

PROJETO PIPE: DO CONCRETO AO FORMAL BRINCANDO

Karen Selbach Borges¹

Fabírcia Py Tortelli Noronha²

Resumo: O Projeto Pipe tem por objetivo oferecer às escolas acesso a um material concreto de baixíssimo custo que procura auxiliar no desenvolvimento da criatividade e do pensamento formal, além de promover a consciência sobre as possibilidades de reuso de materiais com fins educacionais. Este artigo apresenta o projeto Pipe a partir da sua fundamentação teórica nos pressupostos de Piaget, revelando o processo de fabricação do material, as possibilidades de uso, juntamente com o relato da experiência na disciplina de lógica de programação do curso superior de Sistemas para Internet, do IFRS. As atividades já realizadas com o Pipe demonstraram que o uso do material concreto demanda abstrações e a realização de operações mentais próprias dos estágios operatórios. Além disso, quando usado em práticas pedagógicas construtivistas, contribuiu para ressignificar o processo de ensino e de aprendizagem.

Palavras-chave: Estágios Operatórios. Piaget. Projeto Pipe. Material Concreto.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento cognitivo se dá, inicialmente, mas não apenas, através dos sentidos humanos, que permitem perceber o meio em que o sujeito está inserido. Esses são os

1 Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS. E-mail: karen.borges@osorio.ifrs.edu.br.

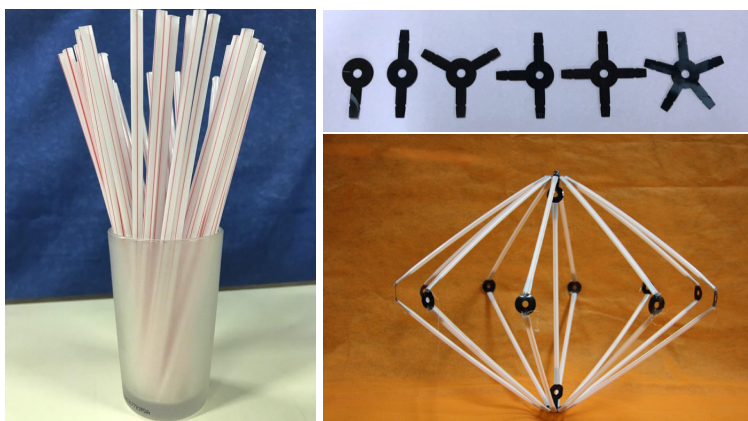
2 Doutora em Educação pela Universidade LaSalle, membro do Grupo de Pesquisa COTEDIC UNILASALLE/CNPq, Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS. E-mail: fabricia.noronha@poa.ifrs.edu.br.

responsáveis por extrair informações dos objetos, da natureza, das pessoas etc. e das interações com esse meio, que é concreto e cujas possibilidades viabilizam o surgimento de operações mentais complexas, típicas do pensamento formal.

A partir desse entendimento Jean Piaget estabeleceu quatro estágios de desenvolvimento: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. O projeto sobre o qual esse artigo versa está focado nas duas últimas fases e tem por objetivo auxiliar no desenvolvimento dos esquemas operatórios.

Além disso, busca-se promover a criatividade e a consciência sobre as possibilidades de reuso de materiais com fins educacionais. Dessa forma foi criado, dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), o Projeto Pipe, que consiste em um material concreto, confeccionado a partir de canudos plásticos e filmes de raio-X, os quais dão origem a peças de encaixe que permitem a construção de estruturas físicas (Figura 1).

Figura 1: canudos plásticos, as peças de encaixe feitas com filme de raio-X e exemplo de estrutura criada com o material



Fonte: das Autoras (2023)

O detalhamento sobre a fabricação do material, possibilidades de uso e discussões a respeito do uso do Pipe em uma disciplina de lógica de programação serão apresentadas na seção 3 deste artigo. Antes disso, na seção 2, os fundamentos teóricos que embasam o projeto poderão ser conhecidos.

Na seção 4 é discutido como o Pipe colabora para o desenvolvimento cognitivo a partir dos elementos epistemológicos da teoria de Jean Piaget. O artigo encerra com as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O projeto Pipe está fundamentado nos pressupostos da epistemologia genética de Jean Piaget, a partir das interações entre o sujeito e o meio, as quais levaram o autor à elaboração da teoria operatória da inteligência. Segundo Piaget (2012, p. 38), as operações intelectuais são “ações reais, sob o duplo aspecto de uma produção peculiar ao sujeito e de uma experiência possível sobre a realidade” e a forma superior de uma operação é lógica e matemática e pode ser “tornada reversível e coordenada a outras operações” (PIAGET, 1989 p. 111).

Assim, uma criança que organiza os objetos em conjuntos de círculos, quadrados e triângulos está realizando uma operação de classificação, a qual pode ser revertida (voltando todas as peças para um único grupo) ou combinada à outra operação, por exemplo colocando as peças de cada grupo organizadas da menor para a maior. Classificações, enumerações, seriações, combinações, elaboração de proposições e hipóteses são exemplos de operações intelectuais possíveis, sendo as três primeiras características do estágio operatório concreto e as três últimas, do estágio operatório formal.

A passagem de um estágio para outro envolve quatro elementos: (i) a maturação, no sentido de amadurecimento das estruturas físicas do sujeito; (ii) as transmissões sociais, que estão relacionadas com as questões culturais e educacionais e com a influência destas sobre o sujeito; (iii) a experiência, que advém da interação do sujeito sobre o objeto e vice-versa; (iv) a equilíbrio, que é considerada por Piaget como o elemento que coordena de forma consistente os outros três fatores.

O processo de equilíbrio ocorre graças a um processo contínuo de assimilação e acomodação. “Na relação entre sujeito e objeto de conhecimento, a assimilação representa a ação do sujeito sobre o objeto, enquanto a acomodação expri-

me a ação do objeto sobre o sujeito” (MONTANGERO; MAURICE-NAVILLE, 1998, p. 18).

Dessa forma, a assimilação é a responsável por incorporar elementos exteriores (dados dos objetos, por exemplo) aos esquemas sensório-motores ou conceituais do sujeito. Já a acomodação, é a responsável por criar ou alterar os esquemas de assimilação existentes. A assimilação permite, por exemplo, a identificação de propriedades de objetos a fim organizá-los em classes, enquanto a acomodação é a responsável pela incorporação destas classes ao sistema conceitual do sujeito. Logo, a assimilação e a acomodação são processos indissociáveis e complementares que explicam como se dá o incremento do sistema conceitual.

A abstração é parte fundamental do processo de assimilação. Abstrair é retirar informações dos observáveis, ou das ações sobre os observáveis ou ainda, das conclusões sobre essas ações. Segundo Becker (1993) o sujeito só “retira” por abstração “aquilo que ele pode retirar, isto é, aquilo que seus esquemas de assimilação atuais possibilitam que ele retire” (p. 43), ou seja, se o sujeito se deparar com um objeto totalmente desconhecido, uma ferramenta, por exemplo, ele só conseguirá obter informações a partir do uso de esquemas que já possui. Assim, ele será capaz de dizer que a ferramenta tem peso, cor, que lembra um outro tipo de ferramenta, mas não será capaz de determinar a sua função.

A abstração é necessária numa grande variedade de atividades humanas, principalmente as que requerem raciocínio lógico-matemático. Wing considera a abstração como uma ferramenta cognitiva ao afirmar que “as abstrações são as ferramentas mentais da computação” (WING, 2008, p. 3718). De fato, o desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento computacional, necessários para a criação de algoritmos e, posteriormente, de instruções definidas em linguagens de programação, dependem de abstrações para separar os elementos essenciais para a resolução de determinado problema, dos detalhes irrelevantes. Assim, facilitando a compreensão do problema sem perder nenhuma informação importante.

3. O PIPE

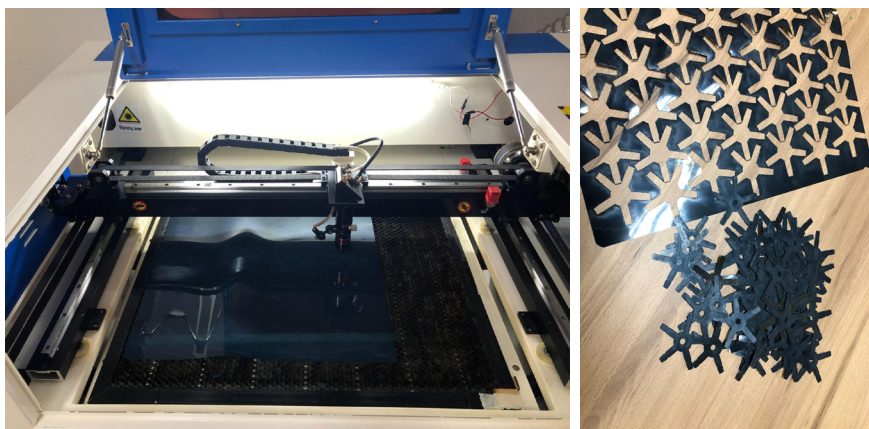
O Pipe é constituído basicamente por canudos de refrigerante de 0,5 mm de diâmetro e encaixes de acetato, disponíveis em seis formas diferentes. O material que constitui o Pipe pode ser produzido e adaptado por qualquer pessoa já que ele se encontra disponibilizado sob licença *Creative Commons*.

3.1 O processo de fabricação

Inicialmente as peças de encaixe foram desenhadas com o auxílio de uma ferramenta de desenho vetorial (por exemplo, o Inkscape³). Os desenhos estão disponíveis para download, de forma gratuita, no repositório do Projeto Pipe⁴.

Os arquivos das imagens precisam ser transferidos para o software de gerenciamento da máquina de corte a laser, através do qual serão feitos os ajustes de velocidade e potência necessários para que o filme de raio-X seja cortado e não derretido. A produção dos encaixes tem sido viabilizada graças à cortadora laser disponibilizada pelos espaços maker do IFRS campus Porto Alegre (POALab) e campus Osório (Windmaker).

Figura 2: cortadora a laser e encaixes produzidos a partir do corte do filme de raio-X



Fonte: das Autoras (2023)

3 <https://inkscape.org/pt-br/>

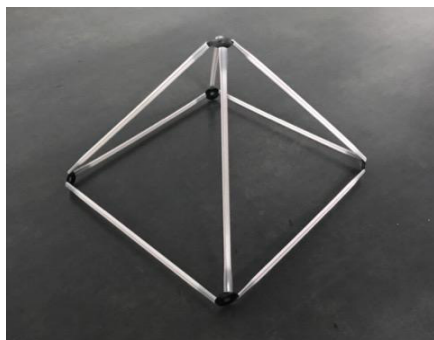
4 <https://drive.google.com/drive/folders/1wgEXwvwiApJFvN2wpakKOJk1uyHk8nby>

Os canudos que compõem o kit do Pipe estavam na iminência de serem descartados pela empresa fabricante⁵ em função da proibição de uso de canudos plásticos. Assim, o material foi doado pelo fabricante para o projeto e compõe, junto com dezenas de encaixes de diversos formatos, os kits que são entregues nas escolas participantes do projeto.

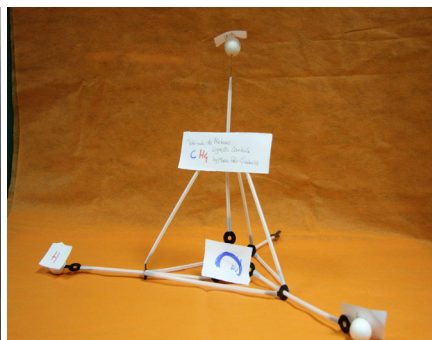
3.2 As possibilidades de uso

O material que compõe o Pipe ainda não teve todas as suas possibilidades exploradas, sendo que as atividades, até então realizadas com o uso do material, consistem na produção de formas geométricas, de representações de moléculas, elaboração de figuras, construção de pontes, representações gráficas e experimentos com eletricidade (Figura 3).

Figura 3: exemplos de possibilidades com o Pipe



Pirâmide de base quadrada



Representação da molécula de metano



Representação do “mascote” do projeto: o Pipe Dog.



Alunos participantes do desafio de construção de ponte.

5 <http://www.triktrik.com.br/>

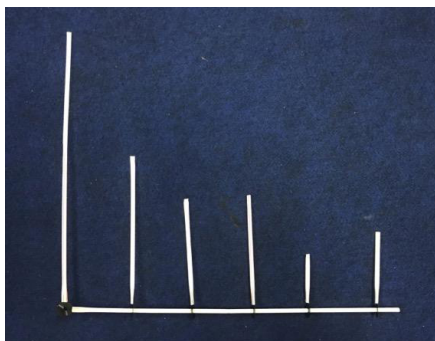


Gráfico de barras

Mini luminária utilizando
led e bateria

Fonte: das Autoras (2023)

A construção de figuras geométricas foi expandida para uma atividade de pensamento computacional desplugado, realizada de forma experimental durante o evento da Hora do Código de 2018 relatado em Borges, Noronha e Backes (2020). Desde então, vem sendo utilizado como atividade introdutória na disciplina de lógica de programação do curso superior de Sistemas para Internet (SSI), do IFRS-POA.

3.3 O Pipe como material de apoio na disciplina de lógica de programação

A construção do conhecimento na disciplina de lógica de programação se dá com o desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento computacional na resolução de problemas, a partir da articulação entre as estruturas cognitivas pré-existentes nos estudantes e os novos conhecimentos sobre algoritmos. Entretanto, nem todos conseguem compreender o formato e o modo de execução do algoritmo, uma vez que envolve abstrações lógicas necessárias ao desenvolvimento da prática de programação.

Nesse contexto, o Pipe foi utilizado para proporcionar situações de aprendizagem que levassem os estudantes a refletirem sobre o conhecimento e entenderem a lógica que há por trás da sequência de ações que compõem o algoritmo. A atividade envolveu o trabalho em duplas, sendo que a metade

da turma deveria construir uma pirâmide e a outra metade, um cubo (Figura 4).

Figura 4: as formas geométricas construídas pelos estudantes



Fonte: das Autoras (2023).

Realizada a tarefa, foi solicitado que escrevessem no papel os passos necessários para a reprodução da forma criada. Após essa ação, os estudantes trocaram o passo a passo entre si. Aqueles que criaram a pirâmide receberam as instruções do cubo e os que criaram o cubo, as da pirâmide.

A partir da troca, cada dupla deveria montar o objeto conforme as instruções dadas pelos colegas. Essa dinâmica provocou perturbação, gerando desequilíbrio nas estruturas cognitivas dos estudantes ao constatarem que o passo a passo não funcionava, isto é, faltavam detalhes importantes na descrição, impossibilitando a reprodução do objeto.

Dos nove grupos, apenas um conseguiu criar o objeto utilizando o passo a passo dos colegas. Entretanto, quando questionados sobre o êxito na tarefa, a dupla relatou que tiveram de fazer correções no passo a passo recebido, a partir de deduções sobre a ação esperada em cada instrução. Ou seja, utilizaram o pensamento hipotético dedutivo, característica do estágio operatório formal, para resolver o problema.

Dado que o problema com as instruções foi recorrente, os estudantes tentaram compensar a perturbação interagindo

e destrocando o passo a passo para a realização de ajustes, baseados nas dificuldades que encontraram. Assim, o processo de equilíbrio das estruturas cognitivas se deu quando atentaram para a necessidade de maior detalhamento na descrição das ações a serem executadas (assimilação) e fizeram as correções necessárias nas instruções (acomodação).

O erro faz parte do processo de aprender e na superação dos erros o estudante modifica a percepção, realizando ajustamentos em suas ações, ampliando as aprendizagens, constituindo-se em fonte de equilíbrio das estruturas cognitivas. Em consequência, os estudantes adaptam os novos conhecimentos, integrando-os aos seus esquemas assimiladores, considerados motor do conhecimento (PIAGET, 2007).

Diante de tal cenário, foi possível constatar que a experiência lúdica com o projeto Pipe contribuiu para a resignificação do processo de ensino e de aprendizagem de algoritmos na disciplina de lógica de programação. A partir dos erros e correções no passo a passo, o material concreto do Pipe propiciou as transformações necessárias para a aprendizagem dos conceitos de programação.

4. DISCUSSÕES

O processo de utilização do Pipe inicia pela conexão de dois canudos e, à medida que o processo criativo se desenrola, o sujeito se depara, por vezes, com formas que não representam o imaginado. A partir disso, o sujeito se vê obrigado a testar outros encaixes, até que obtenha uma forma com significado, ou desmanchar a estrutura por completo e começar novamente o processo, já que a estrutura criada não se sustenta no espaço tridimensional ou não funciona como o esperado. Isso demonstra claramente as desequilibrações provocadas pelo uso do material que, como visto no referencial teórico, são essenciais para o processo de desenvolvimento cognitivo.

A partir das estruturas de assimilação existentes, os sujeitos situados no estágio concreto, conseguem abstrair do Pipe informações como tamanho do canudos, quantidade de “pernas” que cada conector possui, a resistência a dobras que

cada material apresenta, entre outras que podem ser obtidas pelo simples manuseio do material. Observa-se nesse estágio, por exemplo, as operações de agrupamento (conectores com o mesmo número de “pernas” são colocados dentro de uma mesma caixinha para fins de organização do material), de seriação (canudos são colocados lado a lado e depois organizados do menor para o maior, ou vice-versa) e as operações espaciais (ao colocar um objeto ao lado de outro, a criança explora a relação de “vizinhança, correspondente à estruturação perceptiva mais simples: a de proximidade dos elementos percebidos em um mesmo campo”. (OLIVEIRA, 2005, p. 110)).

A interação física com os objetos permite, também, abstrair deles propriedades que estão além da percepção. Por exemplo, ao criar um cubo, o sujeito, por um processo de reflexão, passa a compreender que todas as arestas estão ligadas em um ângulo de 90 graus e que isso é determinante na escolha do tipo de conector do Pipe que será utilizado. Isso influencia diretamente na elaboração das instruções para a construção da estrutura, atividade, essa, explorada como exercício de abstração e relatada na seção anterior.

Sujeitos situados no estágio formal são capazes de realizar abstrações reflexionantes, as quais “retira qualidades, não de objetos, ou de ações observáveis, mas das coordenações das ações que, por se realizarem internamente ao sujeito, não são observáveis.” (BECKER, 2014, p. 3). Assim, o sujeito, na intenção de construir uma “casinha” usando o Pipe e, ao elaborar a hipótese de que a combinação de um cubo e de uma pirâmide de base quadrada serviriam para representar a estrutura e o telhado da casa, respectivamente, teve que antes construir mentalmente diversas formas geométricas e combiná-las. Se isso não bastasse, o sujeito precisou, também, considerar o tamanho dos canudos utilizados para construir a pirâmide de modo a manter a proporcionalidade do telhado com as dimensões da casa e o equilíbrio da estrutura; elaborar a forma como encaixar as duas estruturas usando os conectores do Pipe para que formassem, ao final do processo, uma unidade.

A elaboração de hipóteses, as operações de proporcionalidade e de correlação (que se refere à interdependência de

duas ou mais variáveis), além da capacidade do sujeito de registrar essas hipóteses e operações utilizando formalismos, tais como equações e algoritmos, confirmam o uso de uma das formas finais da abstração reflexionante - que segundo PIAGET (1995) “é a da formalização, caso limite no qual a forma consegue... libertar-se dos conteúdos”. (p. 288) - e o progresso do sujeito para o estágio operatório formal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do Pipe, indubitavelmente, constitui uma atividade lúdica. Ao brincar, “a criança desenvolve sua capacidade de representação, atribuindo novos significados para suas ações, para os objetos e para si mesma.” (SOUZA, 2011 p. 79). Essa ressignificação é fruto de sucessivas assimilações e acomodações, que são importantes para o desenvolvimento cognitivo.

O brincar possibilita, também, desenvolver a “capacidade de interagir com objetos que não estão ao alcance da percepção direta, mas que são representados pelo pensamento. Isto permite um salto qualitativo fundamental para o desenvolvimento da inteligência, qual seja, o de poder agora prescindir do contato físico com os objetos.” (SOUZA, 2011 p. 79).

A capacidade de operar no plano das ideias, sem a necessidade da manipulação do objeto físico, é característica do estágio operatório formal. Dessa forma, confirma-se a hipótese de que, utilizando o Pipe, é possível progredir do estágio operatório concreto ao formal brincando.

REFERÊNCIAS

BECKER, F. Ensino e Construção do Conhecimento: o processo de abstração reflexionante. **EDUCAÇÃO E REALIDADE**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 43-52, jan./jun. 1993. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/231895/000093168.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023.

- BECKER, F. Abstração pseudo-empírica e reflexionante: Significado epistemológico e educacional. **Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 6, n. 2012, p. 104-128, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/126295/000970474.pdf>. Acesso em: jan. 2023.
- BORGES, K. S.; NORONHA, F. P. T.; BACKES, L. Pensamento computacional desplugado: análise da experiência com o Projeto Pipe. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, p. 141-155, 2020. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14705>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- MONTANGERO, J.; MAURICE-NAVILLE, D. **Piaget ou a inteligência em evolução**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- OLIVEIRA, L. A construção do espaço segundo Jean Piaget. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 33, p. 105-117, 2005. Disponível em <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/download/9205/5667/0>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1989.
- PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: ArtMed, 1995.
- PIAGET, J. **Epistemologia genética**. Tradução Álvaro Cabral. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- SOUZA, M. T. C. C. Os jogos e o simbolismo infantil: inteligência e afetividade em ação. *In*: MONTTOYA, A.O.D. *et al.* (org.). **Jean Piaget no século XXI**: escritos de epistemologia e psicologia genéticas. São Paulo, Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2011. p. 73-86.
- WING, J. Computational Thinking and Thinking about Computing. **Philosophical transitions of the Royal Society A**,

n. 366, p. 3717-3725, 2008. DOI 10.1098/rsta.2008.0118.
Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0118>. Acesso em: 10 jan. 2023.