

Capítulo 5

Parece divertido, mas será que estão aprendendo?

Mike Petrich, Karen Wilkinson e Bronwyn Bevan

Quando chega ao Tinkering Studio, Marcos passa 10 minutos vendo algumas pessoas criarem rampas no painel perfurado da Máquina de Bolas de Gude. Depois de um tempo, ele vai até um circuito de bolas de gude deixado por outros aprendizes, pega algumas rampas e varetas do chão e começa a trabalhar. Ele passa cerca de uma hora mudando comprimentos, ângulos e vários outros elementos para fazer com que a bola de gude bata em um sino, percorra um funil ou vire uma curva. Cada vez que faz uma alteração, ele coloca uma bola de gude no circuito e tudo corre bem, até que ela cai em um dos dois ou três pontos que não estão bem alinhados. Ele testa diferentes maneiras de diminuir a velocidade da bola de gude, para que ela passe por esses pontos mais complicados. Ele explora os ângulos das rampas, cria "corrimões" com as varetas e instala protetores nas curvas mais acentuadas. Por fim, ele faz testes que percorrem o circuito inteiro. Em seguida, ele analisa seu trabalho. Ele diz que foi "uma atividade difícil", tira o celular do bolso e usa a câmera para registrar seu sucesso antes de sair para encontrar sua família.

Marcos, Tinkering Studio, 2011

Cenas como essa são comuns no Tinkering Studio, um espaço do Exploratorium em San Francisco dedicado ao "fazer", em inglês "*making*". O estúdio é organizado por temas de acordo com certos conjuntos de materiais ou fenômenos, os quais mudam regularmente. O foco das atividades pode ser, por exemplo, trabalhos com papelão, circuitos eletrônicos, movimentos rotacionais ou objetos "amassáveis" no estilo squishy. Os espaços e as atividades são planejados para atrair pessoas de todas as idades — os aprendizes do Tinkering Studio podem ser tanto adultos quanto crianças. O estúdio oferece estações de atividades e cabines de exibição para que as pessoas possam encontrar e trabalhar de diversas maneiras com os materiais ou fenômenos. Os visitantes do Tinkering Studio interagem com artistas e

*tinkerers*¹ (exploradores livres) da comunidade que estão se especializando nesses itens e também recebem o apoio de mediadores treinados do Tinkering Studio para começarem a testar os materiais por si mesmos. Em uma estação do Tinkering Studio sobre o tema “eletricidade”, as pessoas podem brincar com circuitos simples, capazes de fazer sinos soarem ou ventiladores girarem, e, ao longo do tempo, esses circuitos recebem novos interruptores e circuitos paralelos. Em outra estação, as pessoas podem se juntar em um “círculo da costura” para criar cintos, cachecóis e bolsas usando fios condutores que permitem acoplar LEDs, baterias botão e circuitos elétricos. Elas podem interagir com uma exposição de longa duração do Exploratorium chamada "Resistor" ou com uma obra de arte elétrica de um artista local, que talvez até esteja no Studio naquele dia testando os circuitos feitos de massa de modelar ou de outros materiais. Os visitantes do Tinkering Studio são convidados a diminuir o ritmo, concentrar-se e passar tempo trabalhando com fenômenos e materiais para começar a criar, planejar e desenvolver coisas por si mesmos. As ideias, modelos, ferramentas e mediadores do estúdio passam por uma curadoria cuidadosa, mas não há um conjunto de instruções ou um objetivo final definido.



¹ (N.T.) A palavra *tinkering* não tem uma tradução direta em português. Em geral, ela costuma ser entendida como "explorar livremente ideias e materiais", adaptar, improvisar, ou mesmo "pensar com as mãos". Seymour Papert, costumava usar os termos bricolage e bricoleur para se referir ao processo de tinkering e à pessoa que o pratica, respectivamente. No caso deste texto, optou-se por uma combinação de termos, focando principalmente na "exploração livre" tão comum no tinkering."

Figura 5.1 Trabalho focado na máquina de bolas de gude.

Fonte: © Exploratorium.

O Tinkering Studio junta em um único lugar um espaço de exposição, um laboratório de ciências e um ateliê, além de ser um novo tipo de experiência pública de aprendizagem. Todos os dias vemos foco, criatividade, persistência e orgulho aflorarem em pessoas de todas as idades quando usam sua compreensão e imaginação para desenvolver e seguir uma ideia, e concretizar (mesmo que apenas temporariamente) algo que representa suas ideias e sua compreensão. Ficamos sempre surpresos com o tempo que as pessoas passam trabalhando em suas ideias (normalmente uma hora, às vezes metade de um dia), e várias pessoas voltam regularmente quando os temas mudam. Essa profusão de alegria e dedicação nos dá energia para continuar. No entanto, às vezes recebemos perguntas de pessoas (normalmente legisladores e pesquisadores da área de Educação, cujo trabalho é identificar onde ocorre o aprendizado) que vêm observar como o estúdio funciona: "Bem, parece divertido... [pausa] ...mas eles estão aprendendo?"

Essa pergunta nos assolou por vários anos, principalmente porque para nós não há nenhuma contradição em ver pessoas se divertindo (de maneira concentrada, comprometida e alegre) e participando do processo de aprendizagem. Ficamos impressionados ao ver como a fusão visual de "diversão" e "aprendizagem" abalou os pressupostos de tantas pessoas sobre o que é considerado aprendizagem, até mesmo de pessoas que apoiam há muito tempo o aprendizado fora do contexto escolar.

Neste capítulo, descrevemos como é a aprendizagem no Tinkering Studio. Vamos começar com o nosso conceito de aprendizagem no contexto de ciências e engenharia, quando observamos pessoas ativamente engajadas, desenvolvendo sua intencionalidade, gerando novas ideias e fortalecendo a solidariedade e o comprometimento compartilhado para colocar em prática o *design*, a experimentação e a exploração livre. Essas

características da aprendizagem podem ser observadas no Tinkering Studio. As especificidades da aprendizagem dependem do conhecimento prévio dos aprendizes e de como eles escolhem seguir seus interesses e ideias nas atividades de exploração livre.

A maior parte deste capítulo descreve como criamos condições que propiciam essa aprendizagem. E, ao final, encerramos apresentando reflexões sobre como nosso conceito de aprendizagem e *design* está relacionado e apoia a visão do aprendizado de ciências defendida pelo *Framework for K-12 Science Education* do National Research Council (National Research Council, 2011). Nós argumentamos que as atividades de exploração livre desenvolvidas para favorecer engajamento, intencionalidade, inovação e solidariedade oferecem oportunidades especialmente acessíveis para que as práticas científicas e de engenharia dos aprendizes sejam epistemológica e ontologicamente significativas.

A exploração livre é uma forma poderosa de atrair a atenção dos aprendizes para práticas científicas e de engenharia. No entanto, por meio do *design* e da mediação cuidadosos, acreditamos que as atividades de exploração livre possam se tornar amplamente acessíveis e atraentes para ainda mais aprendizes, com diversos níveis de interesse e de experiência com ciências e engenharia, inclusive para aqueles que não se veem como exploradores livres com aptidão para mecânica ou "bons" em ciências.

1.0 COMO CONCEITUAMOS APRENDIZAGEM POR MEIO DA EXPLORAÇÃO LIVRE (TINKERING)

Costumamos descrever o que acontece no Tinkering Studio como "pensar com suas mãos" (Sennett, 2009). Os aprendizes trabalham por um longo tempo construindo, testando e explorando livremente seus projetos, até que chegam a um ponto em que se sentem satisfeitos com o resultado final. Embora interjeições de alegria sejam comuns em meio aos zumbidos, tinidos e batidas que preenchem a atmosfera, as pessoas normalmente trabalham de

forma silenciosa e concentrada, mesmo quando estão com amigos e parentes. Elas pedem ferramentas, ajuda para segurar algo enquanto usam uma pistola de cola quente, apontam e comentam sobre as coisas que estão funcionando ou não. No entanto, na maior parte do tempo, elas estão explorando fenômenos, testando ideias e respondendo aos *feedbacks* com suas próprias mãos. Nos objetos que elas estão construindo, é possível observar os questionamentos e as teorias delas sobre as propriedades dos materiais ou dos fenômenos. O raciocínio dessas pessoas é especialmente visível na forma como os artefatos mudam ao longo do tempo, conforme os aprendizes entendem (por meio de criações e testes iterativos) como a luz reflete e refrata, a velocidade e a direção de objetos rotacionados com base na razão entre câmaras e polias, as características geométricas de objetos que criam sombra quando expostos a uma fonte de luz ou as propriedades de materiais como papelão, Plexiglas e grades de alumínio.

Nosso trabalho é inspirado pelas teorias construcionistas da pedagogia (Papert & Harel, 1991) e baseado em uma visão abrangente de aprendizagem, conceituado como um processo de ser, fazer, saber e tornar-se. Assim, vamos além de conceitos escolares tradicionais (saber), além de conceitos construtivistas tradicionais (fazer) e incluímos conceitos de desenvolvimento social do *self* (ser e tornar-se) como centrais para as atividades e processos de aprendizagem. Nosso pensamento é fundamentado nas obras de diversos estudiosos que investigaram a relação dinâmica entre *self*, ambiente, atividade e como ela favorece a aprendizagem (Herrenkohl & Merti, 2010; Holland, Lachicotte, Skinner, & Cain, 1998; Stetsenko, 2010). Segundo essa visão, o aprendizado é representado pela participação cada vez mais ampla em atividades sociais que possibilitam (e que são possibilitadas pelo) repertório crescente de conhecimentos, habilidades, interesses, ideias e senso de propósito do aprendiz (Vygotsky, 2004).

No Tinkering Studio, são essenciais: as oportunidades de engajamento com o trabalho e as ideias dos outros; ter o apoio de ferramentas e assistência para desenvolver e buscar as próprias ideias; e desenvolver e aprimorar essas

ideias por meio do engajamento direto com materiais e fenômenos para oferecer *feedback*, criar restrições e inspirar novos pensamentos e soluções.

Como *designers* e estudantes do espaço, vemos como evidências de aprendizagem a intensificação do:

- *Engajamento*: participação ativa, que pode incluir observação e reflexão silenciosa ou constante.
- *Intencionalidade*: busca intencional de uma ideia ou plano, em constante evolução.
- *Inovação*: novas estratégias de exploração livre que surgem da compreensão de ferramentas, materiais e fenômenos.
- *Solidariedade*: compartilhamento, apoio e busca de propósitos compartilhados com outros aprendizes do Tinkering Studio ou com artefatos que foram deixados por eles.

Quando vemos essas qualidades sendo desenvolvidas no espaço ou nos aprendizes, sabemos que as pessoas estão no caminho do aprendizado. Elas estão usando recursos, assumindo riscos com suas ideias e operando nos limites da sua compreensão. Elas estão interagindo com diferentes práticas investigativas de *designers*, cientistas, artistas, "*makers*" e engenheiros. Para nós, isso é como aprendizagem "se parece"; e é isso que tentamos estimular no Tinkering Studio. Os conceitos específicos que são aprendidos variam conforme as experiências prévias do indivíduo e as atividades específicas do Tinkering Studio. As práticas específicas dos aprendizes variam conforme os interesses e metas deles, sejam eles mais ou menos baseados em evidências, mais ou menos baseados em ideias, mais ou menos baseados em estéticas. Nossa meta é criar uma experiência que permita que os aprendizes encontrem e persigam um propósito, exercitem sua criatividade e imaginação, e confrontem e vençam desafios conceituais, dentro de um contexto de exploração livre rico, nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

2.0 COMO USAMOS O *DESIGN* PARA APRENDIZAGEM

No Tinkering Studio, a exploração é guiada pelo aprendiz, mas inspirada e informada pela configuração: pelos materiais disponibilizados no estúdio e pela maneira como são disponibilizados; pelo trabalho ativo de outros aprendizes no espaço; pelo resíduo arqueológico de projetos deixados por outros visitantes; e pela modelação e participação de mediadores de exploração livre, assim como de artistas e "*makers*" da comunidade que trabalham internamente por variados períodos de tempo. O ambiente e as atividades são surpreendentes, fantásticos e esteticamente atraentes: eles chamam a atenção das pessoas, as inspiram e as mantêm engajadas graças à sua natureza aberta e cada vez mais complexa.

O Tinkering Studio fica no andar público do Exploratorium, em meio a um mar de exposições, cercado por uma mureta. Primeiro, os visitantes do museu o veem de longe; parece só mais uma parte do espaço aberto para exposições, embora os visitantes possam perceber que as pessoas dentro do estúdio estão mais paradas e focadas do que em outros ambientes do Exploratorium. O espaço de exposições e o Tinkering Studio são separados por uma mureta e uma porta vai-e-vem. Ao passar pela porta, os visitantes se deparam com exposições ou obras de arte que envolvem os fenômenos ou materiais que estão sendo explorados no estúdio naquele dia. Enquanto brincam com as exposições ou veem as instalações, os aprendizes podem começar a desenvolver questionamentos ou ideias, ou se interessar por uma das diversas atividades que estão sendo realizadas por outras pessoas nas estações espalhadas pelo espaço. Após se interessarem por uma atividade específica, os aprendizes começam a interagir com as ferramentas, materiais e temas. Eles podem começar inventando algo que acreditam ser capaz de flutuar em um tubo de vento. Trabalhando com um conjunto de materiais que inclui, entre outras coisas, cestas de morangos, limpadores de cachimbo, Mylar e canudinhos, eles podem tentar construir algo similar a um paraquedas ou algo com asas. Outros podem fazer um *design* pensando especificamente no impulso, altura, peso e arrasto. Durante os testes, pode ser que as

invenções inesperadamente caem no tubo de vento ou sejam lançadas para fora dele. *Por que elas não flutuam como previsto? O que precisa ser feito para que elas flutuem?* Ou talvez: *Seria possível fazer elas serem lançadas mais alto e mais rápido do tubo na próxima vez?* Conforme os visitantes elaboram suas próprias perguntas, constroem ideias e desenvolvem sua compreensão, quando encontram dificuldades eles normalmente confrontam os limites do seu conhecimento e da sua familiaridade com os fenômenos.

O processo de enfrentar e "destrancar" dificuldades é o coração da exploração livre. Esse processo faz parte do desenvolvimento da propriedade, do propósito e da compreensão aprofundada de materiais e fenômenos.

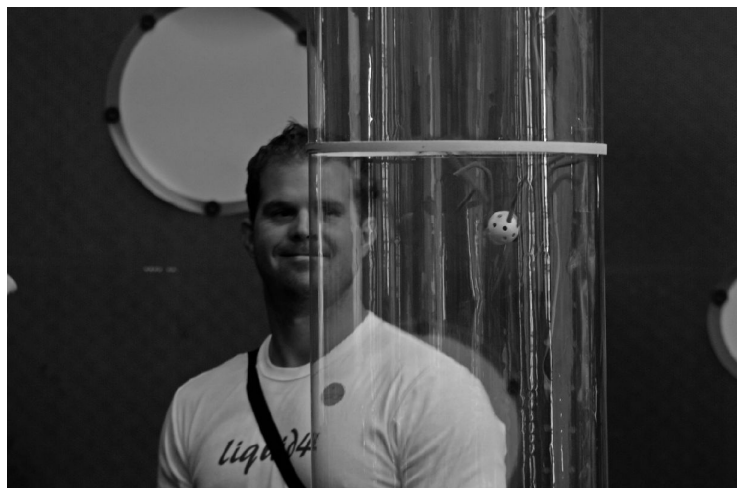


Figura 5.2 Uma bola Wiffle com pernas de aranha feitas de limpadores de cachimbo em um tubo de vento.

Fonte: © Exploratorium.

Observamos que os aprendizes acabam se acostumando com os momentos em que os resultados de suas invenções desafiam seu entendimento; eles se tornam mais participativos, passam mais tempo investigando e/ou construindo, assumem responsabilidade e ficam mais confiantes em sua habilidade de aprender e compreender. De fato, em

entrevistas, quando pedimos para descreverem a história dos artefatos, os aprendizes costumam descrever em mais detalhes esses momentos de frustração e, mais importante, as soluções para esses desafios inesperados. Essas parecem ser as partes mais importantes do processo de exploração livre. As entrevistas mostram como a noção de *self* é importante na interação entre objetos e atividades no Tinkering Studio. No contexto educacional, especialmente quando ele não é obrigatório (como em um museu), o que aumenta as chances de as pessoas persistirem em suas investigações é a natureza intrigante dos materiais e o empenho pessoal dos aprendizes em suas próprias ideias e na sua própria compreensão. O que torna as atividades de exploração livre tão atraentes para os aprendizes é a sensação de realização pessoal por resolver dificuldades, além de ter um artefato que representa a solução do questionamento, mesmo que esse artefato seja defeituoso ou incompleto. Os aprendizes se surpreendem com suas conquistas. É possível ver em seus olhos como as ideias, criatividade, raciocínio e resiliência valeram a pena.

Nas seções a seguir, faremos uma breve discussão sobre o desenvolvimento do Tinkering Studio e explicaremos como criamos um *design* adequado para o processo de inspiração, criatividade, frustração e descoberta que acreditamos ser central para atividades de criação.

2.1 Origens do Tinkering Studio

O Tinkering Studio surgiu de um projeto do MIT Media Lab chamado PIE (Playful Invention and Exploration), criado em 2000 pela National Science Foundation. O PIE ajudou um pequeno grupo de museus a testar maneiras significativas de atrair crianças usando pequenos dispositivos computacionais programáveis chamados "Crickets", desenvolvidos pelo Lifelong Kindergarten Group, do Media Lab, liderado por Mitchel Resnick (autor de "*Designing for Tinkerability*", outro capítulo deste livro). "Crickets" são pequenos computadores do tamanho de uma bateria de 9 volts que podem ser

conectados a sensores e motores, além de poderem ser programados para coletar dados, ativar esculturas cinéticas para "exibir" dados ou fazer outras coisas imaginadas pelo aprendiz. Durante testes de atividades com Crickets, notamos que, para chamar a atenção dos aprendizes e favorecer a criatividade e a disposição para aceitar riscos, o *design* das atividades precisava oferecer uma grande variedade de partes soltas, favorecer explorações temáticas com diversos resultados possíveis, usar tecnologia e ferramentas como parte das atividades (sem ser o foco delas) e disponibilizar tempo para a realização das iniciativas dos aprendizes. Mais de uma dúzia de atividades PIE foram desenvolvidas ao longo do projeto.

Em 2003, o Exploratorium recebeu autorização do NSF para inaugurar o PIE Institute (liderado pelos dois autores principais deste capítulo, Petrich e Wilkinson), com o intuito de apoiar uma rede de museus interessados em oferecer atividades PIE para crianças que participam de oficinas para sala de aula ministradas em museus. Nessas oficinas, era possível antecipar quais seriam os participantes, quanto tempo levaria cada atividade, como o ambiente favoreceria a oficina de maneira geral e como seriam gerenciadas as partes soltas e as ferramentas (que às vezes eram até perigosas).



Figura 5.3 Construção com papelão no Tinkering Studio.

Fonte: © Exploratorium.

No Exploratorium, com o passar do tempo transferimos as atividades PIE da oficina controlada para o andar de exposições do museu. Nesse espaço aberto, as atividades de exploração livre precisavam acomodar o fluxo variável de visitantes, que chegavam com diferentes experiências prévias e que determinavam por si mesmos quanto tempo passariam ali. Portanto, tivemos que pensar cuidadosamente sobre como estruturar o ambiente e as atividades para que os aprendizes pudessem definir seus próprios pontos iniciais, explorar no seu próprio ritmo, ser motivados e informados por outras pessoas e ser livres para ir e vir de acordo com o tempo disponível e o seu interesse.

Formalizamos esses experimentos em 2008, quando delimitamos um espaço de cerca de 37 metros quadrados da área de exposições do Exploratorium e a chamamos de Tinkering Studio. O estúdio foi um sucesso desde o começo. Vários visitantes começaram a frequentar o Exploratorium para "explorar mais". A partir de então, começamos um projeto de pesquisa e

documentação para entender como nossos *designs* e experimentos favoreciam as oportunidades de aprendizagem dos visitantes do museu. Passamos os quatro anos seguintes sistematicamente projetando, estudando e documentando nosso trabalho no Tinkering Studio, incorporando as descobertas ao *design* e implementando uma versão maior e permanente do Tinkering Studio no novo *campus* do Exploratorium, no Piers 15/17.

2.2 Atividade, Ambiente, Facilitação

Ao longo dos últimos anos, produzimos um conjunto de princípios de *design* que articulam características importantes do Tinkering Studio para inspirar e apoiar o aprendizado e a participação ativa das pessoas, especialmente com o intuito de motivar o processo de inspiração, criatividade, frustração e descoberta descrito acima. Esses princípios de *design* foram desenvolvidos por meio de um projeto de pesquisa participativo que durou três anos e envolveu o estudo de *designs* de aprendizagem em outros contextos informais. No momento, esses princípios continuam sendo testados para compreendermos como eles estão relacionados aos indicadores de aprendizado discutidos acima e na última seção deste capítulo. Aqui, descrevemos esses princípios de *design* em referência à nossa teoria cultural-histórica de aprendizagem e à nossa teoria construcionista de pedagogia.

Descrevemos os princípios para atividade, ambiente e mediação individualmente; no entanto, é necessário reforçar que não indicamos que as partes do Tinkering Studio sejam escolhidas e usadas separadamente. Nosso *design* aplica todos esses princípios de uma só vez, embora o resultado final possa variar dependendo do que está sendo feito no Tinkering Studio em determinado mês.

2.2.1 Design de atividade

Os princípios do *design* de atividade incluem a forma como definimos ou sugerimos objetivos e trajetórias amplos para as atividades, assim como a maneira como selecionamos ferramentas, materiais e fenômenos que constituem o contexto e o suporte dado aos aprendizes para que atinjam esses objetivos.

- **As atividades e investigações complementam os interesses e o conhecimento prévio dos aprendizes.**

Normalmente desenhamos atividades que envolvem materiais e fenômenos do cotidiano, mas frequentemente utilizados de maneiras inesperadas e pouco familiares. Por exemplo, quando trabalhamos o tema “tempo” no Tinkering Studio, usamos relógios de diversas formas. Os aprendizes podiam desmontar relógios mecânicos. Em outra mesa, eles eram convidados a criar relógios metafóricos. E, em outras estações, propusemos atividades com o conceito familiar de animações — as pessoas podiam criar zoétropos com luzes de estrobo ou participar da pintura de um mural usando pincéis e tinta japoneses, e depois assistir a um vídeo de *time-lapse* que mostrava desde a criação do mural até os últimos minutos em que o aprendiz fez sua contribuição. Descobrimos que, usando os materiais dessa forma, as chances de trazer à tona experiências anteriores são maiores, seja pelo sentimento de familiaridade ou pela surpresa ou curiosidade; essa resposta faz com que os aprendizes peguem os materiais e deem o primeiro passo.

- **Os materiais e fenômenos são instigantes e convidam à indagação.**

Selecionamos materiais ou fenômenos com base em dois critérios: seu potencial inerente de ser sensual e esteticamente instigante (ser bonito, complexo, surpreendente e observável em sua maneira) e seu potencial de oferecer *feedback* imediato às ações de quem está interagindo. A possibilidade de os aprendizes alterarem um objeto, produzirem algo novo e

verem os resultados rapidamente é essencial na trajetória da experimentação. Por exemplo, criar piões é uma atividade de ciências comum. Ao projetar, construir e decorar piões, os aprendizes rapidamente desenvolvem uma noção de como a simetria afeta o comportamento desses objetos. No Tinkering Studio, essa atividade é complexificada pela variedade de materiais, tamanhos e escalas possíveis, mas também pela inclusão de elementos estéticos para decorar e personalizar os piões, o que cria novas limitações que podem desafiar a compreensão e o domínio do explorador livre sobre os fenômenos físicos envolvidos no uso de piões. Por exemplo, decorar um pião com olhos para criar uma face inusitada afeta o equilíbrio e a simetria do pião, conseqüentemente influenciando sua performance. No geral, costumamos selecionar materiais que sejam levemente falhos ou que não se encaixam perfeitamente, para exigir mais raciocínio, esforço e sagacidade para que funcionem conforme planejado.

- **Ferramentas e conceitos científicos são meios, não fins.**

As atividades do Tinkering Studio são pensadas para oferecer aos aprendizes experiências pessoalmente criativas e estimulantes que surgem como resultado da manipulação e da compreensão de fenômenos, ferramentas e conceitos científicos e matemáticos relevantes. O domínio dos fenômenos é o meio para atingir esses objetivos pessoais. Por exemplo, em pinturas de luz - nas quais os exploradores livres criam um painel de mesa com fontes de luz, filtros coloridos e objetos que geram sombras -, *tinkerers* são imediatamente confrontados pela relação espacial entre a fonte de luz, o criador de sombra (objeto) e a tela (na qual a sombra é projetada) conforme testam posições para chegar à imagem que querem projetar. Durante a investigação/construção, essas relações são testadas mais a fundo conforme o aprendiz continua explorando livremente e se torna mais fluente e confiante em relação ao posicionamento desses objetos. Por meio dessas trajetórias de aprendizagem (Bransford & Schwartz, 1999), os exploradores livres desenvolvem compreensão intuitiva, facilidade e familiaridade com a ciência e

com as ferramentas e conceitos científicos, criando condições nas quais eles provavelmente continuarão explorando esses conceitos, inclusive em contextos formais nos quais eles poderão reencontrar conceitos que agora já são bem conhecidos.

- **Diversas trajetórias estão prontamente disponíveis.**

As atividades são planejadas com múltiplas trajetórias para buscar e representar seu entendimento. Primeiramente, como discutido acima, os aprendizes podem escolher a partir de diferentes atividades em estações de atividade distintas. Ao explorar circuitos, os visitantes do Tinkering Studio podem sentar em uma estação e conectar circuitos para tocar um sino, mudar para outra estação para costurar cintos ou bolsas com fios condutores, ou interagir com uma pequena coleção de obras que envolvem eletricidade. Em segundo lugar, as atividades são planejadas para viabilizar diversas trajetórias e resultados, permitindo uma variedade maior de experimentos, pontos iniciais e padrões de uso de ferramentas, assim como mais oportunidades de observar, testar, fracassar e ter sucesso. Por exemplo, construir máquinas de bolas de gude envolve criar uma série precisa de rampas capazes de levar as bolas de gude de uma pista a outra, do topo até a base de um quadro perfurado do tamanho de uma parede. Outros aprendizes podem se interessar por ideias mais complexas, como rolar bolas de gude em um *loop*, dentro e fora de uma série de funis ou por cima de vãos nas pistas. O potencial dos experimentos depende muito dos interesses e questionamentos do aprendiz, que podem envolver a interação com energia potencial e cinética, trajetória, momentum, conservação de energia, gravidade, atrito, movimento circular, etc. Assim, não há uma trajetória sugerida para a atividade. Mas, nem tudo é viável: as possibilidades são criadas e limitadas pelos próprios materiais, assim como pelas ideias e exemplos presentes nos espaços com atividades de produção. O *design* adequado a diversas trajetórias aumenta as chances de os aprendizes usarem e testarem suas hipóteses e sua compreensão, o que varia de aprendiz para aprendiz, dependendo de suas experiências

prévias. A compatibilidade com diversas abordagens para explorar fenômenos ou materiais ajuda e estimula os aprendizes, além de oferecer aos mediadores de exploração livre evidências e *insights* sobre a forma como os aprendizes entendem o tópico que está sendo trabalhado.

- **As atividades e investigações estimulam os aprendizes a tornar seu raciocínio gradativamente mais complexo.**

Não basta oferecer diversas trajetórias ou alternativas para uma atividade; é necessário garantir que as atividades estimulem as pessoas a se desafiarem e irem além da sua zona de conforto e compreensão, independentemente do nível em que elas iniciaram a atividade. Atividades de exploração livre - atividades *tinkering* - oferecem pontos iniciais simples e atraentes para garantir um sucesso no começo, mas elas também podem se tornar mais complexas conforme o aprendiz progride e compreende melhor um princípio, conceito ou função. Durante a atividade com painéis elétricos, uma das primeiras explorações dos aprendizes envolve conectar uma lâmpada a uma bateria. A lâmpada ligada causa uma satisfação inicial, até que o aprendiz decide que quer substituir a lâmpada por um motor, buzina ou por duas lâmpadas. Ele pode decidir adicionar um interruptor. A complexa obra de arte na parede ao lado da estação de painéis elétricos estimula os aprendizes a criarem um conjunto similar de eventos elétricos coloridos piscantes. A possibilidade de esses materiais serem usados de diversas maneiras e sob diversas circunstâncias complexas é uma característica essencial do *design* de uma experiência de exploração livre.

2.2.2 Design de ambientes

O *design* de ambientes do Tinkering Studio abrange como são organizadas todas as coisas (vivas e fabricadas) do ambiente. Isso inclui uma paleta de cores simples, iluminação natural e quente (quando disponível), um conjunto

de materiais atraentes (conforme descrito abaixo) e uma escala humana para o espaço em geral (o que consideramos essencial para o protótipo feito no cavernoso saguão de exposições do Exploratorium, no Palace of Fine Arts). Esses elementos podem ajudar os aprendizes a abandonar o costume de transitar livremente pelo museu e passar a realizar as atividades mais focadas de um ambiente similar ao de uma oficina. O ambiente precisa ser um espaço confortável para que os aprendizes possam, com o tempo, vivenciar alegria, fracasso, frustração e participação. A presença dos aprendizes deve dar vida ao ambiente.

- **Exemplos de projetos passados e atividades atuais são exibidos para fomentar ideias e inspiração.**

Nosso *design* tem o intuito de evidenciar a arqueologia do ambiente aos visitantes assim que eles entram no espaço. Muitas vezes, isso é feito exibindo o trabalho que os aprendizes estão fazendo no momento; outras vezes, isso é feito honrando o trabalho daqueles que estiveram no espaço anteriormente. Armários de curiosidades, instalações de atividades anteriores, prateleiras e nichos cheios de objetos inspiram e informam os novos aprendizes. Também exibimos imagens e vídeos que destacam trabalhos anteriores ou relacionados. A possibilidade de mediadores e aprendizes fazerem referências a criações de outras pessoas ou compararem técnicas de construção e objetivos é uma forma de fomentar novas ideias e ajudar a resolver problemas que o aprendiz possa encontrar.

- **O *design* das estações de atividades permite alternar conversas e estimula a colaboração.**

O *design* das estações de trabalho exige que as pessoas conheçam e interajam umas com as outras, mesmo que seja apenas para alcançar ferramentas, projetar imagens ou pedir ajuda para segurar algo. Por exemplo, na atividade do circuito de bolas de gude, em vez de criar espaços separados

no quadro perfurado para cada aprendiz, o quadro inteiro está disponível para os aprendizes usarem juntos. Os aprendizes naturalmente se tornam mediadores quando alguém pede ajuda com algo que outra pessoa recentemente resolveu. Limitamos o número de ferramentas ou materiais específicos para evitar que haja estímulos demais e para incentivar o compartilhamento e o improviso. Esse tipo de adjacência e *design* leva a discussões e conversas naturais entre aprendizes, facilidade para identificar em que cada pessoa está trabalhando e ainda a chance de ajudar e oferecer *feedback* em cada etapa ao longo do caminho.

- **A organização do Studio favorece iniciativas individuais e autonomia.**

Embora nosso *design* seja voltado à colaboração, ele também é adequado para que os aprendizes exercitem a autonomia e não dependam da ajuda de mediadores, ferramentas ou materiais do estúdio. Todos os materiais necessários são dispostos em uma mesa acessível que os visitantes podem usar a qualquer momento, conforme mudam as necessidades e o raciocínio deles. Quando os aprendizes entram no espaço, um mediador rapidamente apresenta a eles a variedade de materiais disponíveis. As atividades não têm um objetivo final nem tempo de duração pré-definido; portanto, os aprendizes podem passar de uma atividade a outra seguindo seus próprios pontos de transição ou sua vontade de buscar novas ideias e inspiração. Eles também podem voltar para tornar seu trabalho mais complexo caso tenham novas ideias inspiradas por outras atividades de outras estações.

- **O fato de as atividades serem adjacentes estimula novas ideias.**

As estações de materiais costumam ficar nas bordas do espaço, longe da área de *design* e criação. Andar pelo espaço de criação para chegar à mesa de materiais incentiva a interação com ideias e soluções que os aprendizes podem não estar buscando ativamente. Isso oferece novas ideias e

descobertas. De fato, embora cada explorador livre possa trilhar uma trajetória diferente ao longo da atividade, é comum que surjam resultados similares quando uma ideia se espalha ou é compartilhada no espaço. Quando as pessoas estão prontas para eles, esses momentos de inspiração funcionam como uma onda durante a atividade. Por exemplo, na máquina de bolas de gude, quando alguém começa a usar fita adesiva para criar "corrimões", em minutos vemos a fita ser usada no quadro, uma vez que as pessoas passam a aplicar uma ideia que parece funcionar. As mesas de atividade são arredondadas para facilitar a inclusão de mais aprendizes. Quando alguém que está em uma mesa compartilhada inventa um novo tipo de movimento rotatório para o pião, essa conquista é imediatamente vista por outras pessoas próximas.

2.2.3 Mediação

A mediação é essencial para o funcionamento e o impacto do Tinkering Studio. A atitude, apoio e visão dos mediadores de exploração livre criam um ambiente de segurança intelectual, criatividade e interesse verdadeiro em apoiar as ideias de aprendizes em vez de forçar a aquisição de um conjunto específico de procedimentos ou fatos. Os mediadores de exploração livre entendem que o mais importante é ajudar os aprendizes a desenvolver e se importar com suas ideias. Durante esse processo de desenvolvimento, os aprendizes precisam interagir com conceitos e fenômenos científicos inerentes aos materiais e atividades.

- **A mediação é acolhedora e tem o intuito de gerar interesse.**

Um dos principais objetivos de um mediador do Tinkering Studio é dar o tom e apresentar os visitantes a um espaço criativo e exploratório. O entusiasmo dos mediadores é o passo inicial para aprendizes que estejam apreensivos em relação à oportunidade de criar algo em público e demonstrar o que sabem ou

não sabem durante esse processo. Algumas ações iniciais dos mediadores incluem dar boas-vindas e informar que há algo no Tinkering Studio para todos (mesmo que você não se identifique como um "explorador livre" ou um "maker") e que o mediador está disponível para ajudar e apoiar os aprendizes conforme necessário. Os mediadores costumam posicionar os materiais em frente aos novos aprendizes e demonstrar uma ou duas ações com os materiais para ajudá-los a dar o primeiro passo. Eles também podem apontar para o trabalho de outras pessoas do espaço para sugerir ideias ou modelos que os aprendizes possam seguir.

- **Os mediadores tentam atrair a atenção dos aprendizes com base em trajetórias individuais de compreensão.**

Os mediadores observam as ações do visitante e conversam sobre o que ele ou ela está fazendo para identificar quais ideias e conceitos estão sendo abordados durante a investigação. Assim, eles podem sugerir ferramentas ou ideias de acordo com seus interesses. Muitas vezes, caso o aprendiz esteja em uma trajetória produtiva, os mediadores não precisam intervir. Às vezes, pode ser que o mediador perceba que os aprendizes estão em uma trajetória que será frustrante ou difícil; no entanto, é importante que os aprendizes possam continuar até que percebam por si mesmos que estão com dificuldade. Ajudar cedo demais retira a responsabilidade do aprendiz. Intervir tarde demais pode fazer com que o haja desistência. No Tinkering Studio, a diferença entre cedo e tarde demais é ampla. Por isso, as atividades e o ambiente tendem a manter as pessoas interessadas e comprometidas por um bom tempo. Por exemplo, uma "máquina de rabiscar" movida a bateria (uma atividade em que um motor cria um mecanismo que vibra, mexe e desenha) costuma desmoronar quando é construída e usada pela primeira vez. No entanto, em vez de oferecer instruções sobre como construir e reforçar o *design* desde o começo, os mediadores deixam que os visitantes recebam o *feedback* em primeira mão do próprio mecanismo. Quando a máquina de rabiscar desmorona, os aprendizes repensam o *design* e a forma como ele foi

executado. Os mediadores podem intervir e chamar a atenção do aprendiz para materiais (limpadores de cachimbo ou fios) ou fenômenos (simetria e centro de gravidade) específicos que tenham a ver com o funcionamento das máquinas de rabiscar do Tinkering Studio. Essas ações dos mediadores ajudam os aprendizes a superar dificuldades e se comprometerem novamente com o processo criativo.

- **A mediação deve fortalecer a compreensão ajudando os aprendizes a entender suas intenções por meio de conversas de reflexão.**

Quando uma ideia gera dificuldades, surge uma oportunidade importante de aprendizado, talvez até mais importante do que os momentos em que a ideia de um aprendiz é concretizada sem falhas. A função do mediador de ajudar a pessoa a ver e entender por que ela está com dificuldades é tão importante quanto a função de ajudar a pessoa a comemorar algo que está funcionando. A função do mediador não é "testar" o aprendiz para confirmar se ele entendeu o conteúdo, mas sim incentivar a investigação apresentando desafios sutis ou fazendo perguntas que possam levar a um aumento na complexidade das ideias do aprendiz. Os aprendizes podem se sentir realizados quando a invenção que eles criaram funciona conforme previsto, mas é importante que os mediadores tentem fazê-los ir um pouco além, para que possam desenvolver uma compreensão melhor sobre o que o aprendiz sabe. Algumas formas de confirmar ou desafiar a compreensão do aprendiz são pedir que o aprendiz aplique uma ideia bem-sucedida em outro contexto ou com outro conjunto materiais, ou ainda testar um novo *design*. Por exemplo, na atividade de conexão de circuitos, um jovem aprendiz que conseguiu conectar uma bateria a uma lâmpada ficou surpreso quando não conseguiu conectar os fios e terminais para adicionar um interruptor e uma segunda lâmpada. O mediador interviu e reposicionou os materiais na mesa, tirando fios desnecessários e posicionando mais claramente a bateria, o interruptor e as lâmpadas em uma disposição circular, para apresentar de

maneira mais clara a pergunta sobre como interagir com o circuito. Essa nova disposição ajudou o aprendiz a voltar a interagir com a atividade e aumentar sua complexidade.

3.0 COMO RECONHECEMOS A APRENDIZAGEM NA EXPLORAÇÃO LIVRE

Começamos este capítulo com uma pergunta recorrente no Tinkering Studio: "*Parece divertido, mas será que estão aprendendo?*" Como resposta, tentamos descrever o que é aprendizagem para nós. Além disso, tentamos ilustrar como o aprendizado pela exploração livre não é mera coincidência: ele surge graças a decisões e princípios de *design* que criam oportunidades específicas de aprendizado.

Os princípios de *design* descritos aqui são resultado dos vários anos que Petrich, Wilkinson e seus colaboradores passaram desenvolvendo e testando atividades, ambientes e facilitação. Desde 2008, sob a direção de Bevan (o terceiro autor), o Exploratorium embarcou em uma série de pesquisas para entender como nossas decisões de *design* (a interação entre atividade, ambiente e facilitação) funciona para aumentar o engajamento dos aprendizes. Nós integramos esses estudos a reuniões regulares de desenvolvimento profissional, nas quais revisamos a documentação (vídeo, áudio e notas de campo) e discutimos o que observamos, por que, como foi no momento, o que não observamos e como aplicar essas lições ao *design* e aos programas de treinamento da equipe.

Conforme realizamos esses estudos, sabíamos que precisávamos identificar e documentar os resultados e indicadores de aprendizado sem interromper as atividades de exploração livre nem isolar os aprendizes para entrevistá-los ou aplicar questionários (ou seja, não queríamos "acabar com a diversão", interromper o fluxo ou descontextualizar conquistas pessoais significativas, tanto estéticas quanto intelectuais). Buscamos abordagens naturais para documentar o aprendizado, o que alguns pesquisadores

consideram essencial para favorecer o trabalho criativo em ambientes públicos de aprendizagem (Michalchik & Gallagher, 2010). A principal maneira de documentar nossos *designs* de aprendizagem foi gravando pessoas fazendo as atividades, para em seguida rever e analisar o vídeo. Nós também gravamos algumas conversas do Tinkering Studio entre exploradores livres e entre exploradores livres e mediadores. Com base nesse trabalho, listamos quatro indicadores de aprendizado:

1. Engajamento
 - a. Duração da participação
 - b. Frequência da participação
 - c. Trabalho inspirado em exemplos anteriores
 - d. Expressões de alegria, reflexão, frustração e curiosidade
2. Intencionalidade
 - a. Variedade de esforços, trajetórias, trabalho
 - b. Personalização de projetos ou produtos
 - c. Evidências de autodirecionamento
3. Inovação
 - a. Evidências de uso alternativo de ideias/ferramentas
 - b. Evidências de redirecionamento de esforços
 - c. Maior eficiência graças ao aumento da fluência com conceitos, ferramentas e fenômenos
 - d. Aumento da complexidade de processos e produtos
4. Solidariedade
 - a. Capacidade de pegar emprestadas e adaptar ideias, ferramentas, abordagens
 - b. Compartilhamento de ferramentas e estratégias; ajudando os outros a atingirem seus objetivos
 - c. Contribuição com o trabalho de outras pessoas

Quando as pessoas estão engajadas no fluxo de atividades de exploração livre, que é pensado para favorecer as práticas de engajamento,

intencionalidade, inovação e solidariedade, elas estão em uma trajetória de aprendizagem que condiz com seus interesses, capacidades e compromissos pessoais (e em constante evolução). Embora a maioria dos educadores responda positivamente a esses construtos, reconhecemos que essa terminologia ainda não faz parte da linguagem comum sobre aprendizagem, que ainda é dominada pela pesquisa empírica voltada à habilidade do aprendiz de reproduzir (normalmente em um novo contexto) um fragmento de conhecimento ou habilidade. Por exemplo, muitos educadores consideram que o fato de uma criança ser capaz de definir verbalmente o que é simetria é uma evidência do aprendizado, mas não se sentem convencidos se a criança demonstra seu domínio do conceito de simetria criando um pião que seja condizente com as ambições estéticas e mecânicas dela (e nem mesmo acreditam que esse conhecimento possa ser reproduzido). Isso é uma tensão constante. Acreditamos que atividades de exploração livre têm um grande potencial para expandir o pensamento sobre o que constitui uma evidência de aprendizado.

3.1 Exploração Livre e práticas de engenharia

A aprendizagem de conceitos e fenômenos específicos de STEM dependem, é claro, das atividades, da idade, dos interesses e da experiência prévia dos aprendizes. Mesmo assim, algumas práticas consistentes do Tinkering Studio, viabilizadas pelos princípios de *design* descritos acima, perpassam alguns domínios conceituais específicos, como eletricidade ou óptica. Por exemplo, nesses dois domínios, os aprendizes projetam, testam e respondem aos *feedbacks* (dados), para então refazer o *design*/teste. Durante nosso trabalho para identificar e articular o aprendizado no contexto da exploração livre, nós nos interessamos pelo documento *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross-Cutting Concepts, and Core Ideas* (National Research Council, 2011). Em particular, examinamos como esse documento descreve práticas de engenharia, que incluem:

1. definição de problemas;
2. desenvolvimento e uso de modelos;
3. planejamento e execução de investigações;
4. análise e interpretação de dados;
5. uso de matemática, informações, tecnologia e pensamento computacional;
6. design de soluções;
7. argumentação baseada em evidências; e
8. coleta, avaliação e divulgação de informações.

O conceito de práticas científicas e de engenharia é poderoso devido a sua concepção inerente de aprendizagem como um conjunto de processos de ser, fazer, saber e tornar-se. O *Framework* não define o aprendizado unicamente como a aquisição de fatos ou o domínio de habilidades, mas também inclui a interação com práticas que cientistas e engenheiros usam para desenvolver sua compreensão de materiais e fenômenos. Essa definição mais inclusiva tem o potencial de distanciar o discurso sobre aprendizagem do conceito de memorização de fatos abstratos e aproximá-lo da ideia de desenvolvimento de afinidade e fluência nas formas de saber, fazer e tornar-se (ou seja, as epistemologias e ontologias) de engenheiros ou cientistas. Desenvolver práticas científicas e de engenharia cada vez mais complexas significa aumentar o domínio sobre fatos, conceitos e habilidades, mas sempre no contexto de entender melhor questões importantes para o aprendiz (por qualquer motivo pessoal).

Nesse sentido, o que a exploração livre pode agregar à tarefa de implementar os Padrões de Ciências da Próxima Geração e as ideias sobre práticas de engenharia? Defendemos que uma diferença primária entre atividades de exploração livre e outros tipos de atividades de engenharia (como diversos programas de robótica e desafios de *design*) é que, na exploração livre, o conjunto de restrições ao trabalho do aprendiz é definido de acordo com os objetivos, interesses e capacidades do próprio aprendiz. Ou

seja, não há a diretriz de que um prédio precisa ter uma altura específica, que uma esfera precisa rolar em uma rampa a uma determinada velocidade ou que um robô precisa percorrer uma distância específica. Essas restrições são importantes no mundo real para pessoas que já estão comprometidas com a profissão de engenheiro e em casos em que haveria consequências reais (de segurança pública ou do trabalho) caso essas restrições fossem ignoradas. No entanto, elas importam menos para quem ainda não está comprometido com uma profissão de STEM. Na exploração livre, os aprendizes podem criar objetivos e restrições para si mesmos com base em experiências prévias, além de poderem expandir esses objetivos e restrições conforme desenvolvem sua compreensão e domínio sobre fenômenos e materiais. Por exemplo, imagine que um adolescente tenta fazer uma bola de gude rolar por um quadro perfurado de 1,5 m na menor velocidade possível. Após controlar a velocidade da bola de gude, ele pode se interessar pelos sons que ela faz quando bate em sinos posicionados ao longo do quadro perfurado. Isso pode levá-lo a mudar de objetivo para tentar fazer a bola de gude produzir uma sequência de tons conforme rola ao longo do quadro perfurado. As práticas de engenharia e *design* são as mesmas. No entanto, é o aprendiz (ou o grupo de aprendizes com um objetivo em comum) que define o propósito e as trajetórias que guiam o engajamento e a persistência. Assim, é mais provável que o propósito e as trajetórias sejam do interesse do aprendiz e o façam persistir. Por isso, como a exploração livre incorpora práticas de engenharia a atividades valiosas e com propósito (como acontece no mundo real), acreditamos que ela tenha uma contribuição importante ao ensino de STEM e à adoção dos próximos padrões.

O propósito verdadeiro é um ponto essencial para apontar a distinção pouco articulada entre habilidades de STEM e práticas de STEM. Habilidades podem ser ensinadas sem que haja um propósito ou significado. Embora um aluno possa entender como fazer uma observação por meio de uma série de exercícios que envolvam observação e anotações, isso não significa que o aluno tenha aprendido a observar ou o que significa observar. É possível ensinar alunos a planejar experimentos, mas se eles não se importarem com o

experimento ou com seus resultados, o exercício se torna no máximo uma prática escolar, não uma prática científica. Práticas de STEM nunca estão desvinculadas de um propósito e do contexto social que dá sentido a essas práticas. Atividades de exploração livre oferecem uma oportunidade única de fazer os alunos participarem de processos que envolvem definir um propósito, dominar conceitos, fenômenos e ferramentas de STEM para atingir esse propósito e ainda fazer isso no contexto social de uma comunidade criativa de exploração livre.

Além disso, atividades de exploração livre bem-sucedidas destacam os processos de busca de ideias, frustração e descobertas graças à inventividade e à persistência do próprio aprendiz. Esses são aspectos essenciais das práticas científicas que raramente são abordados na maioria das atividades planejadas da área de Ciências. Neste sentido, atividades de exploração livre (dentro e fora de contextos escolares) oferecem aos aprendizes oportunidades únicas de desenvolver afinidades, experiências e identificação com práticas científicas e de engenharia, que podem servir como base para um futuro e uma vida repletos de aprendizagem.

4.0 CONCLUSÃO

Parece divertido, mas será que estão aprendendo? Esperamos que este capítulo tenha mostrado que, se o conceito de aprendizagem for mais amplo do que a reprodução de fatos e habilidades em situações descontextualizadas, englobando práticas baseadas em fatos e habilidades para desenvolver atividades valiosas e com propósito, e se as atividades de aprendizagem forem elaboradas em um contexto rico em STEM, como ilustramos por meio dos exemplos do Tinkering Studio, então, *sim, eles estão aprendendo*. No entanto, eles não estão apenas aprendendo e aprendendo a aprender, como mostrado nos processos iterativos de criação; eles também estão aprendendo e aprendendo a aprender da mesma forma que cientistas e engenheiros. Em outras palavras, eles estão profundamente engajados, e de

maneira pessoalmente significativa, em práticas científicas e de engenharia baseadas em evidências, nas quais os próprios artefatos são evidências *do que precisa ser aprendido e do que foi aprendido*, de maneira criativa e em um ambiente de aprendizagem que parece... devemos admitir... muito divertido.

AGRADECIMENTOS

O Tinkering Studio foi criado por uma série de colaboradores contratados e voluntários. Agradecimentos especiais a Walter Kitundu, Luigi Anzivino, Ryan Jenkins, Lianna Kali, Nicole Catrett e Thomas Carlson. O trabalho do Tinkering Studio foi desenvolvido graças ao apoio da National Science Foundation (ESI-0452567), da Gordon and Betty Moore Foundation, da Met Life Foundation e das pesquisas financiadas pelo Institute for Museum and Library Services e pela Noyce Foundation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bransford, J. D., & Schwartz, D. L. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. *Review of Research in Education*, 24, 61–100.
- Herrenkohl, L. R., & Mertl, V. (2010). *How students come to be, know, and do: A case for a broad view of learning*. Nova York: Cambridge University Press.
- Holland, D., Lachicotte Jr., W., Skinner, D., & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Michalchik, V., & Gallagher, L. (2010). Naturalizing assessment. *Curator: The Museum Journal*, 53(2). [Q16]
- National Research Council (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, Board on Science Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Nova York: Ablex Publishing Corporation.
- Sennett, R. (2009). *The craftsman*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Stetsenko, A. (2010). Teaching-learning and development as activist projects of historical becoming: Expanding Vygotsky's approach to pedagogy. *Pedagogies: An International*

Journal, 5(1), 6–16. Disponível em: http://web.gc.cuny.edu/psychology/developmental/docs/stensenko/Pedagogies_2010_Final.pdf. [Q17]

Vygotsky, L. S. (2004). *The essential Vygotsky*. R.W. Rieber & D. K. Robinson (Eds.). Nova York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.