

## EXPERIÊNCIA MATEMÁTICA EDUCATIVA EM AÇÃO: EXPLORANDO MICROMUNDO COMPUTACIONAL E PRINCÍPIOS MATEMÁTICOS

Luciana Leal da Silva Barbosa  
Instituto Federal de São Paulo - IFSP  
luciana.leal@ifsp.edu.br

Marcus Vinícius Maltempi  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
marcus.maltempi@unesp.br

### Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar e discutir as concepções de educação pela experiência de John Dewey e de aprendizagem construcionista de Seymour Papert, no contexto de uma aula de matemática desenvolvida em um micromundo computacional. Ao investigar a sinergia entre essas teorias, estabelecemos uma correlação entre o conceito de experiência educativa e a ideia de micromundo, favorecendo o desenvolvimento de experiências matemáticas educativas em micromundos no Scratch. Para isso, utilizamos um jogo de basquete construído pela professora como um suporte concreto para o raciocínio matemático dos estudantes. Junto a ele, a professora elaborou e propôs problemas matemáticos com o intuito de investigar como a aprendizagem matemática poderia ocorrer de maneira mais natural por meio de uma abordagem fundamentada em princípios matemáticos construcionistas, aliados aos pressupostos teóricos de uma experiência educativa. Esta abordagem proporcionou várias evidências de que é viável criar uma experiência matemática educativa utilizando um micromundo computacional, oferecendo aos estudantes a oportunidade de desenvolver suas habilidades matemáticas.

**Palavras-chave:** Matemática. Construcionismo. Scratch. Filosofia da Experiência.

### A pedagogia do ensino versus a pedagogia da aprendizagem

Tanto Dewey quanto Papert construíram suas teorias com foco no ato de aprender do estudante. Isso se contrasta com a abordagem da escola tradicional, que fundamenta sua prática pedagógica no ato de ensinar e na busca por aprimorar a maneira como o professor ministra as aulas, na esperança de que isso leve a um melhor aprendizado por parte dos alunos. A necessidade de criar uma filosofia da experiência, capaz de sustentar novas concepções e práticas educacionais, surgiu em resposta à rejeição vigorosa das ideias tradicionais de ensino. John Dewey critica a escola tradicional ao afirmar que “A matéria ou conteúdo da educação consiste de corpos de informação e de habilidades que se elaboraram no passado; a principal tarefa da escola é, portanto, transmiti-los à nova geração” (DEWEY, 1976, p. 4). Nesse contexto, os professores são vistos como “órgãos, por meio dos quais, os alunos entram em relação com esse material” (DEWEY, 1976, p. 5), incumbidos de transmitir conhecimento, habilidades e impor normas de comportamento.

Papert também descreve um cenário semelhante na escola tradicional de sua época para ressaltar a inadequação desse ambiente em proporcionar uma aprendizagem cultural, científica e

social que apoiasse o desenvolvimento de sua teoria. Segundo a visão da escola tradicional, “o conhecimento é formado por fragmentos atômicos chamados de fatos, conceitos e habilidades” (PAPERT, 2008, p. 69), que devem ser entregues em pequenas porções para serem consumidos e armazenados para uso futuro. Portanto, a escola tradicional enfatiza a qualidade do ensino, acreditando que uma melhor forma de ensinar resultará em um aprendizado mais eficaz (PAPERT, 2008).

A centralidade do ensino implica na existência de uma única e uniforme abordagem para construir conhecimento, aprender, o que levanta a questão: todas as crianças aprendem da mesma maneira? Seymour Papert responde negativamente a essa pergunta, considerando a existência de um pluralismo epistemológico, ou seja, várias maneiras distintas de produzir conhecimento, compreender e aprender (PAPERT, 1985; 2008). Dewey (1979) apresenta uma perspectiva semelhante ao afirmar que a aprendizagem ocorre quando o aprendiz mobiliza e desenvolve seu pensamento reflexivo para dar sentido ao que observa e percebe em sua experiência pessoal, e isso ocorre de maneiras específicas e individuais. Ele destaca que pensar é um ato singular, moldado pelas experiências passadas e pelos significados atribuídos à experiência atual com base nas relações entre o vivido e o conhecido.

Portanto, as ênfases de Papert e Dewey na aprendizagem em detrimento do ensino têm justificativas claras. Para Papert, a aprendizagem depende da postura ativa do aprendiz, e não apenas da qualidade da explicação do conhecimento. Isso não significa rejeitar a instrução, mas enfatizar a importância do engajamento e da iniciativa do aprendiz (PAPERT, 2008). Em sintonia com essas ideias, que dão origem ao Construcionismo de Papert, a abordagem educacional baseada na experiência de Dewey considera o envolvimento dos estudantes em suas experiências pessoais, mobilizando e desenvolvendo o pensamento reflexivo para regular e controlar suas ações em busca de um propósito. Isso envolve uma postura investigativa fundamentada em um método sistemático que organiza o pensamento, assegurando coerência, consistência e raciocínio correto em direção a uma conclusão (DEWEY, 1979).

Assim, é essencial para os educadores compreender que o poder de moldar a própria identidade intelectual é empoderador e reforça a autonomia do aluno (PAPERT, 2008). O professor assume um papel de guia e direcionador, mas a energia propulsora para a aprendizagem deve vir dos próprios alunos. Portanto, ao conhecer as experiências passadas, desejos e interesses dos estudantes, o professor é capaz de direcionar e incentivar hábitos de reflexão e pensamento crítico (DEWEY, 1979).

### **A concepção de experiência educativa de John Dewey**

Dewey (1976) buscou construir suas compreensões a partir da ideia que, à época, parecia ser um consenso entre os educadores da escola nova: a de que “há conexão orgânica entre educação e experiência pessoal, estando, portanto, a nova filosofia de educação comprometida com alguma espécie de filosofia empírica e experimental” (DEWEY, 1976, p. 13). A experiência é concebida como um dinamismo reativo de eventos, de forma que cada ação vivida e experienciada produz efeitos que repercutem em outras ações relacionadas. Anísio Teixeira, conforme citado por Westbrook et al. (2010), abraça essa concepção ampla e a torna mais específica ao se referir às experiências humanas, considerando-as possíveis não apenas no âmbito biológico, mas estendendo-se à “reflexão, ao conhecimento e à reconstrução da experiência [...] pela qual os dois elementos que nela entram – situação e agente – são modificados” (WESTBROOK et. al, 2010, p. 34).

A filosofia da experiência de Dewey (1976) dá destaque às experiências que têm um efeito educativo e, portanto, podem ser desenvolvidas e aproveitadas no contexto escolar com propósitos pedagógicos de ensino e de aprendizagem. São denominadas experiências educativas, que ocorrem quando as situações de aprendizado proporcionam a oportunidade para que as condições objetivas do ambiente e as condições subjetivas do aluno interajam, estabelecendo um equilíbrio entre ambas. Isso fundamenta o princípio da interação na experiência educativa. As condições objetivas referem-se a elementos externos ao sujeito e que fazem parte de sua experiência, como o ambiente em que a experiência ocorre, os materiais ou tecnologias utilizados, o conhecimento em estudo e todas as pessoas envolvidas. Enquanto as condições subjetivas dizem respeito ao que ocorre dentro do sujeito da experiência, envolvendo mudanças em atitudes, desejos e objetivos.

Em contrapartida, temos outro princípio que serve como pressuposto para uma experiência educativa: o princípio do *continuum* experiencial (PCE). Esse princípio é aplicado para distinguir entre experiências educativas e experiências sem valor educacional. Segundo ele, “toda e qualquer experiência toma algo das experiências passadas e modifica de algum modo as experiências subsequentes” (DEWEY, 1976, p. 26). Isso ocorre porque toda experiência transforma aqueles que participam dela, e a pessoa transformada, sendo diferente daquela que vivenciou a experiência anterior, agora passa por uma nova experiência. Assim, o efeito das experiências anteriores impacta tanto a pessoa que passou por elas quanto as experiências que estão por vir, já que é uma pessoa diferente que as vivenciará.

Dessa forma, o PCE pode agir de maneira a “prender” a pessoa a um nível inferior de desenvolvimento, limitando sua capacidade de crescimento (DEWEY, 1976), ou pode estimular a curiosidade, fortalecer a iniciativa independente e despertar desejos e objetivos intensos o suficiente para guiar uma pessoa em direção ao futuro. Nesse contexto, a aplicação do PCE resulta em expansão ou crescimento do desenvolvimento (educação) do aprendiz. Experiências em que o PCE atua dessa forma são consideradas experiências educativas. Portanto, “Cada experiência é uma força em marcha. Seu valor não pode ser julgado se não na base de para que e para onde se move ela” (DEWEY, 1976, p. 29). A interação ativa entre os princípios de interação e continuidade garante o valor educativo da experiência, de modo que apenas aquelas experiências que atendem a essa integração são consideradas educativas (DEWEY, 1976).

### **A aprendizagem pela experiência num micromundo computacional**

A concepção de micromundo desenvolvida por Papert (1985, p. 151) é definida como “um ambiente de aprendizagem interativa baseado no computador onde os pré-requisitos estão embutidos no sistema e onde os aprendizes podem tornar-se ativos, arquitetos construtores de sua própria aprendizagem”. O objetivo geral desses micromundos é mostrar como “ideias computacionais podem servir como material para pensar” (PAPERT, 1985, p. 150) qualquer conhecimento científico a ser aprendido. Além disso, esses micromundos são usados para desenvolver os projetos pessoais dos estudantes, suas construções públicas no mundo e, durante esse processo de construção, os princípios matemáticos construcionistas são aplicados (PAPERT, 2008). BARBOSA e MALTEMPI (2023) explicam como um projeto pessoal em um micromundo computacional pode ser compreendido como um propósito a ser desenvolvido por meio de uma experiência educativa.

Papert (1985) apresenta o micromundo da Tartaruga Geométrica como um modelo para tornar a geometria formal mais acessível à aprendizagem. Ele utiliza o ambiente de programação Logo para construir programas com a Tartaruga como protagonista, inserida em um contexto de ideias matemáticas exploradas e desenvolvidas a partir da intuição dos alunos, tornando essas ideias exploráveis e acessíveis graças à aplicação dos princípios matemáticos durante o desenvolvimento dos programas. O micromundo da Tartaruga Geométrica foi criado para ser um modelo de como a aprendizagem da geometria formal pode ocorrer de maneira mais natural e sintônico, uma vez que a “Tartaruga [pode] servir como uma primeira representação da matemática formal para a criança” (PAPERT, 1985, p. 78), permitindo que as crianças se identifiquem “com a Tartaruga e, no processo

de aprender geometria formal, [sejam] capazes de usar o conhecimento sobre seu corpo e de como ele se move” (PAPERT, 1985, p. 78).

Para que esse estilo de aprendizagem natural e conectado ao conhecimento pessoal seja viável, Papert (1985) defende a ideia de permitir que o aprendiz construa e trabalhe com sistemas conceituais transitórios. Isso significa que os estudos começam a partir do que os alunos já entendem sobre um conceito, que pode ser algo do senso comum ou uma intuição inicial vaga e imprecisa, e gradualmente avançam em direção ao formalismo desejado. Nesse modelo de aprendizagem, a criança é imersa em um ambiente que estabelece “firme conexão entre a atividade pessoal e a criação de conhecimento formal” (PAPERT, 1985, p. 82), facilitando “a transferência de conhecimentos de situações familiares para novos contextos” (PAPERT, 1985, p. 82). Isso ecoa as ideias de Dewey (1979) sobre o processo de construção de conceitos, que começa com uma ideia simples e vaga sobre algo e passa por um processo de transformação, adquirindo diferentes significados à medida que a aprendizagem avança, até alcançar um conceito formal e bem definido.

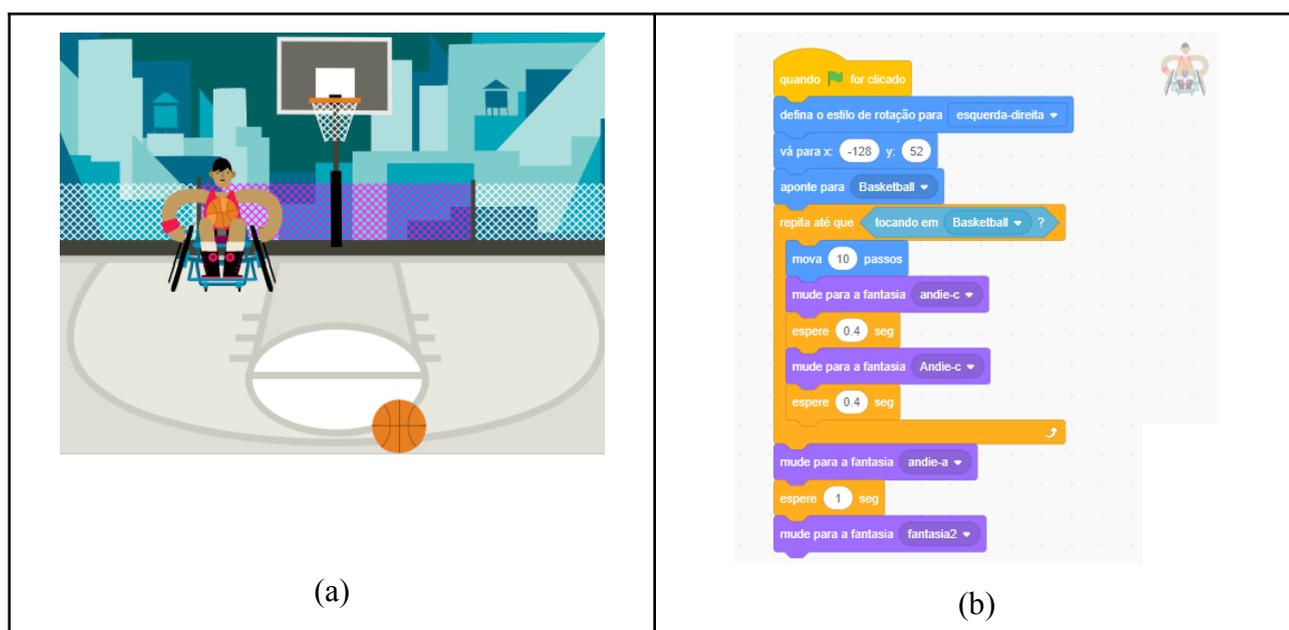
Para nossos propósitos de pesquisa, os micromundos computacionais são onde os conceitos matemáticos podem ser mais bem compreendidos por meio de sua aplicação. Isso ocorre porque “os acontecimentos [...] adquirem significação pelo uso; e que este uso envolve sempre um contexto” (DEWEY, 1979, p. 147), e gradualmente, os conceitos que originalmente dependiam de contexto para fazer sentido pelo uso “tornam-se capazes de suprir o contexto, de tal arte que a mente pode dispensar o contexto de coisas e atos” (p. 147). Outra correspondência entre uma experiência e um micromundo está na capacidade de conduzir experimentos nos micromundos para construir significados das ideias até consolidá-las em conceitos: um processo que envolve o momento em que as ideias são convocadas pela mente enquanto sugestões vagas, muitas vezes relacionadas a algo previamente aprendido e presente na experiência atual, o que Papert (1985) chama de ideias intuitivas. Essas sugestões ou hipóteses são então investigadas como possíveis soluções para um problema e, portanto, podem evoluir em concepções mais amplas e complexas, construídas pelo próprio estudante (DEWEY, 1979).

### **Aula de matemática - uma experiência matemática educativa no micromundo Basquete da Inclusão**

Nesta seção, iremos apresentar a condução de uma aula de matemática desenvolvida como uma experiência educativa em um micromundo computacional, envolvendo uma turma composta por 10 alunos do quinto e sexto anos do Ensino Fundamental. Utilizamos um jogo de basquete criado no Scratch para elaborar e propor problemas matemáticos, de modo a utilizar o jogo como

um contexto significativo para estimular e desenvolver o pensamento reflexivo dos estudantes enquanto eles se envolvem, refletem e resolvem os problemas propostos. Além disso, utilizamos o jogo como um micromundo computacional para aplicar os princípios matemáticos construcionistas, incentivando os alunos a pensar sobre seu próprio pensamento e aprender a aprender.

A aula teve início com a apresentação do jogo “Basquete da Inclusão”, seguida pela proposta de uma discussão em sala sobre os comandos que já estavam implementados no projeto, com a seguinte pergunta: “O que esse comando faz?”. O objetivo desse exercício inicial foi resgatar das memórias dos alunos o conhecimento prévio que possuíam, oferecendo-lhes a oportunidade de ampliar seu entendimento por meio de suas próprias ideias e conhecimentos, em vez de depender de uma explicação direta da professora. A Figura 1 exibe a tela inicial do jogo, juntamente com o código que foi apresentado à turma.



**Figura 1:** Tela inicial do jogo Basquete da Inclusão e código do programa.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

O princípio matemático *Exprima seus pensamentos* (PAPERT, 2008) norteou nossa prática pedagógica com o objetivo de abrir espaço para o pensar sobre o pensar, pois cada criança teve a oportunidade de comunicar suas ideias, confrontá-las com as dos colegas e remodelar suas intuições ou compreensões por meio de novas aprendizagens. Também, visamos inserir os estudantes em um processo reflexivo, já que as questões os levaram a refletir sobre como compreendiam a situação ou o problema apresentado, mobilizando seu raciocínio para resolvê-los.

Ao abordarmos o comando *defina o estilo de rotação*, algo interessante ocorreu. Muitos alunos ainda não haviam utilizado esse comando, porém, isso não os impediu de intuir sua funcionalidade a partir da compreensão da frase que o representa. Perguntamos o que esse comando

fazia e as respostas foram: “dá um giro”, “a ordem de contagem”, “saber onde ele está”. Percebemos que a dificuldade estava na compreensão do significado do verbo *definir*. Diante disso, questionamos qual era o significado da palavra definir. Sem obter resposta, optamos por substituir o verbo *definir* pelo verbo *escolher*, dando origem ao pseudo-comando *escolha o estilo de rotação*. Nesse momento, algumas conjecturas surgiram prontamente: “tipo, eu vou escolher você”, “escolha o estilo que você quer para virar à esquerda ou à direita”. Na segunda resposta, uma aluna associou a ação de escolher às opções apresentadas na lista suspensa do comando: “esquerda-direita”, “não rotacionar”, “rotação completa”.

Considerando que os comandos fazem parte do vocabulário de uma linguagem de programação, utilizada para comunicar e expressar ideias e pensamentos de maneira organizada e descritiva (PAPERT, 1985), essa experiência ressalta que não basta o contexto do micromundo ser significativo; os comandos também precisam comunicar algum sentido para serem utilizados. Observamos ainda que, quando a linguagem é compreendida, ela se torna um instrumento intelectual que vai além do uso social e prático, permitindo auxiliar o pensamento e comunicar conhecimentos (DEWEY, 1979). Esse autor enfatiza a importância da linguagem no processo de pensamento reflexivo, destacando a necessidade de enriquecer o vocabulário da criança. Isso é alcançado ao ampliar e aprimorar o contato delas com pessoas e coisas em novas experiências, enquanto aprendem o significado das palavras inseridas em seus contextos de uso. Esse enriquecimento resulta em “pôr em ação a inteligência, executar um ato de seleção inteligente ou análise e também aumentar o lastro de significações ou conceitos que poderão ser facilmente utilizáveis nas operações intelectuais ulteriores” (DEWEY, 1979, p. 237).

Em seguida, discutimos a ideia de rotação. As crianças foram capazes de relacionar essa palavra ao que haviam aprendido em experiências anteriores, como evidenciado na fala de um dos estudantes: “rotação é o movimento do giro que a Terra faz em torno do Sol e ela mesma gira em volta de si mesma”. Exploramos o conceito de rotação e translação utilizando o movimento de nossos corpos, já que a resposta do aluno abordou ambos os movimentos: uma rotação em torno de si mesmo e uma rotação em torno do Sol.

Na sequência, sem fornecer qualquer explicação sobre os movimentos e suas diferenças, pedimos a uma aluna para executar um movimento de rotação com seu corpo. Ela se levantou e deu uma volta em torno de si mesma. A turma observou e concordou que seu movimento estava correto. Questionamos então o que seria a translação. O mesmo aluno respondeu: “é quando uma coisa gira

em volta de outra coisa”. Pedimos a outro aluno que demonstrasse isso com seu corpo, e ele deu uma volta completa ao redor de uma mesa.

Nessa última resposta, destacamos a capacidade de generalização do aluno. Se antes ele havia indicado a Terra como o agente da translação, agora percebia que esse movimento podia ser realizado por qualquer objeto, como especificado por outra aluna: “tipo quando a Terra gira em volta do Sol”. Essa discussão oportunizou o que Dewey (1979) chama de capacidade de generalização de significados, resultado de uma operação de síntese compreensiva. Essa operação utiliza a generalização desse significado construído para buscar outros casos em que ele possa ser aplicado, relacionando situações que pareciam desconectadas por aparentemente não terem nada em comum. Nessa experiência, os estudantes relacionaram um tipo de movimento que antes estava restrito à Terra a seus próprios movimentos corporais e aos movimentos dos atores em seus programas. “Tal aplicação vai permitindo que casos anteriormente separados pelo seu sentido se tornem assimilados, identificados dentro de novo sentido” (DEWEY, 1979, p. 160). Portanto, a generalização de um significado possibilita uma síntese compreensiva, ocorrendo sempre que diferentes casos, experiências e situações, previamente entendidos como desconexos, passam a ser compreendidos como pertencentes a uma mesma categoria de situações devido a conceitos compartilhados (DEWEY, 1979).

Nesse momento da discussão, aplicamos também o princípio matemático *Procure algo semelhante que já saiba* para compreender e resolver problemas similares (PAPERT, 2008), ou seja, aplicamos esse princípio visando compreender e generalizar os conceitos de rotação e translação. Esse princípio foi aplicado através da aprendizagem sintônica, como proposto por Papert (1985). A aprendizagem sintônica busca situações com potencial para permitir que a criança se identifique com a forma de pensar dos cientistas e produzir ciência. Isso ocorre ao dar às crianças a oportunidade de usar linguagens descritivas e formais, semelhantes às usadas por cientistas, para representar suas ideias e pensamentos. Ao construírem produtos de significado pessoal, as crianças têm a oportunidade de pensar sobre si mesmas “como se ‘fizessem ciência’ quando estão fazendo algo agradável com seu corpo” (PAPERT, 1985, p. 122).

Em seguida, abordamos o comando *Vá para x: y:*, o que desencadeou uma longa e interessante discussão matemática. Começamos com a pergunta: o que significa “vá para”? Exemplificamos para que entendessem que se tratava de uma ordem para definir um local para onde o ator deveria ir. Mas para onde exatamente? Um aluno respondeu: “x e y são as coordenadas para onde quero que o ator vá, assim como no *Minecraft*. No *Minecraft*, uso x e y para indicar minha

localização ou onde vou realizar ações no jogo. Deve ser o mesmo aqui”. O aluno estabeleceu uma conexão entre o que já conhecia sobre coordenadas no contexto do jogo *Minecraft* e a situação atual. Ele construiu essa ligação entre seu conhecimento prévio e a compreensão necessária do comando *Vá para* no Scratch. Precisava entender algo aparentemente novo, pois estava em um contexto diferente: o que significavam x e y no contexto do Scratch? No entanto, ele percebeu algo familiar: as coordenadas x e y. Dessa forma, ele atribuiu um significado a x e y nesse novo contexto com base no que já sabia sobre coordenadas a partir de suas experiências anteriores no jogo.

Durante a discussão sobre coordenadas, observamos indícios de várias etapas do processo de pensamento reflexivo, como concebido por Dewey (1979). A primeira delas é chamada de *sugestão*. Diante de um problema ou dúvida, surgem possíveis ideias ou sugestões de soluções ou respostas. Cada sugestão é acompanhada por fatos observados ou lembrados, que precisam ser analisados e relacionados à sugestão para verificar se atendem a todas as condições do problema. Isso ocorreu quando os alunos relacionaram a situação do micromundo a seus conhecimentos prévios sobre coordenadas, gerando sugestões em suas mentes.

É importante notar que cada sugestão depende das experiências anteriores e pessoais da pessoa, bem como da cultura da época (DEWEY, 1979). Os alunos que já jogaram *Minecraft* tiveram essa ideia ou concordaram com ela. Assim como essas ideias emergem na mente, elas precisam ser controladas para serem validadas ou refutadas, com base em fatos e conhecimentos disponíveis. Isso destaca a necessidade de um mecanismo de validação ou prova para que a inferência como ideia possa ser considerada verdadeira ou crença. Isso ocorreu quando questionamos: Que lugar seria esse no Scratch? Eles responderam: “um local no cenário”. Verificamos suas hipóteses, alterando a posição do ator no cenário com o *mouse* para observar como os valores de x e y para esse ator se comportavam. As crianças perceberam que os valores mudavam conforme o ator se movia pelo cenário. Os valores aumentavam ou diminuam, tornavam-se positivos ou negativos. Assim, mesmo que várias sugestões sobre possíveis respostas ao problema tenham surgido em suas mentes, “A que saiu vitoriosa num exame ou prova de força [...] leva consigo suas credenciais: é aprovada porque foi provada” (DEWEY, 1979, p. 102), ou seja, foi demonstrada.

A verificação pela ação de testar a hipótese representada por um programa se torna viável quando desenvolvemos experiências educativas em ambientes de programação que possuem características de modelagem dinâmica, os quais permitem que sejam realizadas e verificadas pelo *feedback* dinâmico do ambiente (GADANIDIS, 2017). Paralelamente a isso, temos que suas

hipóteses ganham forma concreta através de seus programas que passam a representar concretamente seus pensamentos, de modo que seus programas consistem, ao mesmo tempo, nas inferências construídas (possíveis soluções) e na representação formal do pensamento da pessoa, que pode ser acessada, estudada, compreendida, validada ou corrigida para dar origem a outra possível solução (PAPERT, 1985). Portanto, para Dewey (1979, p. 103), “a legítima inferência contém, primeiro, um salto para uma conclusão sugerida; e, em segundo lugar, experimenta a sugestão a fim de determinar a sua conformidade com as exigências da situação”. Disso, identificamos um padrão para a ação reflexiva, a qual “surge nos casos em que há urgência de fazer alguma coisa e em que os resultados da realização põem à prova o valor do pensamento” (DEWEY, 1979, p. 103), situação esta que não acontece numa aula tradicional de matemática em que os alunos permanecem passivos diante das explicações do professor.

Continuando com a discussão matemática, lançamos o desafio: quais seriam os limites inferior e superior para os valores de  $x$  e  $y$ ? Os alunos deveriam descobrir para quais valores de  $x$  o ator ocuparia as bordas esquerda e direita do cenário. Como descobrir? A primeira sugestão foi: “use o comando *Mova* e faça o ator andar até lá”. Colocamos sua ideia em prática. Mas, quantos passos andar? “1 em 1”, respondeu alguém, o que mostrou ser uma estratégia nada eficiente por demorar muito para atravessar de uma a outra borda do cenário. Perguntamos se haveria outra forma. As respostas foram: “de 10 em 10”, “20 em 20”, “100 em 100”. Testamos várias delas, até chegar próximo a borda direita. E agora, como saber se já chegamos ao fim do cenário? Alguns responderam para diminuir o número de passos do comando *Mova* e caminhar mais devagar.

Outra ideia surgiu: levar o ator com o *mouse* até onde for possível. Testamos essa ideia e perguntamos: quanto vale o  $x$ ? Eles observaram e responderam corretamente, pois conseguiram identificar os valores nas respectivas variáveis. Pedimos então, que testassem essa ideia em suas máquinas para descobrir os valores de  $x$  para a borda esquerda e direita. Um aluno reconheceu nesse desafio um problema similar ao enfrentado enquanto jogava o *Minecraft*. Ele disse: “isso também acontece no *Minecraft*. Quando eu mando cavar um buraco, chega uma hora que não consegue mais cavar para baixo pois já chegou no fim de tudo”. Perguntamos: “então ele chega no limite e não consegue cavar mais?”. “Isso. E isso acontece aqui também, não consegue sair do cenário”. Neste momento, o estudante reconheceu no problema atual algo de familiar, já experienciado em situações anteriores, trazendo para sua solução atual um conhecimento e uma estratégia já vivenciados.

Para Dewey (1979), isso acontece porque o ato de pensar reflexivamente para resolver um problema ou compreender uma situação duvidosa nos leva a estabelecer conexões entre os fatos

observados da experiência em curso e já vivenciados em experiências anteriores. Essa sugestão ou ideia de atribuir o significado de coordenadas ao que observava sobre o comportamento de  $x$  e  $y$  no Scratch, embora não presente fisicamente, aconteceu graças a uma conexão entre a experiência atual através de seus fatos percebidos, e experiências anteriores, de modo que algo da experiência em curso trouxe à mente a sugestão *coordenadas*, cujo significado foi atribuído aos fatos percebidos –  $x$  e  $y$  no Scratch – quando os estudantes se viram em experiência similar a alguma anterior. Essa sugestão dada a partir das relações existentes entre a experiência atual e alguma anterior irá acontecer de qualquer forma e de modo espontâneo e natural. Neste sentido, este “ter ideias” não é algo que fazemos, mas sim o que nos acontece, pois “as sugestões que então nos ocorram vêm como funções de nossa experiência passada, não de nossa vontade e intenção presentes” (DEWEY, 1979, p. 49).

Já para Papert (2008), os estudantes aplicaram dois princípios matéticos construcionistas: *Procure algo semelhante que já saiba* e o *Procure conexões*. Para compreender o significado do comando, eles procuraram por algo semelhante que já era conhecido, estabeleceram as devidas relações para o que já sabiam e que agora estava inserido em um novo contexto, e assim construíram o significado para o que parecia ser novo. É o que Papert (1985) fala sobre fazer a Tartaruga desenhar um círculo na tela do computador. Para resolver esse problema, a criança pode recorrer a outro problema bem conhecido: “o problema de andar em círculo” (PAPERT, 1985, p. 88), de modo que os projetos desenvolvidos em LOGO colocam as crianças em muitas situações familiares, tais como, “brincar de Tartaruga”, “se comunicar”, “se colocar no lugar da Tartaruga”, e assim, podem basear seus comandos em suas próprias ações ou movimentos corporais, assim como aconteceu programando no Scratch.

O *Procure conexões* permite relacionar os novos conhecimentos a outros conhecimentos ou ideias que possuem sentido e significado ao aprendiz, o que Papert (2008) chama de conexões pessoais. Conectar diferentes conhecimentos, fatos, características, informações, o novo ao conhecido, como “uma estratégia para facilitar a aprendizagem melhorando a conectividade no ambiente de aprendizagem, por meio de opções por culturas” (PAPERT, 2008, p. 106).

Seguimos propondo outro desafio: se seu ator quiser sair da borda esquerda e caminhar até a direita, quantos passos vai dar no total? Concordamos com os seguintes valores para os limites inferior e superior de  $x$ , respectivamente: -264 e 274. A partir disso, várias respostas foram dadas. Aquelas construídas como conclusão de um raciocínio foram 10 e 538. Perguntamos para uma aluna que respondeu 538 o porquê desse valor. Ela exitou e não respondeu. Sugerimos que ela havia

feito uma conta, e perguntamos qual seria. “Mais”, foi sua resposta. Por que? Outra aluna respondeu: “Porque ele tem que ir do -264 até o zero, que dá 264. Depois, do zero até o 274, ele vai andar 274. Então tem que somar esse pedacinho com o outro, que dá 538”. Essa resposta evidenciou um estilo de *pensamento modularizado*, pois a aluna dividiu seu problema em três partes: caminhar da borda esquerda até o centro do cenário; caminhar do centro do cenário até a borda direita; somar os passos dados em cada parte do caminho.

Papert (1985) considera a *modularização* não apenas uma estratégia de resolução de problemas do tipo “dividir para conquistar”, mas sobretudo um princípio matemático por contribuir para desenvolver as habilidades de aprendizagem de uma pessoa, tornando-a um aprendiz melhor. Modularizar uma solução de um problema viabiliza o *debugging* (depuração) enquanto estratégia para identificar e corrigir erros, o qual também contribui para o processo geral de aprendizagem. Ao pegar um problema que parece complexo e subdividi-lo em partes menores, a aprendizagem de cada parte se torna mais simples, e o resultado é a aprendizagem do super procedimento ou da habilidade total a partir da aprendizagem de cada habilidade separadamente. Além disso, os erros cometidos em cada etapa são mais facilmente identificados e corrigidos, pois estão contidos dentro de limites tão estreitos quanto possível, de modo que se evita a pior de todas as situações: “quando muitos deles [*bugs*] ocorrem simultaneamente” (PAPERT, 1985, p. 140). Por fim, Papert chama a modularização de ferramenta mental sintônica, pois conforme são “utilizadas”, “manipuladas”, postas em prática durante as muitas construções mentais que o aprendiz processa, tornam-se cada vez mais disponíveis, como se estivesse numa sacola mental de *bricolador* para ser usada sempre que necessário.

Verificamos a última resposta dada pela aluna usando o Scratch, fazendo o percurso de acordo com sua explicação, saindo da borda esquerda até o zero, depois do zero até a borda direita. Assim, as crianças perceberam a necessidade de somar os dois números, pois a distância total percorrida correspondia ao total de passos dados em cada direção. Não questionaram o sinal negativo do -264, se iria ou não atrapalhar a “conta de mais”. Eles simplesmente desconsideraram o sinal e fizeram a adição usando o cenário do micromundo como suporte concreto para seu raciocínio matemático, pois isso fazia sentido para eles.

Pedimos que todos aplicassem essa estratégia em seus projetos para encontrar a distância percorrida na direção do  $x$  e do  $y$ . Neste momento, começamos a chamar a distância percorrida de tamanho do lado de  $x$  e tamanho do lado de  $y$ , com a intenção de discutir ideias relacionadas ao conceito de perímetro de uma figura geométrica. Assim, o próximo desafio foi: se o ator quiser dar

uma volta completa, percorrendo as bordas do cenário, quantos passos vai andar no total? A aluna que respondeu primeiro construiu a seguinte estratégia: calculou o tamanho do seu lado  $x$  e do seu lado  $y$ , multiplicou cada lado por 2, e somou os resultados da multiplicação. Explicou o que fez para a turma, o que gerou muitas dúvidas. Perguntaram porque ela usou a conta de multiplicação. Ela explicou que tinha dois lados iguais de cada lado do cenário, então ao invés de somar, multiplicou por 2. Outra aluna somou apenas um lado  $x$  ao outro  $y$ . Ao expor sua ideia, as crianças conseguiram ajudá-la a partir do que aprenderam com a discussão da primeira resposta, lembrando-a que faltava somar os outros dois lados.

Do exposto, concluímos que o objetivo de usar o Scratch como suporte concreto para o raciocínio matemático dos estudantes foi alcançado. A comunicação matemática durante a aula foi predominante. As crianças se comunicavam usando sua linguagem matemática de forma natural, pois os problemas inseridos num contexto que “fala” matemática favoreceu a fluidez dessa comunicação. Falaram sobre vários conceitos e ideias matemáticas: números positivos, negativos, esquerda, direita, tamanho, distância, quantidade de passos, somar, subtrair, multiplicar, sem parar para pensar se o que estavam fazendo era ou não matemática, ou se estavam resolvendo um “exercício” de matemática. A matemática explorada, investigada e discutida como alvo de reflexão era natural naquele contexto, o que proporcionou uma aprendizagem sintônica em um sistema transitório de conceitos matemáticos, que partia de suas intuições matemáticas vagas e imprecisas rumo a um processo de formalismo matemático.

### **Considerações finais**

Nesta experiência matemática educativa que aconteceu num micromundo computacional, evidenciamos um processo de aprendizagem construcionista de natureza sintônica, pois colocou as crianças em situações em que puderam se identificar com os objetos utilizados no micromundo e com o próprio micromundo, demonstrando estar em sintonia com algo já vivido ou conhecido por elas, sendo capazes de reconhecer e aplicar conhecimentos que já possuem. Neste sentido, o contexto criado favoreceu o aprimoramento das habilidades matemáticas das crianças, estimulando o pensamento metacognitivo e o desenvolvimento de competências para aprender a aprender. Ao mesmo tempo, elas puderam se reconhecer como aprendizes autônomos capazes de desenvolver sua identidade e responsabilidade intelectual, pois estavam no comando de sua própria aprendizagem (PAPERT, 1985; 2008).

Considerando que Dewey (1979) advoga que o propósito de uma educação pela experiência inteligente é ensinar a pensar, e o fator central do pensamento é a construção de significados para o

que se observa, concluímos que as muitas situações experienciadas nesta aula proporcionaram a construção de significados para o que percebiam e tentavam compreender a partir da mobilização e desenvolvimento do ato de pensar reflexivamente. Isso foi possível pois o micromundo do Basquete da Inclusão proporcionou um ambiente para ser explorado, preñado de ideias matemáticas disponíveis para serem descobertas, investigadas, construídas e formalizadas. Outro ponto de destaque foi a possibilidade de estabelecer as conexões entre algo familiar na experiência em curso e alguma experiência anterior, elemento essencial para uma aprendizagem pela experiência inteligente. O que corresponde a dois princípios matemáticos: o *Procure conexões* e o *Procure algo semelhante que já saiba*.

Por fim, percebemos que desenvolver uma aula de matemática num micromundo computacional fundamentado nos pressupostos de uma educação pela experiência trouxe à tona diversas implicações educacionais. Uma delas está relacionada aos métodos de ensino aplicados na escola. Se o pensamento parte de uma situação duvidosa para uma situação determinada, para Dewey (1979) isto só é possível quando “O pensamento surge de uma situação diretamente experimentada” (p. 104). Nos exemplos citados, o ato de pensar foi despertado por uma situação real e experimentada, não apenas pensada, que “desperta a investigação e faz nascer a reflexão” (DEWEY, 1979, p. 104). Então, por que a escola não consegue estimular hábitos de pensar reflexivos? A causa mais provável vem do fato da escola não prover “uma situação experimentada, de tal natureza que obrigue a pensar” (DEWEY, 1979, p. 104-105).

Outro fato seria: “O pensamento dirige-se para uma situação estabelecida” (DEWEY, 1979, p. 105). Isso significa que ele tem início numa situação duvidosa, problemática e desafiadora, mas que tem como objetivo “criar uma nova situação em que a dificuldade se ache resolvida, a confusão, esclarecida, a perturbação, aliviada, a questão proposta respondida” (DEWEY, 1979, p. 105). Para a educação, isto se torna importante, pois indica que teremos alunos engajados em seu processo de aprendizagem quando se sentirem motivados por um propósito pessoal, alcançado sempre que se dispuserem a aplicar sua inteligência para transformar um problema ou dúvida em alguma conquista pessoal (DEWEY, 1979; PAPERT, 1985).

## Referências

- DEWEY, J. Experiência e educação. Tradução de Anísio Teixeira. 2 ed. São Paulo: Nacional, 1976.
- DEWEY, J. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. Nova tradução e notas de Haydée Camargo Campos. 4 ed. São Paulo: Nacional, 1979.

GADANIDIS, G; HUGHES, J.M; MINNITI, L. Computational Thinking, Grade 1 Students and the Binomial Theorem. *Digit Exp Math Educ* 3, 77–96, 2017.

PAPERT, S. LOGO: Computadores e Educação. Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman, Afira V. Ripper. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática. Tradução Sandra Costa – Porto Alegre: Artmed, 2008.

BARBOSA, L. L. S. MALTEMPI, M. V.. Educação pela experiência: projetos de programação entendidos como um propósito em uma experiência matemática educativa. *PROMETEICA - Revista de Filosofia y Ciencias* (27), pp. 783–792.

<https://doi.org/10.34024/prometeica.2023.27.15377>.