

## **JOGO-SOLAR: REPRESENTAÇÕES FÍSICAS E INTERATIVAS PARA O APRENDIZADO DO PROCESSO DE PROJETO DE DISPOSITIVOS DE SOMBREAMENTO DE FACHADAS**

HELENA INSAURRIAGA PÄTZOLD DOS SANTOS<sup>1</sup>; ADRIANE BORDA ALMEIDA DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [helena.insaurriaga@ufpel.edu.br](mailto:helena.insaurriaga@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [adriborda@ufpel.edu.br](mailto:adriborda@ufpel.edu.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

O ensino do dimensionamento de dispositivos de sombreamento, como brises, envolve o domínio de conceitos astronômicos e geométricos (FROTA; SCHIFFER, 2003; BITTENCOURT, 2004). Entre as técnicas existentes, a sobreposição de máscaras de sombra sobre a carta solar permite configurar dispositivos adaptados a diferentes orientações e períodos de insolação. Embora ferramentas digitais possam automatizar a geração dessas máscaras, é fundamental que o projetista compreenda o papel de cada parâmetro para manter controle formal sobre a solução — aspecto frequentemente negligenciado no uso automático dessas tecnologias. Estudos indicam que, sem compreensão conceitual adequada, projetistas podem apresentar dificuldade na interpretação de resultados gerados por ferramentas digitais e, conseqüentemente, na tomada de decisões fundamentadas (SANTOS, 2024).

A fundamentação teórica deste relato articula três referenciais. Em Piaget, o conceito de abstração reflexionante permite compreender como a ação sobre um objeto ou representação promove reorganizações cognitivas (PIAGET, 1977 apud MANTOAN, 1994). A Taxonomia revisada de Bloom classifica níveis de aprendizagem de lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar, associados a dimensões factuais, conceituais, procedimentais e metacognitivas (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001 apud TREVISAN e AMARAL, 2016). Já o construcionismo de Papert, derivado do construtivismo piagetiano, sustenta que a aprendizagem se potencializa quando o estudante produz um artefato concreto e significativo (PAPERT, 1980).

O presente trabalho situa-se no contexto de uma disciplina de mestrado em Fundamentos para a docência em representação gráfica e digital em Arquitetura e Urbanismo. Trata-se de uma experiência formativa em que a primeira autora, instigada pela orientação, buscou compreender a técnica de sobreposição de máscaras na carta solar e, para tanto, desenvolveu um artefato didático denominado Jogo-Solar. O objetivo deste relato é compartilhar essa trajetória de apropriação de conhecimento técnico por meio de uma estratégia lúdica, discutindo suas implicações para a docência em graduação.

### **2. ATIVIDADES REALIZADAS**

A experiência foi conduzida pelo método de pesquisa-ação em escala didática, isto é, pela proposição de um desafio formativo: conceber um artefato que explicitasse, de forma manipulável, a técnica de sobreposição de máscaras de sombra sobre a carta solar. O percurso desenvolveu-se em quatro etapas:

(a) Decomposição da carta solar em sete camadas informacionais (pontos cardeais, horários solares, estações do ano, mancha solar anual, trajetória solar, azimuth e altura solar), impressas em acetato com codificação cromática., conforme Figura 1 e 2.

(b) Elaboração de transferidores auxiliares ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ) para simulação de ângulos de sombra.

(c) Construção do Jogo-Solar com sobreposição progressiva das camadas, roletas e relógios de condicionantes, permitindo sorteio de variáveis e exploração de diferentes cenários de insolação.

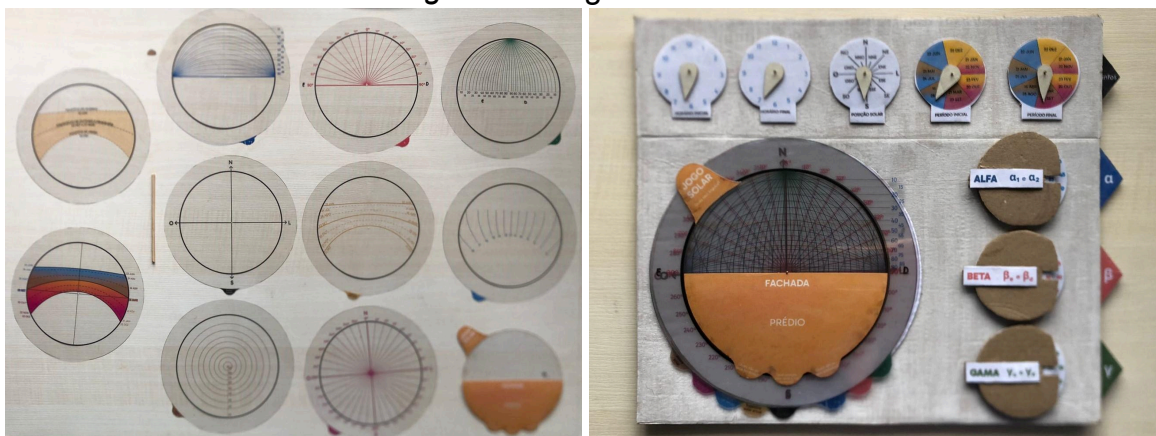
(d) Aplicação piloto com quatro estudantes de graduação em Arquitetura e Urbanismo, já familiarizados com noções básicas de dispositivos de sombreamento.

*Figura 1 – Peças em acetato do Jogo-Solar.*



Fonte: autora

*Figura 2 – Jogo-Solar montado.*



Fonte: autora

As atividades realizadas foram registradas e analisadas à luz dos referenciais teóricos, buscando refletir sobre o potencial formativo da experiência.

O processo de concepção do Jogo-Solar constituiu o núcleo da aprendizagem. Ao decompor a carta solar em camadas e reconstruí-la por sobreposição, a primeira autora internalizou relações entre parâmetros antes vistas de forma abstrata. A necessidade de criar um artefato manipulável explicitou os vínculos entre projeção solar, traçado de máscaras e dimensionamento de dispositivos de sombreamento.

Mais do que a aplicação do jogo, foi o ato de projetá-lo que promoveu a aprendizagem ativa — em consonância com o construcionismo de Papert (1980), segundo o qual aprender envolve conhecer um tema a ponto de poder “brincar” com ele, transformando-o em objeto de experimentação.

A aplicação piloto permitiu identificar que o jogo percorre diferentes níveis da Taxonomia revisada de Bloom, estimulando desde o reconhecimento de elementos factuais até a criação de novas soluções de sombreamento. Em paralelo, mobilizou diferentes tipos de abstração descritos por Piaget, da empírica à reflexionante e refletida. Essa análise foi sintetizada no Quadro 1, resultado da reflexão sobre a trajetória de apropriação da técnica.

**Quadro 1** – Correspondência entre atividades do jogo, níveis da Taxonomia revisada de Bloom e tipos de abstração segundo Piaget

<i>Atividade no Jogo-Solar</i>	<i>Nível cognitivo e dimensão do conhecimento (Taxonomia revisada de Bloom)</i>	<i>Tipo de abstração e processo de conhecimento (Piaget)</i>
Explorar a carta solar, identificar pontos cardeais, trajetória solar, azimute e altura solar	Lembrar (factual): reconhecer dados e nomenclaturas Entender (factual/conceitual): interpretar cores e informações gráficas	Abstração empírica: conhecimento construído pela ação concreta sobre o objeto
Usar lanterna para simular alturas solares e testar outras latitudes	Entender (conceitual): explicar relações entre posição solar e sombra Aplicar (conceitual): utilizar conceitos em simulação prática	Construção ativa do conhecimento: interação com o meio para formar conceitos
Usar roletas e relógios de condicionantes para sortear variáveis e planejar soluções	Aplicar (conceitual/procedimental): adaptar conceitos às novas condições Criar: elaborar soluções inéditas para cada condição	Construção ativa do conhecimento e integração de variáveis
Desenvolver traçados de máscaras e identificar períodos de insolação	Aplicar (procedimental): executar técnica de traçado Analisar (procedimental): verificar áreas sombreadas e não sombreadas	Abstração reflexiva: pensar sobre a própria ação e seus efeitos
Discutir eficiência total, parcial ou nula do dispositivo projetado	Analisar (conceitual): comparar traçados e resultados Avaliar (conceitual/metacognitivo): julgar eficiência segundo critérios	Abstração refletida: reorganização mental de ações e relações causais

<i>Atividade no Jogo-Solar</i>	<i>Nível cognitivo e dimensão do conhecimento (Taxonomia revisada de Bloom)</i>	<i>Tipo de abstração e processo de conhecimento (Piaget)</i>
Criar novo dispositivo a partir de combinações aleatórias	Criar (metacognitivo): sintetizar conhecimentos para soluções inéditas	Abstração refletida e autonomia no controle formal da forma

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato mostrou que a criação do Jogo-Solar funcionou como estratégia lúdica de aprendizagem ativa, em que o próprio processo de projetar o artefato permitiu a apropriação consciente da técnica de sobreposição de máscaras sobre a carta solar.

O estudo evidencia o potencial didático de representações físicas manipuláveis no ensino de Arquitetura e Urbanismo, sobretudo para apoiar a compreensão de parâmetros complexos de geometria solar. Ainda que não tenha se configurado como pesquisa comparativa, a experiência contribui para refletir sobre metodologias de formação docente e sobre o valor da construção de artefatos como mediadores da aprendizagem.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, L. **Uso de cartas solares**: diretrizes para arquitetos. Maceió: EDUFAL, 2004.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- MANTOAN, M. T. E. Processo de Conhecimento - tipos de abstração e tomada de conhecimento. Núcleo de Informática Aplicada à Educação. **Universidade Estadual de Campinas**, SP, 1994.
- PAPERT, S. **Mindstorms**: children, computers and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.
- SANTOS, A. C. S. **Suporte à decisão projetual quanto ao desempenho energético da envoltória em projetos colaborativos de edificações em fases iniciais**. 2024. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.