Criando Representações para a Multiplicação de Números Inteiros Negativos: construindo jogos eletrônicos

Maurício Rosa[i]
UNESP – Rio Claro (SP)
mauriciounesp@yahoo.com.br

Marcus Vinicius Maltempi[ii]
UNESP – Rio Claro (SP)
maltempi@rc.unesp.br

Resumo

Este artigo aborda a representação da operação multiplicação de Números Inteiros Negativos, a partir do desenvolvimento de jogos eletrônicos do tipo *Role Playing Game* (RPG), e evidencia os aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento, dos participantes do estudo. Nesse sentido, a construção de RPGs eletrônicosconstituiu-se em um dos processos de análise de dados de uma pesquisa, em nível de mestrado, realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp – Rio Claro (SP). Tal investigação resultou na apresentação de diversos excertos que abordam diferentes aspectos relacionados ao ensino e aprendizagem de Números Inteiros. Nessa perspectiva, é utilizada a teoria de aprendizagem denominada Construcionismo como aporte teórico para discussão desses aspectos, sob uma abordagem qualitativa de investigação. Além disso, alguns pontos encontrados nos excertos da construção dos RPGs eletrônicos são evidenciados neste artigo por, a nosso ver, poderem retratar algumas contribuições à aprendizagem do conteúdo em questão, como a representação, em uma possível ação do cotidiano, da multiplicação de dois números negativos resultar em um positivo.

Palavras-chave: Multiplicação de Números Inteiros Negativos. *Role Playing Game* eletrônico. Construcionismo.

Abstract

This article approaches the representation of the operation multiplication of Negative Whole Numbers, from the development of Electronic Role Playing Game, and it evidences the aspects related to the process of construction of the knowledge, from the participants of the study. Thus, the construction of Electronic RPGs became one of the processes of data analysis of the Master research. This research happened in the Mathematics Education Post-Graduate Program of the State University of São Paulo at Rio Claro (Brazil). Such inquiry resulted in the presentation of diverse excerpts that approach different aspects related to teaching and learning of Whole Numbers. In this perspective, it is used the learning theory called Constructionism like theoretical port for discuss of these aspects, under a qualitative boarding of inquiry. Moreover, some points found in the excerpts of the construction of the Electronic RPGs are evidenced in this article because they are able to portray some contributions to the learning of the content in question, as the representation, in a possible action of the daily one, the multiplication of two negative numbers to result in a positive.

Key-words: Multiplication of Negative Whole Numbers. Electronic Role Playing Game. Constructionism.

Introdução

O presente artigo tem como objetivo apresentar parte de uma pesquisa (ROSA, 2004), realizada em nível de mestrado, que foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro (SP), intitulada **"*Role Playing Game* Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática"**, a qual aborda a construção e aplicação de jogos eletrônicos em sala de aula, envolvendo conteúdo matemático (Números Inteiros).

A construção de RPGs eletrônicos educativos pôde possibilitar o "casamento" das ações proporcionadas pelo jogo RPG, que significa "jogo de interpretação de personagem" ou "jogo de faz-de-conta", com o ambiente de aprendizagem que o computador pode estabelecer. Dessa forma, algumas contribuições foram levantadas e aparecem, entre outros aspectos, em destaque na relação do conteúdo trabalho com o cotidiano, assim como, nas ações de aprendizagem encontradas no Construcionismo e percebidas em ambos os processos (construção e aplicação de RPGs eletrônicos).

O RPG eletrônico educativo, envolvendo a matemática, teve como meta principal servir de objeto de pesquisa para a identificação de possíveis contribuições que os processos de construção e aplicação desse tipo de jogo trariam à aprendizagem matemática, no que se refere a Números Inteiros.

Esse artigo, então, apresenta um episódio que identifica uma representação da multiplicação de Inteiros Negativos construída por alunos da 6ª série do ensino fundamental da Escola E. E. F. Heloísa Lemenhe Marasca, da cidade de Rio Claro (SP). Esses estudantes foram os participantes da pesquisa. Tal episódio, sob uma abordagem qualitativa, é concebido através da teoria de aprendizagem denominada Construcionismo como contribuição à aprendizagem dos Números Inteiros. Essa teoria, por sua vez, embasou todo o processo de construção dos jogos eletrônicos destacados.

1. Construcionismo

O Construcionismo, segundo Papert (1994), é uma teoria de aprendizagem que rejeita a idéia de que, para que ocorra uma melhor aprendizagem, o que deve ser feito é o aperfeiçoamento da instrução. Entretanto, essa filosofia,

> [...] não coloca em dúvida o valor da instrução como tal. Isso seria tolo: mesmo a afirmativa (endossada, quando não originada, por Piaget) de que cada ato de ensino priva a criança de uma oportunidade para a descoberta, não é um imperativo categórico contra ensinar, mas um lembrete paradoxalmente expressado para mantê-la sob checagem (PAPERT, 1994, p.124).

Papert (1994), além de não negar a instrução como um todo, compartilha a idéia de que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais. Desse modo, afirma que a meta construcionista "[...] é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino" (PAPERT, 1994, p.125) e indica que é uma grande mudança em relação ao ensino tradicional, pois se assemelha ao provérbio africano: "[...] se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar" (PAPERT, 1994, p.125), conceituando como sendo boas varas de pescar, neste tempo, os computadores que viabilizam a criação de situações mais propícias à construção de conhecimento. Nesse caso, o Construcionismo estuda o desenvolvimento e o uso da tecnologia, em especial, do computador, na criação de ambientes de aprendizagem.

Assim, dentro dessa proposta, tomando como base as idéias de Papert, Maltempi (2004, p.265) afirma que o “[...] aprendizado deve ser um processo ativo, no qual os alunos ‘colocam a mão na massa’ (*hands-on*) no desenvolvimento de projetos, em vez de ficarem sentados atentos à fala do professor”.

Entretanto, só colocar “a mão na massa” não adianta, pois essa atividade pode provocar, muitas vezes, ações repetitivas que são caracterizadas como *head-out*, quando o aluno não se envolve com as mesmas, pois os objetivos e as resoluções são dados por terceiros (MALTEMPI, 2004).

Dando continuidade a essa idéia, Maltempi (2004, p.265) afirma que,

> A abordagem construcionista vai além de atividades *hands-on* ao deixar para o aluno mais controle sobre a definição e resolução de problemas. A idéia é criar um ambiente no qual o aluno esteja conscientemente engajado em construir um artefato público e de interesse pessoal (*head-in*). Portanto, ao conceito de que se aprende melhor fazendo, o Construcionismo acrescenta: e melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz.

Além disso, é adicionada à idéia de construção mental, segundo Papert (1994, p. 127), a questão da construção “no mundo”, a qual possui sintonia com o conceito de um produto que possa “[...] ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. [...] como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista”.

Logo, podemos considerar construcionistas, de acordo com sua utilização, uma grande quantidade de ambientes computacionais. De acordo com Maltempi (2004, p.266, grifo nosso),

> Isso pode ocorrer, por exemplo, na programação de computadores e no uso de processadores de texto, planilhas eletrônicas, **construtores de jogos** ou qualquer outro ambiente que favoreça a aprendizagem ativa, isto é, que propicie ao aluno a possibilidade de fazer algo e com isso poder construir conhecimentos a partir de suas próprias ações.

No entanto, mesmo com a existência de diversos *softwares* que possibilitem a construção de produtos, para que o ambiente de aprendizagem seja efetivo é necessário mais do que o aluno e o computador. Fazem-se necessários fatores que contribuam para o processo de construção de conhecimento como, por exemplo, materiais de referência, que possibilitem a discussão e a investigação. Além disso, a presença do professor ativo e comprometido é fundamental, o que favorece uma parceria com toda comunidade escolar, a qual pode ajudar muito no processo de ensino e de aprendizagem.

A partir de uma perspectiva construcionista que caracteriza a elaboração de ambientes de aprendizagem, concordamos com a idéia de Behrens (2000, p.77), a qual conclui que:

> [...] o aluno deverá ser iniciado como pesquisador e investigador para resolver problemas concretos que ocorrem no cotidiano de sua vida. A aprendizagem precisa ser significativa, desafiadora, problematizadora e instigante, a ponto de mobilizar o aluno e o grupo a buscar soluções possíveis para serem discutidas e concretizadas à luz de referenciais teóricos/práticos.

Da mesma forma, tomando como base as exigências da sociedade do conhecimento, em relação aos novos horizontes mais aproximados da realidade contemporânea, sobre o papel da informática na aprendizagem e sobre os possíveis benefícios que a era digital pode trazer ao aluno, Behrens (2000, p.75) afirma que,

> [...] os alunos passam a ser descobridores, transformadores e produtores do conhecimento. A qualidade e a relevância da produção dependem também dos talentos individuais dos alunos que passam a ser considerados como portadores de inteligências múltiplas. Inteligências que vão além da lingüística e do raciocínio matemático que a escola vem oferecendo. Como parceiros, professores e alunos desencadeiam um processo de aprendizagem cooperativa para buscar a produção do conhecimento.

Nesse sentido, atribuímos ao Construcionismo, dentre todas as suas dimensões, o papel de caracterizar uma aprendizagem colaborativa que leva o aprendiz a desenvolver possíveis aptidões que vão além do que o formador espera para uma determinada tarefa (baseada nessa teoria de aprendizagem). Com isso, entendemos que o Construcionismo, como pano de fundo de uma proposta pedagógica, no caso da pesquisa desenvolvida, que trabalha com a construção de conhecimento matemático, através da construção e aplicação de jogos eletrônicos, pode favorecer o desenvolvimento de ambientes coletivos de aprendizagem.

2. A Multiplicação nos Inteiros

O conteúdo que escolhemos para ser desenvolvido na construção dos RPGs eletrônicos apresenta vários tópicos, entre eles a operação multiplicação. Assim, para analisar os dados coletados que envolveram tal conteúdo, foi necessário levantar algumas características específicas, individualmente, para a adoção dessa operação.

Por isso, no decorrer do estudo vimos separadamente uma sucinta investigação a respeito dos fundamentos operatórios com os Números Inteiros, tomando como base, leis gerais de operacionalização dos números, as quais não excluem os Inteiros.

Como particularidade, os Números Inteiros possuem uma característica que leva a uma dicotomia entre sinais. Pois, na realização de operações, ao utilizar tais números, aparecem sinais **operatórios**, ou seja, aqueles que indicam ação, e sinais **predicativos** que qualificam um estado, positivo e negativo, possuindo representativamente os mesmos signos. Tal circunstância estabelece, às vezes, certa confusão quando o aprendiz ao operar com os Inteiros não distingue os sinais operatórios dos predicativos, entretanto, pode favorecer muito ao aluno quando esse constrói o significado do número positivo como oposto ao negativo em situações específicas do dia-a-dia.

Segundo Teixeira (1992, p.62),

> As operações matemáticas surgem de ações ligadas a experiências cotidianas, mas ao coordenarem-se entre si, ultrapassam a realidade empírica, antecipando-a e dominando-a através de operações ao nível simbólico. Ressalta-se, assim, a fecundidade do raciocínio matemático, que se apresenta como uma criação que ao mesmo tempo em que produz construções que vão além do mundo real, se aplicam a ele.

Logo, identificamos o papel da matemática como responsável por conjecturas que explicam relações diárias concretas, mas que também, em outro momento, se remetem ao abstrato para buscar soluções que estão além de tais relações. No entanto, mesmo que a abstração possibilite o desenvolvimento do pensamento sobre questões que se encontram além do mundo real (mundo imaginário), ela se interliga com as ações do cotidiano estabelecendo uma ponte de significados com essas.

Assim, trabalhando com o conteúdo escolhido, os participantes trataram de realizar ações que lhes permitiram traçar conjecturas que interligam o concreto e o abstrato, a fim de entender melhor como a manipulação dos

Inteiros, em operações formais, acontece e, desse modo, relacionar tal procedimento às questões de operacionalização, mais usuais.

Seguindo esse raciocínio, que permite a formalização de determinados conceitos matemáticos, e utilizando para isso relações cotidianas, estabelecemos conjecturas sobre as leis fundamentais da multiplicação[iii] (conteúdo tratado nesse artigo). Tais leis são apresentadas por Karlson (1961, p.49, grifo do autor), da seguinte forma:

1. Para cada dois números dados **a** e **b** existe sempre um terceiro número, **c**, chamado **produto** de **a** por **b** e representado por **a.b** ou, sinteticamente, por **ab**. A **multiplicação** está sujeita às seguintes leis:
2. Sendo **a = a'** e **b = b'**, deve ser sempre **ab = a'b'** (lei da univocidade).
3. Sempre se verifica **ab = ba** (lei comutativa).
4. Sempre se verifica **(ab)c = a (bc)** (lei associativa).
5. Sempre se verifica **(a + b)c = ac + bc** (lei distributiva).
6. Sendo **a < b e c > 0**, cumpre-se sempre **ac < bc** (lei da monotonia).

As leis formais na multiplicação servem tanto para os naturais quanto para os Inteiros, tornando o conjunto Z (Conjunto dos Números Inteiros), com as operações de adição e multiplicação, um anel, além disso, um anel comutativo com elemento unidade 1. Pois, o conjunto de todos os elementos de Z forma estrutura de grupo comutativo com relação à adição, todos os seus elementos satisfazem a propriedade associativa em relação à multiplicação e a multiplicação é distributiva em relação à adição. Nesse sentido, para formar estrutura de grupo, ou seja, estrutura algébrica mais simples, um conjunto A, por exemplo, munido de uma operação * qualquer, deve satisfazer às propriedades associativa [se a,b e c são elementos de A, então a*(b*c) = (a*b)*c], elemento neutro (existe um elemento em A tal que e*a = a = a*e, qualquer que seja **a** em A) e oposto ou simétrico (para cada elemento **a** em A, existe um elemento **b** em A tal que a*b = e = b*a). Assim, podemos observar que tanto a adição, quanto a multiplicação em relação às propriedades operatórias comportam-se de maneira similar. No entanto, dentro dessa perspectiva, Z não é um corpo[iv], pois os únicos elementos inversíveis[v] dos Inteiros são o 1 e o -1. Essas conjeturas são apresentadas na Matemática Acadêmica na disciplina de Estruturas Algébricas ou Álgebra, entre outras denominações, nos cursos de Matemática (Bacharelado e Licenciatura). Entretanto, na Matemática Escolar, o que é visto sobre tais estruturas se aproxima pouco das questões ligadas a grupos, anéis ou corpos, pois o assunto mais relacionado a essas estruturas são as propriedades apresentadas para cada conjunto.

A abstração que envolve as propriedades operatórias, a nosso ver, pode contribuir para o cálculo mental, quando o estudante percebe que a ordem dos fatores não altera o produto, por exemplo (propriedade comutativa). No entanto, em alguns livros didáticos por nós evidenciados, nada é mencionado sobre essa contribuição.

Bigode (2000), por exemplo, como outros autores, também apresenta as propriedades operatórias sem contextualizações, mesmo que a característica de sua obra, em geral, não seja essa. Quanto a Imenes e Lellis (1999), eles não exploram tais propriedades no livro de sua autoria, porém, a definição de propriedade aparece em um dicionário ilustrado encontrado ao final da obra. Nesse sentido, acreditamos que a não abordagem das propriedades, por esses autores, em seu tomo, talvez se justifique por não verem tanta relevância dessas propriedades para o cálculo mental, entre outras justificativas.

Assim, existem aspectos da Matemática Acadêmica que se encontram distantes da Matemática Escolar. Além disso, dentro da própria Matemática Escolar, outras questões parecem distanciar-se de uma certa contextualização. Em relação à multiplicação, enquanto operação usada para Números Inteiros, o que dificulta sua compreensão, muitas vezes, é quando essa é usada para números negativos. A pergunta mais freqüente, em relação à multiplicação de Inteiros, se traduz pelo fato de ocorrer uma multiplicação de quantias negativas, ou seja, como se multiplica por *n* vezes negativas? Como relacionar a multiplicação de negativos com o cotidiano, sem criar “monstros” para o entendimento de tal operação? Como fazer com que tal relação seja formalmente construída?

Formalmente, a partir das idéias de Piaget, Glaeser (1985, p.69 apud TEIXEIRA, 1992, p.51), faz conjecturas sobre esse processo:

> [...] **+a –a = 0**, assim, multiplicando **+a –a** por qualquer quantidade, o produto deve ser **0**; se multiplico por **n**, terei como primeiro termo **+na**, portanto o segundo será **–na**, pois é preciso que os dois termos se destruam. Logo sinais diferentes dão **(-)** no produto. Se multiplico **+a –a** por **–n**, de acordo com o caso precedente, obterei **–na** como primeiro termo; logo terei

> **+na** como segundo, pois é sempre necessário que os dois se destruam. Logo **(-)** multiplicado por **(-)** dá **(+)** no produto.

No entanto, Piaget mesmo usando o zero como auxiliar e palavras um tanto não usuais na matemática como “destruam”, não faz uma análise de uma situação cotidiana para a multiplicação de Números Inteiros com mesmo sinal negativo (caso de grande polêmica). Os demais casos que utilizam Inteiros positivos, ao contrário desse que envolve dois números negativos, apresentam facilidade de compreensão, já que, a visão da situação diária com um multiplicador positivo se torna concreta. Logo, a questão da multiplicação de dois negativos há um tempo já é estudada. Por exemplo, Linardi (1998, p.175-176) busca, por meio do jogo, responder tal questão, entre outras, como menciona:

> O terceiro problema: Por que menos por menos dá mais? Não foi vivenciado durante a fase do jogo, uma vez que a composição desejada se encontrava nos circuitos multiplicativos do Jogo das Araras (abaixo) e para completá-los, os alunos o faziam através dos botões e não das cartas. Portanto, em nenhum momento do jogo, ocorreu a composição de dois operadores negativos. [...] Nessa fase eles apenas vivenciaram um operador negativo atuando sobre um estado negativo, portanto trabalharam com a composição de um operador multiplicativo com um operador troca de sinal. Essa vivência com o operador troca de sinal foi de suma importância para a posterior aprendizagem durante a fase das atividades escritas, onde eles finalmente concluíram que menos por menos dá mais.

Nesse estudo, mesmo utilizando jogos para diagnosticar o porquê da multiplicação de Inteiros negativos resultar em um número positivo, a questão sobre situações do cotidiano que representam tal multiplicação não é vista por Linardi e, conseqüentemente, não é discutida. A autora menciona que os alunos aprenderam que “menos vezes menos é mais” a partir da lógica do jogo. Nós também vimos isso em seu texto, usando raciocínios lógicos similares, porém, não percebemos a relação atribuída ao cotidiano dessa operação em específico.

Acreditamos que a resposta da questão relativa ao porquê da multiplicação de negativos resultar em um positivo, no sentido de uma representação no cotidiano para tal questão, é um fato importante no ensino dos Inteiros. Por isso, buscamos outros autores que visualizassem vertentes rumando para esse sentido, com intuito de verificar possíveis respostas. No entanto, infelizmente não encontramos algo que realmente nos satisfizesse, pois, mais uma vez, em diversos casos, regras e procedimentos técnicos para resolução da operação dada (multiplicação) é o que aparece nos contextos de diversos livros didáticos. Podemos ver tal fato com exemplos sem contextualização em Bianchini (1991).

Imenes e Lellis (1999), mesmo sem representar a multiplicação no cotidiano, apresentam o produto de fatores negativos a partir de seqüências de contas que iniciam com a multiplicação de um fator positivo, que varia, por um fator fixo negativo. A variável inicia com um elemento positivo até chegar a um negativo, em intervalos iguais, possibilitando ao aluno, ao analisar os resultados, deduzir que a multiplicação dos negativos resultará em um positivo, devido à variação que ocorre também nos produtos de forma crescente. Entendemos, então, que esse é um bom procedimento para justificar o produto entre negativos ser positivo, porém, percebemos que a existência de representatividade de tal operação em situações do dia-a-dia poderia contribuir para a compreensão desse conteúdo.

3. Alguns Dados da Pesquisa

O evento apresentado nessa seção traz o conteúdo matemático (Números Inteiros) à tona. Além disso, a nosso ver, em relação ao referencial teórico apresentado, tal evento revela algumas contribuições referentes à aprendizagem do conteúdo apresentado, enquanto os alunos/participantes construíam os RPGs eletrônicos. Constatamos aspectos que estão ligados ao Construcionismo e consideramos estes como contribuintes à própria aprendizagem.

Evento: “Construindo Relações Sobre Números Inteiros”

Esse evento revela a manifestação de um participante (construtor de um RPG eletrônico) dentro de uma discussão sobre Números Inteiros. O aluno Rodrigo apresenta uma idéia pessoal sobre a multiplicação de negativos, a qual revela a maneira desse, representar essa operação. O aprendiz utilizou, para isso, outras relações atribuídas à multiplicação de números positivos, que já haviam sido discutidas por ele com o professor/pesquisador e demais colegas.

Momento 25/06/04 – Fita 5 - ECD03 (1:10:48 – 1:11:21)

> ***Mediador****: Vamos pensar! O que a gente tinha lá?[o professor/pesquisador faz referência a uma situação criada pelos participantes para representar a multiplicação de um número negativo por um positivo, no caso, (-4). (+3)]*
> ***Rônei:*** *Devia quatro, quatro reais para três pessoas! [Rodrigo pede a palavra]*
> ***Mediador:*** *É! Fala! Fala! Fala Rodrigo!*
> ***Rodrigo:*** *Ali devia quatro reais para três pessoas, três pessoas vivas. [o aluno representa a situação física da pessoa (com vida) com o sinal positivo, ou seja, três pessoas vivas significa +3]*
> ***Mediador:*** *Três pessoas vivas?*
> ***Rodrigo:*** *Ali, agora, eu devia quatro reais para três pessoas, três pessoas morreu, eu fiquei com mais doze. [o aluno refere-se mais uma vez a situação das pessoas, nesse instante, as pessoas aparecem, na representação dada pelo aluno, sem vida. Assim, o aluno entende a dívida que existia perdoada, a partir da situação física que esse apresenta (sem vida) e finaliza, compreendendo que possui no momento 12 positivos, pois devia quatro (-4) para três pessoas falecidas (-3), ou seja, permanece com o dinheiro. Efetuando a operação: (-4).(-3)]*
> ***Mediador:*** *É isso aí! Porque tu não precisa pagar mais! Entendeu Rodrigo? Show! Entendeu Rônei, o que ele quis dizer?*

A partir desse momento, pode-se dizer que tal evento apresenta o significado que o aprendiz atribui ao que está construindo, no caso, a multiplicação de números negativos, quando esse constitui tal operação. Possibilita, também, a identificação de uma forma de representar a operação citada, com enfoque em uma situação do cotidiano, fato que não ocorre quando as regras de multiplicação são passadas como em Bianchini (1999), ou mesmo, quando há a construção da idéia da multiplicação de negativos resultar em um positivo, feita por Imenes e Lellis (1999). A situação representa a constituição de relações que, muitas vezes, vão além das esperadas pelo professor, pois mostra que Rodrigo ao manifestar a idéia de pessoas vivas, representando-as com sinal positivo, assim como, quando essas morrem, representá-las com o sinal negativo, dá significado à operação de multiplicação de negativos, algo que não é esperado pelo professor normalmente.

Da mesma forma, quando o aluno refere-se às dívidas que possuía e que passam a não existir, pelo fato do falecimento dos credores, possibilitando, assim, um resultado positivo para o devedor (no caso, representado pelo próprio aluno, em seu exemplo), o qual fica com o dinheiro destinado ao suprimento da dívida, pode indicar a constituição do significado de dois números negativos resultarem em um positivo, por parte desse aluno.

Sabemos que em ambas as representações feitas pelo aluno, os elementos que são identificados não se encontram em um mesmo conjunto, pois representam elementos distintos, ou seja, dívida não é o mesmo que uma pessoa sem vida e nem participa de um grupo de fatores similares. Assim, poderíamos dizer que se considerarmos a operação realizada por Rodrigo, essa não permitiria dizer que Z é um anel, pois os elementos não se encontram em um mesmo conjunto e, conseqüentemente, não permitem que a operação seja fechada. No entanto, acreditamos que mesmo não construindo um significado formal, o participante, ao criar essa situação, como um exemplo para seu RPG eletrônico, permite um significado próximo a sua realidade, de maneira coerente, para a multiplicação por n vezes negativas, utilizando para isso seu cotidiano. Isso, para nós, já é o suficiente para possibilitar que alunos de 6ª série do Ensino Fundamental compreendam a multiplicação de números negativos, mesmo sem saber que a representação da operação efetuada por eles (neste caso) não é formalmente válida.

Então, como já mencionado, Rodrigo cria a situação apresentada como exemplo para representar a operação no jogo eletrônico que construía. Porém, isso não significa que esse estudante não teria essa idéia em outro momento, em uma outra situação. Entretanto, a construção de RPGs eletrônicos possibilitou que essa conjectura fosse efetuada pelo participante no momento em que esse possuía a tarefa de construir um RPG eletrônico, o qual é um jogo de representação.

O participante realiza, então, conjecturas em cima do conhecimento adquirido por ele mesmo através do trabalho investigativo. Isso corrobora com o que diz Maltempi (2004), quando fala que o Construcionismo engaja os estudantes de forma que eles se tornam participantes ativos, possibilitando a esses, controle e responsabilidade sobre o processo de aprendizagem. Algo que se torna fato de grande importância e que contribui, a nosso ver, para a aprendizagem de matemática.

4. Considerações Finais

A proposta de pesquisa que trouxe as ações de constrção e aplicação de jogos eletrônicos do tipo RPG para o ensino e aprendizado de matemática, no caso, Números Inteiros, pôde identificar ações que se diferenciam em grande escala do Ensino Tradicional. Entre essas, a própria ação de construir, embasada no Construcionismo, já é aspecto completamente divergente em relação ao Ensino Tradicional.

Nesse sentido, a construção de jogos eletrônicos desenvolve questões ligadas ao Construcionismo, assim como, relacionadas com os aspectos lúdicos encontrados no próprio jogo. Entendemos, então, que o tipo de jogo eletrônico que foi construído, por ser RPG, favoreceu muito a nossa investigação, uma vez que, como jogo de representação, o RPG apresenta características que levam à relação das ações imaginadas com situações do cotidiano. Da mesma forma, acreditamos que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), como meio de constituição dos RPGs, tem papel fundamental no processo de construção, pois, sem o *software* que foi utilizado, não seria possível a realização desta pesquisa, inserida nos parâmetros apresentados.

As TIC, dentro da construção de jogos eletrônicos, entre outros ambientes, possuem o poder de estímulo dos sentidos, já que, a imagem, o som e o movimento, são alguns elementos que tais jogos possuem, proporcionando uma aproximação do ambiente construído à realidade dos *designers*. São casas, objetos, personagens que, mesmo não existindo, muitas vezes, no dia-a-dia do aluno, inserem-se, por exemplo, em suas vivências televisivas.

A construção de RPGs eletrônicos possibilitou o estudo de Números Inteiros de forma a ser possível criar relações entre esse conteúdo e o cotidiano, assim como, imaginar e constituir situações que trabalham com temperaturas, nível do mar, entre outras representatividades. Além disso, a construção desses jogos, por ser um processo que necessita da manipulação de diversos elementos, entre eles, a previsão de atitudes a serem tomadas pelos jogadores, possibilita a constituição de um ambiente de ensino e aprendizagem rico em processos cognitivos, que contemplam uma grande gama de conceitos e problemas. Da mesma forma, por necessitar do desenvolvimento de diversas situações, interligadas por uma rede, nas quais sejam encontrados nexos entre as mesmas.

Nossas expectativas ligam-se a idéia de, num futuro breve, alunos e professores poderem usufruir ambientes educacionais, fazendo intenso uso das alternativas pedagógicas. Dessa forma, acreditamos que tais alternativas serão utilizadas de modo interdisciplinar e enriquecerão assim o processo de ensino e aprendizagem, ajudando na transformação da escola tradicional em uma instituição que realmente gere, mantenha e delegue o saber humano.

Referências

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa.* São Paulo: Pioneira, 1998.

BEHRENS, M. A. Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente. In: MORAN, J. M.; MASSETO, M. T.;BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papirus, 2000.

BIANCHINI, E. *Matemática: 6ª série*. São Paulo: Moderna, 1991.

BIGODE, A. J. L. *Matemática hoje é feita assim*. São Paulo: FTD, 2000.

HUIZINGA, J. *Homo Ludens*. São Paulo: Perspectiva, 1980.

IMENES, L. M. P.; LELLIS, M. *Matemática.* São Paulo: Scipione, 1999.

KAFAI, Y. B. *Minds in play: computer game design as a context for children's learning*. Hillsdale – NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

KARLSON, P. *A Magia dos Números*. Tradução Henrique Carlos Pfeifer, Eugênio Brito e Frederico Porta. Porto Alegre: Globo, 1961.

KERCKHOVE, D. de. *A pele da cultura*. Lisboa: Relógio D'água, 1995.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 2001.

LINARDI, P. R. *Quatro Jogos para Números Inteiros: uma análise*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – UNESP, Rio Claro, 1998.

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*. São Paulo: Editora Cortez, 2004.

MARCATTO, A. *Saindo do Quadro*. São Paulo: A. Marcatto, 1996.

PAPERT, S. Instrucionismo versus Construcionismo. In: S. Papert, *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da Informática.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PATTON, M. Q. *How to Use Qualitative Methods in Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage ,1987.

RESNICK, M. Toward a practice of “constructional design”. In: SCHAUBLE, L.; GLASER, R. (Eds.) *Innovations in learning: new environments for education*. New Jersey: LEA., 1996

ROSA, M. Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - UNESP, Rio Claro, 2004.

TEIXEIRA, L. R. M. *Aprendizagem Escolar de Números Inteiros: Análise do Processo na Perspectiva Construtivista Piagetiana*. Tese (Doutorado em Psicologia). USP, São Paulo, 1992.

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 parendizagem*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

---

[i] Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), Rio Claro, SP, Brasil. Endereço: Av. 14-A, 612 – Bela Vista, Rio Claro (SP) – CEP 13506-725.

[ii] Professor do Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM). Rio Claro, SP, Brasil. Endereço: Av. 24-A, 1515 – DEMAC, IGCE, UNESP, Bela Vista, Rio Claro (SP) – CEP 13506-700.

[iii] As demais operações fundamentais com Inteiros, valor absoluto, reta numérica e números simétricos foram tratados na dissertação.

[iv] Um **corpo** é um anel no qual todo elemento não nulo é inversível.

[v] Um elemento $a \in$ A é dito **inversível** se existe $b \in$ A tal que $a.b = 1$.