


■ Brasília como Cidade Educadora: Análise das falas de estudantes sobre obras arquitetônicas brasilienses em uma proposta de ensino da reflexão da luz

 *Jair Lúcio Prados Ribeiro **
*Gerson Souza Mól ***
*Rhaisa Naiade Pael Farias ****

Resumo: *Cidade Educadora* é aquela onde as possibilidades de aprendizagem no seu espaço urbano podem ser aproveitadas, tornando esse espaço um laboratório de investigação e um espaço de aprendizagem privilegiado, em especial as estruturas arquitetônicas nele presentes. A partir desse conceito, desenvolvemos um projeto para ensino do tema da reflexão luminosa no Ensino Médio a partir de três estruturas arquitetônicas brasilienses (Setor Bancário Sul, Palácio do Itamaraty e Procuradoria Geral da República) voltado a que os estudantes estabelecessem novas leituras sobre a cidade. A metodologia de pesquisa, conduzida com dez estudantes de uma escola da rede particular do Plano Piloto, foi dividida em duas etapas: visita de campo aos sítios arquitetônicos e atividades experimentais usando maquetes dos mesmos. A análise das transcrições das falas dos estudantes se deu de forma qualitativa a partir de subcategorias criadas *a priori* sobre o conceito de Cidade Educadora. A análise revelou que os estudantes acreditam que o projeto mudou algumas das suas percepções sobre a cidade, destacando em especial o estabelecimento de relações mais firmes entre as teorias científicas e os objetos arquitetônicos e também sobre a importância do planejamento em Arquitetura e Urbanismo para que efeitos ópticos específicos sejam alcançados.

Palavras-chave: Ensino de Óptica Geométrica. Maquetes. Visitas de Campo. Arquitetura. Brasília.

* *Jair Lúcio Prados Ribeiro é doutor em Educação em Ciências pela Universidade de Brasília - UnB (2019), mestre em Ensino de Ciências pela UnB (2010), graduado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1996) e licenciado em Física pela Universidade Católica de Brasília (2013). Professor de Física no Ensino Médio Integrado e nos cursos técnicos do Instituto Federal de Brasília (Campus Samambaia). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8478013928419147>. Contato: jairlucio@gmail.com.*

** *Gerson Souza Mól é bacharel e licenciado em Química pela Universidade Federal de Viçosa, mestre em Química pela UFMG (1991), doutor (1999) e pós-doutor (2013) em Ensino de Química. Professor da Universidade de Brasília-UnB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5435762270956940>. Contato: gmol@unb.br.*

*** *Rhaisa Naiade Pael Farias é doutora em Educação pela Universidade de Brasília – UnB (2019), mestre em Educação pela UnB (2015), especialista em Educação Infantil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2012), e graduada em Pedagogia Licenciatura - Habilitação em Educação Infantil pela mesma universidade (2007). Docente da graduação EAD no UniCEUB. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6078430473123792>. Contato: rhaisapael@gmail.com.*

Introdução

A arquitetura é o próprio espelho da vida. Você precisa apenas lançar seus olhos nos prédios para sentir a presença do passado, o espírito de um lugar; eles são o reflexo da sociedade (PEI; BOEHM, 2000).

O insight que levou a esse artigo se originou na sala de aula – de forma mais específica, na nossa prática pedagógica em Óptica no Ensino Médio, o ramo da Física que lida com os fenômenos luminosos¹. Como motivação inicial em uma aula sobre os princípios da reflexão luminosa, apresentamos aos estudantes o inusitado caso do prédio londrino *20 Fenchurch Street*, apelidado pela imprensa inglesa de *Fryscraper*. Tal prédio possui uma grande fachada espelhada em formato côncavo e se tornou popular na mídia após relatos de que áreas próximas ao edifício tinham se tornado extremamente quentes após a sua construção. Segundo Guerra (2013), a temperatura atingida em alguns pontos era suficiente para fritar um ovo ou derreter peças plásticas de um automóvel.

Os estudantes se mostraram intrigados pela possibilidade de uma fachada espelhada produzir tal incremento de temperatura, que decorre da concentração da radiação solar infravermelha refletida pelos vidros, associada ao formato côncavo da edificação. Fizemos então uma demonstração experimental para reproduzir o que poderia ter acontecido nos arredores do prédio londrino, utilizando um pequeno espelho parabólico e côncavo para concentrar a luz solar e incendiar um pequeno pedaço de papel colocado próximo ao foco do mesmo. A comparação entre essa demonstração e os episódios ocorridos em Londres motivou muitos questionamentos por parte dos alunos, gerando um estado de motivação e curiosidade que chegou até mesmo a nos surpreender.

A situação de sala de aula descrita não ocorreu sob o *fog* londrino e sim no período de seca do Planalto Central, mais especificamente em uma escola na área central de Brasília. Política à parte, Brasília é, em muitos sentidos, sinônimo de arquitetura. O período hegemônico do modernismo brasileiro no século XX – movimento arquitetônico que, segundo Lara (2005, s.p.), “foi sem dúvida o fenômeno arquitetônico mais importante que o Brasil já teve até hoje” – é marcado pelo projeto e edificação da nova capital. Brasília pode ser entendida não apenas como a *magnum opus* desse movimento no país, mas também como uma referência mundial na arquitetura moderna, tanto que, segundo Gorelik (2007, p. 411), a cidade é “uma das maiores exposições de modernismo a céu aberto”.

Assim, começamos a nos indagar quais edificações brasilienses apresentariam fenômenos ópticos que

fossem instigantes para os estudantes e como tais estruturas arquitetônicas poderiam ser incorporadas em atividades experimentais sobre a reflexão luminosa. Em nossa visão, este se revelava um caminho não apenas para ensinar Óptica, mas também para discutir a importância do patrimônio arquitetônico brasileiro com os estudantes.

Percebemos que dois processos didáticos se apresentaram de pronto: uma visita de campo aos espaços arquitetônicos, a fim de que os estudantes pudessem observar *in loco* os fenômenos refletivos²; e um trabalho com modelos de representação (maquetes³) de tais espaços, para que comparações com as teorias da Óptica pudessem ser estabelecidas, a partir da realidade observada e dos modelos produzidos. Acreditamos que a proposta aqui descrita apresenta elementos originais, na medida em que trabalhos que correlacionem atividades pedagógicas como a produção de maquetes a estruturas arquitetônicas na educação básica são virtualmente inexistentes. Ademais, também é notória a inexistência de propostas de trabalho com a reflexão luminosa que lidem com visitas de campo, prática que decidimos adotar no estudo aqui relatado. Nesse sentido, a visita de campo parece ser uma técnica pedagógica significativamente subvalorizada nas propostas que encontramos na literatura⁴.

Para defesa dessa proposta pedagógica, encontramos apoio teórico no trabalho de Gadotti (2005), para quem o estudante não pode deixar de perceber a cidade em que vive. Assim, incorporar visitas e reproduções de estruturas arquitetônicas ao ensino da Óptica visa não apenas à aprendizagem de temas específicos, mas também busca a sensibilização do estudante sobre o ambiente urbano em que circunda.

Ora, o próprio andar pela cidade já obriga o estabelecimento de relações com os objetos arquitetônicos desse ambiente físico, mesmo que por vias não intencionais ou processos inconscientes. Logo, oportunidades de ressignificar tal ambiente reforçam a perspectiva de que “a aplicação de conhecimentos constituídos na escola às situações da vida cotidiana e da experiência espontânea permite seu entendimento, crítica e revisão” (BRASIL, 2000, p. 104).

Acreditamos, portanto, que o diálogo entre as linguagens da Arquitetura e da Física a partir de um trabalho pedagógico permite aos estudantes o desenvolvimento de ferramentas não usuais de crítica da paisagem urbana. Nesse contexto, vale frisar que é usual que o espaço urbano seja analisado e criticado sob o ponto de vista de urbanistas, arquitetos, geógrafos e sociólogos, mas uma visão apoiada em conceitos da Física não é tão frequente, daí considerarmos o desenvolvimento do diálogo supracitado como uma ferramenta não usual de crítica do ambiente da cidade.

No presente artigo, apresentamos e buscamos defender a afirmação de que o desenvolvimento de um trabalho pedagógico no Ensino Médio inspirado por estruturas arquitetônicas – realizado por meio de dois processos didáticos (visitas de campo e trabalho experimental com maquetes) – pode permitir que o estudante estabeleça uma nova leitura sobre a cidade. Contudo, devemos frisar que não tínhamos como pretensão nessa pesquisa a modificação por completo da relação dos jovens com a cidade, mas apenas o estabelecimento de situações pedagógicas inspiradas por estruturas urbanas, para que eles próprios pudessem vir a refletir sobre o espaço urbano no qual estão inseridos.

1. Cidades Educadoras

A história dos humanos modernos poderia ser contada a partir das alterações realizadas sobre o meio natural. Necessidades básicas como abrigo, alimentação e vestuário, e mesmo outras de ordem mais acessória, como a busca por conforto, levaram a modificações ou adequações dos ambientes naturais, por vezes bastante profundas e diversas, tais como campos de monocultura, cemitérios, frotas de satélites artificiais, estradas, represas e estádios.

Entre tais modificações radicais do espaço natural estão as aglomerações urbanas, isto é, as cidades humanas. Mumford (1998) afirma não haver uma definição para o conceito de cidade que se aplique a todas as manifestações e transformações desta. Afinal, defende o autor, antes da cidade, houve o povoado, a aldeia, a fortaleza, o acampamento, o esconderijo, e assim por diante, tornando difuso o limiar que separa as cidades de outras ocupações humanas. Já Needham (1977) define a cidade para além do espaço físico edificado em si, entendendo-a como um conjunto de interações entre indivíduos, um sistema vivo e complexo.

No contexto desse artigo, uma cidade pode ser entendida como o espaço urbano subjacente à mesma. O conceito de espaço em si pertence ao domínio epistemológico da geografia, conceito esse que extraímos dos trabalhos do geógrafo brasileiro Milton Santos (2008):

[O espaço é] algo dinâmico e unitário, onde se reúnem materialidade e ação humana. O espaço seria o conjunto indissociável de sistemas de objetos, naturais ou fabricados, e de sistemas de ações, deliberadas ou não. A cada época, novos objetos e novas ações vêm juntar-se às outras, modificando o todo, tanto formal quanto substancialmente (p. 46).

O trecho destacado demonstra que Santos entende o espaço como uma construção contínua: assim, o espaço urbano que se observa hoje é o resultado de ações naturais e humanas ao longo do tempo, sendo por natureza mutável ao longo de sua história. Em obra anterior, Santos (2006, p.60) define as modificações na paisagem como

“trajetórias espaço-temporais da matéria”, em consonância com a citação acima.

Por ser impensável a existência humana na ausência de espaço, cremos como inevitável que as relações com o ambiente se tornem parte integrante das experiências de vida de qualquer pessoa; em última instância, as características de um espaço urbano condicionam a vida daqueles que dele usufruem. O arquiteto dinamarquês Jan Gehl (2013, p. 9) assim resume o papel decisivo das intervenções humanas na vida cotidiana: “primeiro nós moldamos as cidades – então, elas nos moldam”. Assim, não acreditamos ser exagero afirmar que o espaço urbano modernista brasileiro permeia e delinea as experiências individuais dos seus habitantes.

A relação entre o espaço urbano e a aprendizagem tem diversas facetas. Tonucci (1996), por exemplo, interpreta uma cidade como um grande laboratório de investigação e educação, e defende que as crianças e os jovens possam opinar sobre a cidade e discutir soluções para a melhoria da mesma. O termo laboratório, em nossa opinião, é bastante adequado, pois as características de um espaço urbano podem permitir variadas oportunidades para experimentação e testes de hipóteses. Já Gadotti (2005, p. 5) concebe a cidade como um espaço pedagógico não formal: “a vivência na cidade se constitui num espaço cultural de aprendizagem permanente por si, espontaneamente, informalmente”.

Assim, em nossa opinião, há uma janela de oportunidade para a aprendizagem na relação com a cidade, na medida em que as características das obras arquitetônicas que povoam um espaço urbano podem se revelar poderosas fontes de investigação de diversos temas das Ciências Naturais. Um excerto da *Carta das Cidades Educadoras* corrobora essa visão:

Hoje mais do que nunca as cidades, grandes ou pequenas, dispõem de inúmeras possibilidades educadoras, mas podem ser igualmente sujeitas a forças e inércias deseducadoras. De uma maneira ou de outra, a cidade oferece importantes elementos para uma formação integral: é um sistema complexo e ao mesmo tempo um agente educativo permanente, plural e poliédrico, capaz de contrariar os fatores deseducativos (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DAS CIDADES EDUCADORAS, 2004, p.1).

Consideramos que a avaliação de Gadotti sobre a cidade como um espaço pedagógico não formal pode ser complementada: afinal, é possível desenvolver também atividades formais de ensino a partir das estruturas urbanísticas presentes em uma cidade, por exemplo. Ademais, a profusão de formas arquitetônicas de uma cidade, segundo Oliveira *et al.* (2008) e Yázigi (2002), revela sua história, cultura, forma, tecnologia e virtudes estéticas. Tais aspectos permitem que estudantes possam assumir o papel de protagonistas do espaço urbano e, portanto, devem ser munidos de ferramentas para interpretá-lo e

analisá-lo; reescrito de forma quase poética, deve-se favorecer que o aprendiz venha a encontrar “forma e sentido no espaço” (PESAVENTO, 2005, p. 10).

Se conjecturarmos que a formação de cidadãos reflexivos envolva a capacidade de interpretar a sua vivência cotidiana, observamos um diálogo com o ponto de vista de Gadotti (2005, p. 7): em uma Cidade Educadora, busca-se “uma compreensão mais analítica e reflexiva [...] dos problemas do cotidiano”. Assim, o cidadão dos médios e grandes centros urbanos, cercado por estruturas arquitetônicas reluzentes, pode questionar a sua funcionalidade e o impacto que essas estruturas trazem ao ambiente circundante e, deste modo, podem contribuir para a construção de um ponto de vista mais técnico, construído por mediação pedagógica.

Também Christensen e O’Brien (2003), ao discutirem a relação entre crianças, jovens e a cidade, argumentam que os pontos de vista deles também devem ser levados em conta no entendimento da vida urbana promovido pelos gestores públicos e que seu engajamento em processos de mudança das suas cidades deve ser promovido. Tais temas, a nosso ver, podem ser facilitados por mediações pedagógicas, as quais podem servir como ambientes de discussões sobre a estrutura urbana e suas modificações.

A partir das leituras supracitadas, podemos definir então o nosso conceito de *Cidade Educadora* como aquela onde as possibilidades de aprendizagem no seu espaço urbano podem ser aproveitadas, tornando esse espaço um laboratório de investigação e um espaço de aprendizagem privilegiado, em especial as estruturas arquitetônicas nele presentes. É importante frisar, no entanto, que essa definição não se pretende estanque: como nos alertam Messina e Valdés-Cotera (2013), o conceito de Cidade Educadora é uma proposta coletiva, inacabada por definição e complexa *per se*, dado que está sempre em andamento. Dessa forma, esse conceito pode adquirir outras definições, de acordo com o pensamento do autor. Por exemplo, ele pode estar associado a aspirações educacionais e sociais que envolvem a aprendizagem autônoma ao longo da vida em sociedade (MESSINA e VALDÉS-COTERA, 2013) ou a uma concepção integrada do homem em sociedade, com princípios culturais, morais, estéticos, científicos e técnicos (NAVARRO e GÓMEZ, 2018).

Tendo exposto acima o conceito de aprendizagem na cidade e no espaço, é possível então direcionarmos a discussão a respeito da viabilidade de se aprender neste espaço. Gehl (2013, p. 4) defende que a cidade deva ser vivenciada a partir dos sentidos humanos, em especial a visão e a audição, numa “cornucópia de impressões sensoriais”, dado que a cidade é um local de vivência e comunicação entre pessoas. A cidade deve ser assim entendida como um local para caminhar, permanecer, encontrar pessoas, se autoexpressar, se exercitar, entre outras atividades típicas do cotidiano. Um aglomerado urbano que traga

oportunidades para as atividades supracitadas (e outras adicionais) é chamado uma *Cidade Viva* (GEHL, 2013, p.4).

É interessante, entretanto, perceber que Gehl (2013) não chega a citar a cidade viva como um local para aprender, uma atividade em que pessoas estão sempre envolvidas e também um pressuposto desse artigo. Apesar dessa ressalva, acreditamos que uma Cidade Viva, a qual permita experiências tão diversas como as mencionadas pelo autor, se revelará por natureza um ambiente propício à aprendizagem significativa.

Gehl (2013) defende ainda que a cidade deve ser um bom lugar para permanecer, ou seja, parar, olhar e interpretar a paisagem – aprender com a cidade, enfim. Observar a vida na cidade (entendida como as diferentes atividades humanas) é importante, mas observar aquilo que é belo (água, árvores, espaço, objetos arquitetônicos, obras de arte, entre outros) enriquece a experiência da vivência e da aprendizagem na cidade. Como Niemeyer (1978, p. 24) nos diz, “quando uma forma cria beleza, ela tem uma função e das mais importantes em arquitetura”.

Pelo exposto, entendemos que o espaço da cidade apresenta diversas possibilidades pedagógicas. Infelizmente, nem sempre o professor terá condições de explorar a atmosfera urbana na qual a instituição escolar se encontra, na medida em que o espaço e o tempo escolares, por si só, já são bastante desafiadores e complexos. Ainda assim, acreditamos que o esforço pode valer a pena, pois *aprender na cidade*, nesse sentido, se transmutaria em *aprender a cidade*, incorporando o ambiente externo à escola no processo de aprendizagem.

2. Sítios arquitetônicos

A princípio, pensamos em empregar um prédio em formato côncavo análogo ao *Fryscrapper* como objeto de estudo. O basilar exemplo desse perfil de fachada em Brasília está na sede do Tribunal Superior do Trabalho (TST), projeto de Oscar Niemeyer (figura 1). Entretanto, o revestimento escuro dos vidros do edifício dificulta

Figura 1. Sede do TST em Brasília.



Fonte: Autores.

a observação de fenômenos ópticos refletivos. Assim, nossa proposta didática foi desenvolvida a partir de superfícies refletoras de outros formatos.

A seleção das obras arquitetônicas não se revelou imediata, pois Brasília oferece uma grande diversidade de edifícios cobertos por vidros refletores, em diversos formatos. O uso dos espelhos d'água também é marcante nas obras públicas da capital. Chegamos a listar mais de vinte estruturas ou localidades que poderiam ser consideradas adequadas⁵, mas por simplicidade e necessidade, reduzimos a lista para três localidades.

Levamos em conta dois critérios principais para a seleção: forma da superfície refletora (côncava, convexa ou plana) e disposição espacial (horizontal ou vertical) da mesma. Assim, nossa pesquisa lidou com espelhos planos dispostos na vertical (fachadas planas espelhadas), cujos exemplares encontramos no Setor Bancário

Sul (SBS); espelhos planos dispostos na horizontal - no caso, o espelho d'água que circunda o Palácio do Itamaraty; e espelhos verticais convexos, para os quais escolhemos os dois edifícios cilíndricos da Procuradoria Geral da República (PGR), como mostra a figura 2.

Foi nossa intenção que os três sítios arquitetônicos escolhidos estivessem relacionados à Oscar Niemeyer, artífice dos principais ícones arquitetônicos da capital e ligado de forma indelével ao patrimônio da cidade em diferentes momentos históricos. O arquiteto projetou o edifício do Itamaraty nos anos 1960 e o complexo arquitetônico da PGR nos anos 1990. No caso do SBS, ele foi responsável pelo projeto urbano do setor, ou seja, a disposição dos edifícios antes mesmo da inauguração da cidade (NIEMEYER, 1959). Para cada sítio arquitetônico, nós elaboramos uma maquete representativa, para a realização das atividades experimentais (figura 3).

Figura 2. Obras arquitetônicas presentes na pesquisa. A partir do topo: SBS, Palácio do Itamaraty e PGR.



Fonte: Autores.

Figura 3. Maquetes construídas para a pesquisa. A partir do topo: SBS, Palácio do Itamaraty e PGR.



Fonte: Autores.

3. Metodologia de pesquisa

A investigação foi realizada em uma escola particular de Ensino Médio em 2016, localizada no Plano Piloto, onde exercíamos nossa atividade profissional à época. A pesquisa foi intencionalmente conduzida com um pequeno número de participantes, permitindo que a análise qualitativa dos discursos dos participantes pudesse ser mais minuciosa.

Todos os dez voluntários envolvidos na pesquisa eram adolescentes, com idades entre quinze e dezesseis anos. Assim, tornou-se necessário enviar o termo de consentimento livre e esclarecido também para os pais ou responsáveis legais.

A pesquisa foi dividida em duas etapas: a visita de campo aos três sítios arquitetônicos, realizada com o grupo integral, e atividades no laboratório de Física utilizando as maquetes, para as quais foram formados quatro grupos. A pesquisa foi realizada ao longo dos meses de setembro e novembro de 2016.

3.1. Visita de campo

Segundo Oliveira (2008), saídas de campo oferecem diferenciais de aprendizagem, pois estabelecem novas relações entre a escola e o meio exterior, permitem a prática da cidadania e o desenvolvimento da autoestima e possibilitam que o próprio estudante realize suas interpretações sobre o ambiente, aprendendo a apreciá-lo através da descoberta. Da Ros (2012) ressalta também que as visitas de campo geram uma maior valorização da disciplina por parte dos estudantes, oportunizam um maior contato com a realidade, articulam a teoria e a prática, permitem a discussão das situações concretas observadas e sensibilizam os estudantes para os problemas que extrapolam a sala de aula. Assim, conjecturamos que os estudantes não dariam tanta atenção aos fenômenos refletivos presentes nos sítios arquitetônicos caso não estivessem participando da visita.

A saída de campo teve duração aproximada de duas horas e meia e se iniciou a partir da própria escola, em um sábado de setembro de 2016, durante a seca brasileira, com bastante sol e céu azul. Ao longo do trajeto, foi possível perceber que os alunos já possuíam familiaridade com a cidade e suas obras, pois a escola se encontra próxima a tais obras e os prédios escolhidos são marcantes na paisagem urbana brasileira.

As visitas aos sítios arquitetônicos tiveram como finalidade uma primeira familiarização dos participantes da pesquisa com as estruturas que seriam trabalhadas nas maquetes na etapa seguinte. Outra finalidade que atribuímos à visita era o registro das opiniões e percepções dos participantes da pesquisa sobre as estruturas visitadas e sua relação com a Óptica, a partir da observação

in loco dos fenômenos. Assim, os estudantes foram estimulados a fotografar as estruturas arquitetônicas usando seus celulares pessoais, e ressaltamos que eles fizessem um esforço para que as fotos representassem os fenômenos ópticos que eles percebessem em cada estrutura.

Durante a saída, adotamos o procedimento metodológico de geração de dados através das notas de campo, registrando de forma textual os comportamentos e as colocações textuais dos estudantes. Ao longo da visita, pudemos perceber que os estudantes associavam o nome de Oscar Niemeyer à quase totalidade da arquitetura brasileira, mesmo no caso dos edifícios-sede do Banco Central e da Caixa Econômica Federal (CEF), cujos projetos não são de Niemeyer. Apesar disso, eles demonstraram conhecimento sobre a história brasileira – associando corretamente, por exemplo, o nome do escultor Bruno Giorgi à escultura *Meteoro* que adorna o espelho d'água do Itamaraty e destacando a originalidade dos prédios brasileiros em relação aos presentes em outras cidades.

Em termos de observação de fenômenos ópticos, nossa intervenção direta foi menor que a esperada. Foram poucas as situações em que tivemos que direcionar a atenção dos alunos para um fenômeno específico. Os próprios participantes perceberam, por exemplo, a necessidade de mudança de posição (sentando-se ou deitando no chão, andando lateral ou longitudinalmente, abaixando e levantando a cabeça) para a observação de um maior número de imagens na PGR, de imagens de prédios diversos em uma mesma fachada no SBS ou para a melhoria da nitidez da imagem, no caso do espelho d'água do Itamaraty.

Os estudantes conduziram observações inusitadas ou mesmo práticas experimentais espontâneas durante a visita, por vezes percebendo fenômenos que não havíamos antevisto, inclusive relacionados a outros ramos da Física. Por exemplo, os estudantes tentaram “alinhar” o Sol com flores ou a tampa de uma garrafa térmica, informando que estavam testando a propagação retilínea da luz. Citações a outros fenômenos como a interferência das ondas na água, a refração da luz nas janelas da PGR, a reflexão do céu azul pelas janelas espelhadas dos edifícios, a possibilidade de enxergar o interior dos prédios de fachadas espelhadas durante a noite ou a comparação entre garrafas e lixeiras espelhadas com os prédios da PGR também foram espontâneas.

A interação diferenciada com o ambiente urbano, que tínhamos também como objetivo da visita, foi bastante satisfatória. Não apenas os estudantes puderam perceber os fenômenos ópticos *in loco* nas edificações visitadas, mas também puderam vivenciar situações típicas do ambiente urbano durante a visita, em contraponto com a aula tradicional.

A título de exemplo, em situações formais de aprendizagem não seria provável comprar picolés de um vendedor ambulante, perceber que um dos edifícios da PGR era sustentado por tirantes “tal qual uma marionete” (frase de uma estudante), descobrir que o prédio do extinto Ministério da Pesca estava disponível para locação, fotografar a si mesmo junto a estruturas turísticas tradicionais e ao lado de grafites urbanos, lembrar-se do Itamaraty em chamas durante as manifestações de 2013, perceber que o carro de transporte não poderia ficar estacionado à frente do edifício por obstruir o horizonte livre brasiliense (conforme nos informou o soldado que guardava a entrada do Itamaraty) ou, por fim, desvendar o mistério sobre a enorme fila no Conjunto Cultural da Caixa, a qual se devia não à exposição de artes visuais no museu, mas sim à compra de ingressos para um espetáculo de Daniela Mercury.

Cabe ainda frisar que, apesar da clara importância que a visita de campo teve na nossa proposta didática, não entendemos que essa técnica pedagógica seja superior às práticas experimentais realizada em um laboratório tradicional. Na realidade, entendemos as duas práticas como formas diferentes de experimentação, em consonância com as ideias defendidas por Silva *et al.* (2010).

Nesse âmbito, cabe diferenciar o que entendemos por *experimento* e *atividade experimental*. Por experimento, entendemos a experimentação científica tradicional, aquela que toma como princípio norteador o método científico, com o objetivo de validar ou refutar uma hipótese. Por atividade experimental, entendemos a apresentação, demonstração ou investigação de um tema de forma didática, tendo alguma prática experimental como apoio a essa apresentação. É nesse contexto pedagógico que podemos definir, assim como Silva *et al.* (2010), uma visita de campo como uma atividade experimental.

3.2. Atividades experimentais

A segunda etapa do estudo foi baseada na manipulação das maquetes representativas dos sítios arquitetônicos, no âmbito de um laboratório tradicional de Física. Para tal, utilizamos um protocolo de investigação desenvolvido nos moldes de um “roteiro de laboratório”, ou seja, uma sequência de atividades de cunho prático ou teórico a serem realizadas com o auxílio das maquetes.

Usamos a expressão “roteiro” propositalmente entre aspas, pois os roteiros clássicos de atividades experimentais não estimulam – ou mesmo permitem – investigações espontâneas realizadas pelos estudantes, enquanto nossos questionamentos tinham tais estímulos em vista. Assim, ao invés de elaborarmos relatórios tradicionais a serem preenchidos pelos estudantes durante as atividades práticas, preferimos estabelecer

uma estratégia de questionamento semiestruturada, a qual nomeamos protocolo aprender/ensinar. Ao elaborarmos o protocolo, tivemos em mente a incorporação de indagações sobre as estruturas arquitetônicas ou as maquetes que trouxessem possibilidades para favorecer a aprendizagem do tema da reflexão luminosa.

A principal vantagem de trabalhar a partir de uma estratégia de questionamento semiestruturada diz respeito às questões adicionais, que podem emanar do próprio grupo de estudantes e, assim, serem também. Optamos, portanto, por um trabalho desenvolvido pelos próprios participantes, a partir do contato direto com o aparato instrumental (maquetes). As questões presentes no protocolo foram idealizadas tendo-se como alvo o desenvolvimento de investigações pelos próprios estudantes sobre os princípios e aplicações da reflexão luminosa. Esse trabalho experimental foi realizado por quatro subgrupos (duas duplas e dois trios), com a intervenção ativa do professor ao longo do processo – daí os protocolos serem intitulados aprender/ensinar.

Nessa etapa da pesquisa, tivemos um total de quatro encontros, um para cada subgrupo de participantes, realizados em novembro de 2016. O áudio de cada encontro foi gravado e posteriormente transcrito em texto, uma prática tradicional para geração de dados para posterior análise qualitativa. Para garantia do anonimato dos participantes, os nomes reais dos estudantes foram substituídos por pseudônimos⁶, os quais se referem a autores da literatura brasileira do século XX.

Os temas específicos da Óptica que foram trabalhados durante as atividades experimentais não serão detalhados aqui, não apenas por não se adequarem ao escopo deste artigo, mas também por não serem exatamente a essência da nossa investigação. Pelo contrário, a Óptica foi o pano de fundo sobre o qual conduzimos nossa análise: para tal, incluímos nos nossos protocolos de pesquisa algumas perguntas que se referiam de forma mais específica ao referencial teórico adotado no artigo presente, o conceito de Cidade Educadora. Nessas perguntas, queríamos produzir evidências suficientes para identificar quais as impressões que a visita de campo e o trabalho experimental tinham produzido sobre os estudantes no tocante à vivência da cidade e à visão dos estudantes sobre o patrimônio arquitetônico da capital.

4. Análise e resultados

Para a análise dos dados gerados, adotamos técnicas qualitativas. Moreira (2011) nos diz que a adoção de um paradigma qualitativo implica em tomar como pressuposto que aquilo que se pesquisa não é independente do processo da pesquisa e também

em buscar a compreensão de um fenômeno social a partir da interação do pesquisador com os participantes da pesquisa. A nosso ver, a visão de Moreira (2011) pode ser até mesmo ampliada para outros modelos de pesquisa, pois aquilo que se pesquisa nunca é absolutamente independente do processo de investigação. A nosso ver, tais afirmativas podem ser usadas para caracterizar o nosso protocolo de geração de dados.

Para a codificação, usamos um software pago de análise de dados qualitativos desenvolvido em língua portuguesa, o *webQDA*. A codificação foi feita a partir da leitura atenta e reflexiva das transcrições das nossas notas de campo (feitas durante a visita aos sítios arquitetônicos) e as transcrições dos encontros com os estudantes no laboratório. Nosso *modus operandi* foi ler tais textos em busca de referências a esse viés, categorizando-as em seguida. Após essa codificação preliminar, os textos foram relidos e recodificados, a fim de minimizar a ocorrência de inclinação definitiva na codificação.

O conjunto de ideias apresentadas no tópico 2 do presente artigo levou à criação da categoria de análise “Cidade Educadora”. Desenvolvemos, então, um conjunto de subcategorias *a priori* a partir desse referencial, as quais estão resumidas no Quadro 1, que também lista o número de falas dos estudantes (ocorrências) que foram incluídas em cada subcategoria.

Os resultados expostos no quadro anterior nos levam a conjecturar que a proposta pedagógica foi bem-sucedida no tocante a propiciar situações de aprendizagem diferenciadas, relacionadas ao engajamento com o ambiente urbano, e que procuraram levar os estudantes a vivenciar a cidade a partir dos seus sentidos.

Destacamos ainda o fato de temas como Planejamento e Estética, usualmente associados ao imaginário sobre a capital brasileira, terem sido menos citados pelos estudantes do que a relação entre Arquitetura e Ciência. Atribuímos esse maior número de referências às características pedagógicas da proposta. Nossas notas de campo apontam que os estudantes não perceberam a visita de campo como um passeio turístico; pelo contrário, eles encararam esse momento como uma situação de aprendizagem, fato refletido nas falas que codificamos. A seguir, detalhamos os resultados encontrados em cada uma das subcategorias.

Quadro 1.

Categoria	Descrição	Ocorrências
Cidade Educadora	A cidade e suas estruturas como um espaço de aprendizagem.	89
Arquitetura e Ciência	Relações entre as teorias científicas e os objetos arquitetônicos.	18
Planejamento	Situações em que os estudantes defendem a necessidade de um planejamento prévio em Arquitetura.	11
Estética	A beleza como uma função na Arquitetura.	6
Sentir a cidade	Apreender a cidade através dos sentidos (visão, audição) e pelo ato de caminhar pela área urbana.	25
Aprender na cidade	Situações em que partes ou o todo da cidade se revelam propícias à aprendizagem.	29

Fonte: Autores.

4.1. Arquitetura e Ciência

Nessa subcategoria, incluímos as passagens nas quais identificamos que os estudantes estabeleceram relações entre teorias científicas em geral (não se limitando apenas à Óptica) e os objetos arquitetônicos e os projetos urbanísticos. Percebemos que a emergência dessas relações nas falas dos participantes foi mais frequente durante a etapa final do nosso protocolo, quando as perguntas lidaram com essa relação entre Arquitetura e Ciência de forma mais específica, do que durante a saída de campo.

As respostas revelaram que o projeto permitiu que os estudantes conectassem essas duas disciplinas com naturalidade. Por exemplo, Luís destacou que os conceitos científicos se tornaram perceptíveis em tais estruturas após o projeto:

Professor: Então, começando pelo Luís! Luís, você acredita que o projeto contribuiu para alguma mudança da sua visão sobre a cidade?

Luís: Eu acho que sim, porque a partir do momento que eu vou saber disso, nas próximas vezes que eu for olhar nas coisas que têm alguma semelhança, as relações que a gente viu, eu vou relacionar, associar as coisas e até contar para as outras pessoas. Como é que se forma o foco, por exemplo, a curva cáustica e também o espelho da água, essas coisas. Quando eu conheço, eu posso fazer inferências de diversos outros lugares.

Clarice, por sua vez, destacou que o projeto permitiu estabelecer uma correlação entre os conceitos discutidos em sala de aula e os objetos arquitetônicos, os quais fazem parte do cotidiano dos estudantes:

Professor: E você, Clarice, o que você acha o projeto contribuiu para uma mudança da sua visão sobre a cidade?

Clarice: Eu acho que sim, por que a gente viu muito isso dentro de sala de aula, a gente está no ensino médio, estamos estudando sobre isso agora... Só que, antes, eu passava na rua e não me atentava, por exemplo, em ver que a Procuradoria da República são dois prédios cilíndricos convexos.

Professor: Era apenas um prédio...

Clarice: Era apenas um prédio espelhado. E eu acho que assim, Brasília é muito... milimetricamente... certinho, tudo muito igual, muito planejado, calculado.

Também vale destacar que os alunos puderam perceber a necessidade da compreensão de conceitos da Física para o estudo das fachadas espelhadas, ou seja, deram uma resposta ao tradicional questionamento já ouvido por todo professor de Ciências: para que eu vou usar isso?

Érico: Então, você precisa da Óptica, você precisa entender isso para compreender melhor esses fenômenos. Até mesmo para compreender o aspecto do conforto térmico também. Muitas vezes, o espelho é utilizado para dar uma sensação de amplitude do espaço, então é legal, porque mostra para gente a cidade de uma forma diferente associada a esses conceitos da Física.

4.2. Planejamento

Uma das características mais conhecidas de Brasília é o fato da sua implantação ter sido planejada, ou seja, ocorrido a partir de um plano urbanístico prévio. É interessante apontar que o imaginário popular não vincula o planejamento com outras cidades brasileiras que também foram projetadas antes de sua edificação, como Goiânia, Belo Horizonte ou Maceió. Daí termos incluído a subcategoria *Planejamento* para identificar as situações nas quais os estudantes acreditam ser necessário um plano prévio em obras de Arquitetura ou Urbanismo.

Cecília resumiu tal necessidade em sua fala: “não tem acidente em Arquitetura”. Já as falas de Manuel e Vinícius indicam que o planejamento em Arquitetura é, no fundo, a busca pelo acerto, pelo detalhe:

Manuel: A arquitetura mostra ser muito mais bem planejada do que se pensa originalmente. Você olha assim, rapidamente, você não vê esse monte de coisas. Mas, com esse projeto a gente foi lá e viu que tinha isso, e isso, aquilo. Mostra o quanto isso foi realmente muito bem projetado.

Vinícius: E as coisas tem que ser bem planejadas, ou seja, as distâncias têm que ser perfeitas ou quase perfeitas para fazer o final que você queria.

O nome de Niemeyer foi bastante citado pelos estudantes como sinônimo de planejamento em arquitetura, fato que não se revelou uma surpresa para nós, dada a relação simbiótica entre o arquiteto e a capital e a escolha idiossincrática das obras visitadas. Fernando, ao comentar uma fala de Jorge de que a visão aérea dos prédios da PGR lembrava a Lua e o Sol, se referiu a Niemeyer como alguém que não fazia nada ao acaso. Raul atribuiu também ao arquiteto uma intencionalidade de conseguir o efeito das reflexões múltiplas de um prédio no outro ao projetar o complexo da PGR.

4.3. Estética

É notório o caráter inovador dos edifícios públicos brasilienses e até mesmo de obras privadas, como o Santuário Dom Bosco ou a Mansão dos Arcos. Inspirados pelos dizeres de Gehl (2013) e Niemeyer (1978), para os quais a beleza é parte inseparável da Arquitetura e tende a ser um dos aspectos relevantes para quem observa um edifício, decidimos também incluir a subcategoria *Estética* em nossa análise.

As menções à qualidade estética da cidade, entretanto, não foram tão frequentes como imaginávamos a princípio, pois os estudantes preferiram destacar os aspectos voltados ao planejamento da cidade. Cecília destacou que a estética era importante, mas era parte de um todo maior:

Cecília: É que, assim, você fica pensando que, poxa, Brasília tem muita coisa legal, muita coisa diferente, porque os prédios não foram construídos só para serem bonitos, tem todo um propósito. Professor: Mas você acha que a beleza faz parte da função deles? Alguns claramente foram construídos para serem bonitos. Vocês acham que a beleza é importante em um prédio? Cecília: Eu acho que é a beleza que entretém o público.

Figura 4. A partir do topo: escultura Meteoro, de Bruno Giorgi, Palácio do Itamaraty; escultura no espelho d'água do edifício-sede da CEF.



Fonte: Autores.

Foi também perceptível, a partir das fotos compartilhadas pelos estudantes conosco, que eles não buscaram apenas retratar os fenômenos ópticos nas fotos: houve uma busca intrínseca por estética, pelo melhor ângulo de visão que exibisse aquilo que eles percebiam como significativo. A partir desses registros fotográficos, foi possível perceber que oito alunos, por exemplo, documentaram o *Meteoro*, a orgânica escultura de Bruno Giorgi que adorna o espelho d'água do Palácio do Itamaraty. Em particular, a foto do estudante Jorge (figura 4) apresenta uma bela composição desses elementos. O aluno Vinícius também fotografou outra escultura abstrata no espelho d'água da CEF, contrastando o proposital tom de ferugem da escultura com o tom azulado dos ladrilhos.

4.4. Sentir a cidade

A sugestão de Jan Gehl (2013) sobre caminhar pela cidade a fim de apreender a mesma a partir dos sentidos humanos, em especial a visão e a audição, foi incluída como a subcategoria *Sentir a cidade*. Entretanto, ao contrário de capitais europeias como Paris e Bruxelas, Brasília não é uma cidade onde o flunar seja valorizado, i.e. o ato de andar pela cidade quase a esmo, apreciando o espaço urbano através dos sentidos (visão, audição, olfato, etc.). Nossa pesquisa visava propor ao menos uma pequena modificação nesse hábito, em especial durante a saída de campo.

Nossa intenção pode ser resumida na frase de Clarice: queríamos que os estudantes passassem a ver as “coisas cotidianas por um olhar diferente”. Um exemplo vem de duas falas distintas da própria estudante. Durante a visita de campo, alertamos que era possível perceber que o posicionamento de uma pessoa interferiria nas imagens que ela conseguiria observar. Ao se referir a essas imagens, Cecília descreveu o que era possível observar nas fachadas espelhadas da PGR de forma objetiva:

Cecília: Ah, eu me lembro das imagens, que tipo tinha imagens do espelho refletindo outro espelho, e também eu me lembro de tirar foto da bandeira do Brasil refletida lá atrás só que às vezes ela sumia de uma hora para outra, depois ela voltou a aparecer.

Em outra passagem, todavia, a mesma estudante adotou um tom mais subjetivo, quase emocional, ao se referir aos momentos da visita de campo:

Cecília: Assim, é porque as pessoas que criaram essas obras, elas pensaram muitas coisas. E acho um desperdício essas pessoas irem lá e criarem os prédios tão detalhados e cheios de segredos, e as pessoas não saberem.

4.5. Aprender na cidade

Sentir e vivenciar a cidade são partes de um todo maior: o ato de *Aprender na cidade*. A análise das falas dos estudantes e das notas de campo nos mostra que, como esperávamos, a visita de campo se revelou propícia para a emergência de momentos do aprender na cidade. Um exemplo típico foi a descoberta pelos próprios estudantes de que o som das vozes deles sofria reflexão nos prédios da PGR e retornava como ecos sonoros, devido à grande distância que prédios se encontravam.

Ainda durante a visita de campo, Érico chamou nossa atenção para as ondas existentes no espelho d'água do edifício-sede da Caixa Econômica, no SBS, questionando-nos sobre como elas eram produzidas. Tivemos a oportunidade de estabelecer nesse momento junto aos estudantes uma relação entre a baixa velocidade da onda e a pequena profundidade do espelho d'água. Esse também se revela um exemplo importante do aprender na cidade: não era nossa intenção original discutir esse tema, mas a oportunidade se revelou a partir da estrutura arquitetônica visitada.

Outra oportunidade de se aprender conceitos de Óptica durante a visita de campo surgiu em uma discussão sobre a cor da película refletora que reveste os edifícios da PGR. Quando questionamos os estudantes sobre essa coloração, Clarice respondeu que a película era “fumê”. Na realidade, tais películas são prateadas, daí podermos associá-las a espelhos. Após comentar com os estudantes sobre essa característica, Clarice relatou que havia passado à noite pelos edifícios e que tinha observado todo o movimento interno dos edifícios, pois os vidros estavam “pretos” – ou seja, a ausência da forte iluminação externa que ocorre durante o dia faz com que a refração da luz seja observável, pois a película é, na realidade, um espelho “semitransparente”.

A análise das falas dos participantes nos permite dizer que eles acharam positivo o fato de conceitos do campo da Óptica poderem ser usados para explicar os fenômenos observados nos edifícios, levando a uma nova percepção sobre essas estruturas e seus componentes. A fala a seguir exemplifica essa percepção:

Fernando: [...] Assim, tipo, antes eu só via o prédio, mas não prestava muita atenção, tipo, não ao espelhamento... Mas é exatamente isso, professor, então, assim, por exemplo, antes eu passava nos prédios, nem me tocava que eram espelhos nem nada assim e agora...

Raul: Tipo, eu vou observar mais como as coisas são feitas, os fenômenos, os porquês. Porque tem prédios que são feitos de espelhos... E por que são feitos de espelhos? Temperatura, aí, quais fenômenos que envolvem refração, reflexão, essas coisas.

A aplicação de uma teoria científica no ambiente urbano foi também valorizada:

Érico: Então, na realidade, o aspecto que contribuiu para ver a cidade de uma forma diferente é que você é, muitas vezes em sala de aula, você viu aquilo só na teoria e você deixa de ver na prática. Mas você observando isso na cidade, você vê que a Óptica [está] atrelada a qualquer coisa que você observa.

A fala de Jorge corrobora essa afirmação e funciona como um resumo acertado para as possibilidades que nossa proposta trouxe para o ato de aprender na cidade:

Jorge: [...] Eu acho que quando você vê a Física no dia-a-dia, fenômenos ópticos, ou seja, quais fenômenos físicos, mas, por exemplo... É quando você vê um fenômeno se aplicando na realidade na sua cidade, que você convive todo dia, você tem um novo olhar sobre ela, completamente diferente, porque antes, eu passava na Procuradoria... Era apenas um prédio! E agora mudou essa visão totalmente.

Conclusões e perspectivas

Em 1987, Brasília foi listada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como Patrimônio Cultural da Humanidade. Em 1990, ocorreu o tombamento em âmbito nacional. Tais datas já parecem distantes no tempo, mas ainda na atualidade há ameaças ao patrimônio arquitetônico e urbanístico da capital – vide os constantes debates na mídia sobre a criação de novas quadras no Setor Sudoeste na margem do Eixo Monumental, ampliação do Setor Hoteleiro Norte, desobstrução da orla do Lago Paranoá, contestação pelas entidades de classe sobre a atribuição de autoria a Oscar Niemeyer do projeto do Museu da Bíblia, entre outras.

Nesse aspecto, consideramos que a proposta de ensino que desenvolvemos vem ao encontro de discussões sobre preservação do patrimônio da capital. Afinal, há uma ampla diversidade de métodos didáticos tradicionais que poderiam ser adotados para a abordagem da reflexão luminosa. Ao decidirmos pela adoção de uma prática de ensino (visitas de campo às obras arquitetônicas brasilienses) que induz a uma “fuga da zona de conforto”, tanto do professor quanto dos estudantes, estamos propiciando, conforme as falas dos estudantes ilustram, o desenvolvimento de uma nova percepção sobre o patrimônio cultural que os rodeia no cotidiano.

A afirmação primária desse artigo foi a possibilidade de nossa proposta de ensino levar ao desenvolvimento de uma nova maneira de olhar a cidade por parte dos estudantes, permitindo diagnosticar novas maneiras de se aprender com a cidade, *i.e.* contribuir para o desenvolvimento de uma interpretação diferenciada da cidade e das estruturas arquitetônicas a partir do ensino de temas da Óptica. Consideramos que esse objetivo foi atingido a contento, pois os estudantes foram unânimes em afirmar que sua visão sobre a cidade havia se

modificado, em especial porque eles haviam compreendido que teorias físicas poderiam ser aplicadas na interpretação das estruturas arquitetônicas. É necessário, todavia, entender que a unanimidade, nesse caso, não quer dizer generalização de resultados. O limitado número de participantes e a condição diferenciada de pesquisa, a qual foi conduzida sob um véu de preocupações pedagógicas, explicitam por si só que nosso método de pesquisa e análise tem limitações que não permitem generalizações. Entretanto, pesquisas nesse formato não costumam ter a generalização de resultados como um objetivo – é nesse contexto que consideramos que a atividade foi bem-sucedida.

Tais relatos dos estudantes são animadores, pois entendemos uma cidade como uma grandiosa superfície coberta de possibilidades para a aprendizagem de diferentes tópicos da Ciência. Nesse contexto, mal chegamos a arranhar a superfície. Nossa pesquisa se concentrou apenas em um tema da Óptica, mas durante a realização da mesma, percebemos o quanto ela também poderia ter sido enriquecedora em áreas como transmissão de calor, análise estrutural, preservação patrimonial ou ondas sonoras. É inevitável sugerir que tais tópicos possam vir a transparecer em nossas pesquisas futuras.

Cabe relatar também que visitas de campo são, de acordo com nossa experiência docente, raras no ensino de Física, enquanto o trabalho com atividades experimentais em menor escala (entre as quais as maquetes podem ser incluídas) é bastante frequente. Mesmo quando uma visita de campo é organizada no Ensino Médio, não é improvável que ela se componha de uma visita a um museu de Ciências ou a uma experimentoteca universitária. É óbvio que não somos contra a realização de tais visitas, mas esperamos que o nosso trabalho possa inspirar professores de Física a buscarem propostas mais ambiciosas ao elaborarem uma visita de campo.

Também ressaltamos que nossa proposta de ensino trouxe a possibilidade de se trabalhar com objetos refletores de grande escala (prédios) e pequena escala (maquetes) que os representem, estabelecendo a possibilidade de comparações que permitam demonstrar que os princípios da Óptica são válidos em ambas as situações. Acreditamos que essa característica do trabalho que realizamos a partir de estruturas arquitetônicas ajudou a demonstrar para os estudantes que a experimentação com maquetes é uma técnica conveniente para entender o “mundo real”, ao trazê-lo para uma escala mais confortável.

As atividades didáticas que relatamos foram elaboradas a partir do espaço urbano brasiliense. Longe de vermos essa característica como limitante, consideramos que essa é apenas uma primeira possibilidade de trabalho. Entendemos que a proposta pedagógica aqui relatada poderia ser adaptada e contextualizada para outros espaços urbanos, especialmente nas grandes

idades, a partir da diversificação dos modelos construídos para a pesquisa, para que o patrimônio dessas cidades também possa ser explorado em sala de aula. Ou seja, pode-se partir de uma visita às estruturas de um espaço urbano particular e depois trabalhar com maquetes representativas desses espaços, em um esforço didático de complementaridade.

Por fim, esperamos que nossa pesquisa tenha realmente levado os estudantes que dela participaram a reinterpretar a cidade onde vivem, percebendo a mesma como um espaço a ser usufruído. Em especial, esperamos ter

despertado os estudantes para as possibilidades de aprendizagem no espaço urbano, as quais nem sempre são aparentes, devido à forma automática e impessoal com que as relações com a cidade são comumente estabelecidas. Por vezes, devido à intensa dinâmica do tempo e do espaço urbano e o veloz ritmo com que as intervenções humanas aparecem e desaparecem da paisagem, um observador pode ser levado a um processo de apatia com relação a tais interferências. Esperamos que nosso projeto pedagógico tenha sido um contraponto a essa indiferença e a essa incompreensão do ambiente urbano. ■

Notas

¹ Todo fenômeno natural que a luz sofre faz parte do escopo da Óptica. No Ensino Médio, os principais fenômenos estudados são a reflexão (retorno da luz após incidência em uma superfície, por exemplo, um espelho), refração (passagem da luz de um meio para o outro, tal como no caso das lentes de óculos), difração (desvio da luz ao contornar um obstáculo, como as irregularidades de um CD) e interferência (superposição de pulsos de luz em um mesmo ponto, com reforço ou cancelamento, como no caso de uma bolha de sabão). Um tratamento qualitativo conceitual e acessível sobre os fenômenos luminosos pode ser encontrado em Hewitt (2002).

² O tema principal da visita de campo era a reflexão da luz, mas cabe ressaltar que os estudantes observaram outros fenômenos físicos, fato que foi muito bem-vindo. Como exemplos, podemos citar a percepção do eco sonoro nos edifícios da PGR, devido à grande distância entre eles e os edifícios. Outro fenômeno relatado foi a refração da luz, a qual foi citada por comparação entre como o complexo arquitetônico da PGR é visto durante a noite (quando é possível observar o interior do edifício) em contraste com o dia (quando as janelas são percebidas como espelhos).

³ Optamos pelo uso do termo *maquete* devido às conotações específicas que o termo *modelo* apresenta na literatura voltada à Educação em Ciências.

⁴ Maiores detalhes sobre como o tema da reflexão luminosa é tratado nos periódicos de Ensino de Ciências podem ser encontrados em um artigo prévio (RIBEIRO e CARNEIRO, 2016), no qual apresentamos uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema.

⁵ Entre a lista de obras arquitetônicas que percebemos como possíveis de serem utilizadas no projeto, estão os clássicos Congresso Nacional e Palácio do Planalto, com seus espelhos d'água que, dependendo do ângulo de visão, podem refletir outras obras da Praça dos Três Poderes. Duas outras obras de Niemeyer também foram cogitadas: o Museu Nacional da República (o qual possui três espelhos d'água, permitindo uma abordagem sobre como a posição do espelho influencia na formação da imagem) e o Memorial JK (o qual possui dois espelhos d'água dispostos simetricamente ao edifício). No Setor Comercial Norte, o edifício *Corporate Financial Center* é similar a uma interessante associação de espelhos, devido à "rotação" dos últimos andares do edifício em relação ao corpo do mesmo. O edifício-sede da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), também um projeto de Niemeyer, também se revelou interessante para o projeto, pois o posicionamento da sua fachada principal à frente da L2 Sul, faz com que seja praticamente impossível observar algum outro prédio refletido no mesmo.

⁶ Os dez pseudônimos escolhidos foram Carlos, Cecília, Clarice, Érico, Fernando, Jorge, Luís, Manuel, Raul e Vinícius, os quais foram inspirados por autores da literatura brasileira do Século XX.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DAS CIDADES EDUCADORAS. **Carta das Cidades Educadoras**. Gênova, 2004. Disponível em <<http://www.edcities.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2014/03/Charter-in-Portuguese.pdf>>. Acesso: 10/09/2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio), Parte I - Bases Legais. 109p, Brasília: Ministério da Educação, 2000.

CHRISTENSEN, P.; O'BRIEN, M. Children in the city: introducing new perspectives. In: CHRISTENSEN, P.; O'BRIEN, M. (Orgs.). **Children in the city: home, neighbourhood and community**. 1a ed., p.13-28, London: Falmer Press, p.13-28, 2003.

DA ROS, C. A contribuição das visitas de campo no ensino das Ciências Agrárias na UFRRJ. **Revista Ciência em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 107-122, 2012.

GADOTTI, M. **A questão da educação formal/não-formal**. Sion: Institut International des Droits de 1º Enfant, p. 1-11, 2005.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2ª ed., 261p, São Paulo: Perspectiva, 2013.

- GORELIK, A. **Brasília** – museu da modernidade [2007], in XAVIER, A.; KATINSKY, J. (org.) Brasília: antologia crítica. 1ª ed., p. 411-419, São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- HEWITT, P. **Física conceitual**. 9. ed., p. 440-542, Porto Alegre: Bookman, 2002.
- LARA, F. **A insustentável leveza da modernidade**. Arquitectos, v.5, n.05.057, 2005.
- MESSINA, G.; VALDÉS-COTERA, R. **Educating cities in Latin America**. International Review of Education, v. 59, n. 4, p. 425-441, 2013.
- MOREIRA, M. Pesquisa em ensino: métodos qualitativos. [2011]. In: MOREIRA, M. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1ª ed., p.73-113, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MUMFORD, L. **A cidade na história** – suas origens, transformações e perspectivas. 4ª ed., p.9-36, São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- NAVARRO, G.; GÓMEZ, R. **La importancia del contexto educativo**: la ciudad educadora. Avances en Supervisión Educativa, n. 29, p. 1-35, 2018.
- NEEDHAM, B. **How cities work**: an introduction. 1ª ed., p.1-14, Oxford: Pergamon Press, 1977.
- NIEMEYER, O. **A forma na Arquitetura**. 1ª ed., 55p, Rio de Janeiro: Avenir, 1978.
- _____. **Setor Bancário de Brasília**. Módulo, [s.v], n.13, p.8. 1959.
- OLIVEIRA, J.; ANJOS, F.; LEITE, F. **O potencial da paisagem urbana como atratividade turística**: um estudo sobre a paisagem de Brasília-DF. Interações, v. 9, n.2, p. 159-169, 2008.
- OLIVEIRA, M. **As visitas de estudo e o ensino e a aprendizagem das Ciências Físico-químicas**: um estudo sobre concepções e práticas de professores e alunos. Dissertação de Mestrado, 262p, Faculdade de Educação, Universidade do Minho, 2008.
- PEI, I.; BOEHM, G. **Conversations with I.M. Pei**: light is the key, 1ª ed., 125p, New York: Prestel, 2000.
- PESAVENTO, S. **Cidade, espaço e tempo**: reflexões sobre a memória e o patrimônio urbano. Cadernos do LEPAARQ, v. 2, n. 4, p. 9-17, 2005.
- RIBEIRO, J.; CARNEIRO, M. **A reflexão da luz nos periódicos de Ensino de Física**: evidenciando tendências e carências de pesquisa a partir de uma revisão bibliográfica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 355-398, 2016.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4ª ed., p. 57-71, São Paulo, Editora USP, 2006.
- _____. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. 1ª ed., [s.p], São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- SILVA, R.; MACHADO, P.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.; MALDANER, O. (org.) **Ensino de Química em foco**. 1ª ed., p.231-261, Ijuí: UNIJUÍ, 2010.
- TONUCCI, F. 1996. **La ciudad de los niños**: um modo nuevo de pensar la ciudad. 1ª ed., 224p, Buenos Aires: Losada / UNICEF, 1996.
- YÁZIGI, E. **Turismo e Paisagem**. 1ª ed., p. 7, São Paulo: Contexto, 2002.