E tu estás pensando x ou y aí?*

(0:48:16) **Laura:** *Aqui é y , porque ele está se movimentando sempre assim [balança o braço verticalmente para cima e para baixo para indicar o movimento do carro].*

(0:48:19) **Vitor:** *E no y , o que ou quem é menor... ou igual?*

Entendemos que Vitor, ao perguntar “*E o que o carro é na matemática?*” busca uma reflexão por parte de Laura, procurando auxiliá-la não somente no encaminhamento de uma possível resposta, mas também no reconhecimento de como aspectos matemáticos podem estar relacionados à construção de jogos eletrônicos. Não somente nessa fala, mas também nas outras do excerto, Vitor questiona a estudante com o intuito de fazê-la refletir sobre o ocorrido, buscando no conjunto das falas uma compreensão não somente daquilo que está sendo feito, mas também da matemática que envolve essa situação. Compreendemos ser esta a intenção de Vitor, quando traz os questionamentos: “*E o que o carro é na matemática?*”, “*E o objeto é caracterizado pelo quê?*”, “*E tu estás pensando x ou y aí?*”, “*E no y , o que ou quem é menor... ou igual?*”. Por meio dessas perguntas, consideramos que Vitor instiga uma reflexão em Laura, que permite associar toda a situação envolvida a um referencial matemático dado pelo plano cartesiano no qual a linguagem Scratch se relaciona.

Vislumbramos, em consequência dessa avaliação, a efetivação da ação de aprendizagem discussão/reflexão. Observamos ainda que no caso apresentado, embora o jogo em si não tenha relação com a matemática, a sua construção tem mostrado um entrelaçamento íntimo com coordenadas cartesianas. Desse modo, é factível considerar que reflexões e discussões envolvendo a matemática podem acontecer de modo natural nas construções de jogos eletrônicos por meio da linguagem computacional Scratch, mesmo quando o contexto do jogo não abarca necessariamente um assunto matemático.

Assim como nas ações de aprendizagem anteriormente consideradas, entendemos que o uso do Scratch, o trabalho em duplas e a participação do professor pesquisador e do auxiliar Vitor contribuíram para criar um espaço de interação no qual não somente a ação de reflexão/discussão se efetivasse, mas também todas as outras ações ocorressem e se ampliassem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo evidenciamos as ações dadas por, depuração compartilhada de ideias, execução compartilhada e reflexão/discussão. Entendemos que as mesmas mostram que o processo de MM, quando observado sob a ótica da construção de jogos eletrônicos, pode **proporcionar aos estudantes condições para que as ações de aprendizagem associadas ao processo de construção de um artefato se efetivem**, mostrando assim consonâncias com algumas das ideias construcionistas.

Em particular, a análise mostrou que foi possível avaliar a execução compartilhada como uma ação de aprendizagem relevante. Nela, não somente houve a execução feita com o *software* Scratch, mas também os participantes trazem ao contexto a utilização de outras ideias e outros *software* mostrando uma multiplicidade de entrelaçamentos na construção do cenário, visando assim o desenvolvimento do jogo.

Por último, a reflexão/discussão pôde ser observada nas análises feitas mostrando que, mesmo na construção de jogos que aparentemente possuem uma relação pouco direta

com a matemática, a reflexão acerca das construções pode estar associada a aspectos matemáticos. Entendemos que as análises que envolvem as ações de aprendizagem permitem concluir que a MM, quando discutida por meio da construção de jogos eletrônicos, se mostra influenciada pelo objetivo pedagógico, que no caso específico, esteve relacionado às ideias construcionistas.

REFERÊNCIAS

- ARGUELLO, C. A. O material didático para o ensino de ciências. In: Ministério da Educação e Cultura. *Iniciação Científica: um salto para a ciência*. Boletim, v.11, 29-38, 2005.
- BICUDO, M. A. V.; ROSA, M. *Realidade e Cibermundo: horizontes filosóficos e educacionais antevistos*. Canoas: Editora da ULBRA, 2010.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: U.S.A., Springer, 2005.
- BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. *Educação a distância online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- CLUA, E.; BITTENCOURT, J. Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação. In: XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. *Anais ...* São Leopoldo, 2005. p.1313-1356.
- DALLA VECCHIA, R. *A Modelagem Matemática e a realidade no mundo cibernético*. São Paulo: UNESP, 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens*. 5.ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- JENKINS., H.; CLINTON, K.; PURUSHOTMA, R.; ROBISON, A.J.; WEIGEL, M. *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*. The MacArthur Foudation, Chicago, 2006. Disponível em: <http://digitallearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS_WHITE_PAPER.PDF>. Acesso em: 19 ago. 2012.
- KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 2001.
- LINCOLN, Y.; GUBA, E. *Naturalistic Inquiry*. California: Sage Publications, 1985.
- MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- PAPERT, S. *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PAPERT, S. *A Máquina das Crianças: repensando a escola na Era da Informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V.; SHARPE, M. E. *The Concept of Activity in Soviet Psychology*, New York: 1981.

VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.). *A tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.