

Veja discussões, estatísticas e perfis de autores desta publicação em: <https://www.researchgate.net/publication/273679128>

## Design de jogos em uma Internet das coisas

Artigo em Transações da Digital Games Research Association · novembro de 2014

DOI: 10.26503/todigra.v1i3.19

CITAÇÕES

13

LEITURAS

3.110

5 autores, incluindo:



Paulo Coulton

Universidade de Lancaster

327 PUBLICAÇÕES 4.074 CITAÇÕES

VER PERFIL



Daniel Burnett

Universidade de Lancaster

20 PUBLICAÇÕES 268 CITAÇÕES

VER PERFIL



Adrian Gradinar

Universidade de Lancaster

56 PUBLICAÇÕES 645 CITAÇÕES

VER PERFIL



David Gullick

Universidade de Lancaster

7 PUBLICAÇÕES 51 CITAÇÕES

VER PERFIL

ParaDIGRA

# ParaDIGRA

## Físico e digital em jogos e brincadeiras

Editores: Frans Mäyrä, Katriina Heljakka e Anu Seisto

Imprensa ETC  
Pittsburgh

Imprensa ETC 2013

TEXTO: O texto desta obra está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-NãoDerivativa 2.5(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>)

IMAGENS: Todas as imagens que aparecem neste trabalho são propriedade dos respectivos detentores de direitos autorais e não são liberadas para o Creative Commons. Os respectivos detentores reservam todos os direitos.

Todos os envios e perguntas devem ser enviados para: [etcpres-info \(at\) lists \(dot\) andrew \(dot\) cmu \(dot\) edu](mailto:etcpres-info@lists.andrew.cmu.edu) Para diretrizes de formatação, consulte: [www.etc.cmu.edu/etcpres/files/ Diretrizes WellPlayed.pdf](http://www.etc.cmu.edu/etcpres/files/DiretrizesWellPlayed.pdf)

---

## Design de jogos em uma Internet das coisas

Paul Coulton, Dan Burnett, Adrian Gradinar, David Gullick e Emma Murphy

### Resumo

Embora ainda não exista consenso sobre como a Internet das Coisas será realizada, uma infraestrutura global de objetos físicos em rede que sejam legíveis, reconhecíveis, localizáveis, endereçáveis e controláveis é, sem dúvida, uma visão atraente. Embora muitas implementações da Internet das Coisas tenham apresentado esses objetos em uma função amplamente de detecção de ambiente, ou fornecendo alguma forma de acesso/controle remoto, neste artigo consideramos a convergência emergente entre jogos e a Internet das Coisas. Isso pode ser visto em um número crescente de jogos que usam objetos como peças físicas do jogo para aprimorar a interação dos jogadores com jogos virtuais. Esses objetos físicos/digitais híbridos apresentam aos designers de jogos uma série de desafios interessantes, pois i) confundem os limites entre brinquedos e jogos; ii) fornecem oportunidades para jogo físico de forma livre fora do jogo virtual; e iii) criam novos requisitos para design de interação, na medida em que utilizam técnicas de design de produto e design de interface de computador. Embora no passado os custos de fabricação de tais objetos de jogo impedissem seu uso em jogos de pequenos desenvolvedores independentes, o advento da impressão 3D de baixo custo e plataformas de software e hardware abertas, que são os facilitadores da Internet das Coisas, significa que esse não é mais o caso. No entanto, para maximizar essa oportunidade, os designers de jogos precisarão desenvolver novas abordagens para o design de seus jogos e, neste artigo, destacamos as sensibilidades de design necessárias se eles quiserem combinar as affordances digitais e físicas no design de tais objetos para produzir boas experiências para o jogador.

## Palavras-chave

Jogos, Internet das Coisas, Design de Interação, Phygital, Affordances.

## Introdução

Há pouca dúvida de que a indústria de videogames está em um período de grande reviravolta e, apesar das revisões recentes de todos os principais consoles, houve muitos relatos da mídia prevendo a "morte dos jogos de console" (Cousins 2013). Essa visão pessimista é alimentada principalmente pela redução significativa nas vendas de jogos de console nos últimos anos e ocorre em um momento em que a popularidade dos jogos sociais e móveis aumentou exponencialmente (Cousins 2013). Os desenvolvedores de jogos de console estão indiscutivelmente se tornando avessos ao risco e se concentrando principalmente em sequências em vez de novos títulos (Czarnota 2013). Isso se relaciona ao fato de que seus custos de desenvolvimento são muito mais altos em comparação aos desenvolvedores de jogos para dispositivos móveis, PC e sociais, que conseguem ser muito mais criativos e especulativos em seus designs de jogos, pois seus riscos financeiros são muito menores. As ferramentas associadas ao desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis, PC e sociais também são muito mais acessíveis para aqueles que podem estar interessados em uma gama mais ampla de entretenimento interativo, como designers de experiência e artistas digitais; alguns dos quais estão começando a explorar temas muito mais desafiadores dentro dos jogos, como orientação sexual (Anthropy 2012). Esses fatores significam que há uma possibilidade muito real de que a inovação disruptiva (Christensen 1997) possa ocorrer dentro da indústria de jogos de console com o surgimento de alternativas de console mais baratas que dobram como decodificadores para streaming de televisão e filmes, ou aquelas baseadas em avanços em impressão 3D, sistemas operacionais de código aberto, hardware aberto e conectividade aprimorada, o que poderia mudar radicalmente o mercado.

Muitas das tecnologias habilitadoras que estão alimentando essa potencial disrupção também estão no cerne da chamada Internet das Coisas (IoT), que também tem o potencial de criar uma plataforma para explorar entretenimento interativo inovador. Embora um consenso claro ainda não tenha sido estabelecido sobre como realizar a IoT, uma infraestrutura global

de objetos físicos em rede (Kortuem, Kawsar, Fitton e Sundramoorthy 2010) ou coisas que são legíveis, reconhecíveis, localizáveis, endereçáveis e/ou controláveis via Internet (NIC 2008) é, sem dúvida, atraente para uma variedade de setores da indústria, incluindo jogos e brinquedos. Embora muitas implementações da IoT tenham apresentado os objetos em uma função de detecção amplamente ambiental ou como alguma forma de acesso remoto ou controle remoto, sem dúvida a implementação mais bem-sucedida já vista é o jogo *Skylanders: A aventura do Spyro* da Activision que coloca o objeto (coisa) no centro da atividade usando-o para controlar os personagens dentro do jogo (Coulton 2012). Skylanders é um Role Playing Game (RPG) no qual os personagens são, na verdade, peças físicas de jogo habilitadas para Radio Frequency Identification (RFID)/Near Field Communications (NFC) que são usadas para trocar personagens dentro e fora do jogo virtual usando o 'portal' (leitor RFID/NFC que se conecta ao console via USB ou Bluetooth). Um dos outros aspectos exclusivos das peças do jogo é que o tipo, nome e habilidades de um personagem são modificados durante o jogo e armazenados na peça física do jogo em vez de no console. Este foco em físico/digital (phygital<sup>1</sup>) coisas produzem uma série de efeitos muito interessantes, como: borrar a fronteira entre brinquedos e jogos, expandir os modos existentes de jogo para o mundo físico, fornecer a oportunidade para jogo físico fora do jogo, criação de interfaces phygital inovadoras e um novo modelo de negócios em torno das figuras (Coulton 2012). Disney Infinity ([//infinity.disney.com](http://infinity.disney.com)) agora oferece um conceito semelhante ao Skylanders com figuras colecionáveis NFC sincronizadas com o jogo usando uma base habilitada para NFC, mas eles adicionaram um modo de jogo de forma livre, 'sandbox', dentro do videogame. Embora Skylanders e Disney Infinity sejam indiscutivelmente os exemplos mais bem-sucedidos de IoT em termos de jogos, também há uma série de 'brinquedos de aplicativo' começando a aparecer, como LEGOs, 'Life of George' ([//george.lego.com](http://george.lego.com)), Disney's App Mates ([//www.appmatestoys.com](http://www.appmatestoys.com)) e o YetYet da Totoya Creatures ([www.totoyacreatures.com](http://www.totoyacreatures.com)). Exceto por esses poucos exemplos, brinquedos e

1. Estamos usando o termo phygital como uma forma de enfatizar que essa é uma classe de objetos que não possuem apenas alguma funcionalidade digital incorporada, mas são dispositivos conectados cuja funcionalidade e operação são projetadas para existir simultaneamente no espaço virtual e físico.

jogos são duas comunidades de desenvolvedores que operam amplamente de forma independente, mas essa nova interação entre brinquedos e jogos facilitada pela IoT pode uni-los para produzir novas e mutuamente benéficas oportunidades em termos de jogos e novos modelos econômicos (Ng 2012). Enquanto a pesquisa está começando a surgir para descrever os jogos/jogos híbridos que esses objetos facilitam (Kultima, Tyni e Mäyrä 2013), neste artigo estamos preocupados com os fatores que os designers de jogos devem considerar em relação às modalidades de interação disponíveis no design desses objetos para sua inclusão em jogos virtuais.

### Objetos físicos do jogo

Os objetos de jogo que estamos considerando aqui também podem ser vistos como uma forma de Interface de Usuário Tangível (TUI), onde TUIs podem ser definidas como fornecendo uma forma física de informação digital e facilitando a manipulação direta dos bits associados (Ishii 2008). No entanto, como esses objetos de jogo geralmente estão localizados dentro do espaço do jogo em uma tela, eles também podem ser considerados uma forma de Virtualidade Aumentada (AV) na medida em que estão em conformidade com sua definição geral de objetos físicos que são dinamicamente integrados e podem interagir com o mundo virtual em tempo real (Drascic e Milgram 1996). Embora não seja totalmente compatível com a definição original de Drascic e Milgram, que se relacionava à mistura de imagens visuais do objeto real dentro do mundo virtual em uma tela (Drascic e Milgram 1996), conforme demonstrado por projetos como Augurscope (Schnädelbach, Koleva, Flintham, Fraser, Izadi, S., Chandler, Foster, Benford, Greenhalgh e Rodden 2002), a localização física do objeto na tela apresenta um efeito comparável. Em termos de jogos AV, há poucos exemplos específicos relacionados a jogos, pois a maioria das pesquisas se relaciona à Realidade Aumentada (RA) (Bernardes Jr, Tori, Nakamura, Calife e Tomoyose 2008) e à RA de Mesa em particular (Kato, Billinghurst, Poupyrev, Imamoto, Tachibana 2000). De fato, muitos dos recursos desejados para o design TUI em RA (Kato et al 2000) são aplicáveis à AV. Em particular, os recursos de:



1. A forma dos objetos deve encorajar e apoiar a manipulação espacial (Kato et al 2000);
2. As affordances do objeto devem corresponder às restrições físicas do objeto aos requisitos da tarefa (Kato et al 2000).

Uma consideração adicional para designers de jogos que criam objetos é que algumas das interações possíveis com tais objetos podem ser representativas do que Jesper Juul (Juul 2009) descreve como interfaces miméticas em relação a jogos casuais como Wii Sport e Guitar Hero. Esses jogos exigem que os jogadores realizem ações que se assemelham muito à atividade física exigida pelo avatar na tela. Essas interfaces tornam os jogos mais fáceis para jogadores menos familiarizados com a configuração mais "tradicional" de controles de jogos que utilizam botões e joysticks para pegar e jogar jogos casuais. Como Juul descreve, a exigência de que os jogadores dedilhem o controle da guitarra no Guitar Hero não requer explicação, pois a maioria estaria familiarizada com a imagem de um músico tocando uma guitarra. Embora esse conhecimento prévio possa facilitar o aprendizado do jogo, também significa que se o jogo desafiar essas expectativas, é provável que desanime os jogadores, pois há uma "incompatibilidade de metáforas" (Hinske e Langheinrich 2004) entre o jogo e o controle.

Embora as descrições de interfaces miméticas possam sugerir que são as mesmas que as Interfaces Naturais de Usuário (NUI), elas não se enquadram na definição oferecida por Daniel Wigdor e Dennis Wixon (Wigdor e Wixon 2011). *"natural refere-se ao comportamento e sentimento do usuário durante a experiência, em vez de ser o produto de algum processo orgânico"* e, de fato, sugerem uma experiência natural *"NÃO é melhor alcançado por meio de imitação"*. Essa descrição nos leva a sugerir que as interfaces miméticas devem ser consideradas como um subconjunto da área mais ampla da NUI.

Outro componente interessante dentro desta discussão de classificação é o surgimento de interfaces de jogos baseadas em artefatos do mundo real

como no jogo Rocksmith da Ubisoft. Este jogo vem com um cabo que permite aos jogadores conectar sua própria guitarra em um Xbox 360, PlayStation3 ou PC. Além da atividade esperada de tutor de música, o sistema também fornece uma 'Guitarcade' de minijogos que são projetados para praticar técnicas específicas. Por exemplo, há uma atividade temática 'Space Invaders' para ajudar a melhorar o posicionamento dos trastes. De certa forma, esses jogos invertem o paradigma NUI, pois, sem dúvida, a interface natural para muitos dos minijogos seria, com razão, um controle de jogo tradicional.

Embora a classificação de objetos de jogo phygital seja complexa, o que fica claro na discussão anterior é que os designers de jogos devem recorrer a uma ampla gama de disciplinas que consideram modalidades de interação se quiserem garantir que seu design de tais objetos permita que os jogadores operem efetivamente no espaço real e virtual. Na seção a seguir, apresentamos uma discussão sobre o design de tais objetos que extrai entendimentos tanto do design de produto quanto do design de interação baseado em computador, por meio dos quais os designers de jogos podem abordar esse desafio.

#### Interagindo com objetos

Em termos de design de interação geral, há muitas maneiras de apresentá-lo, mas nesta pesquisa utilizaremos o esboço de Bill Verplank (Verplank 2009) recriado na Figura 1 como base para discussão.

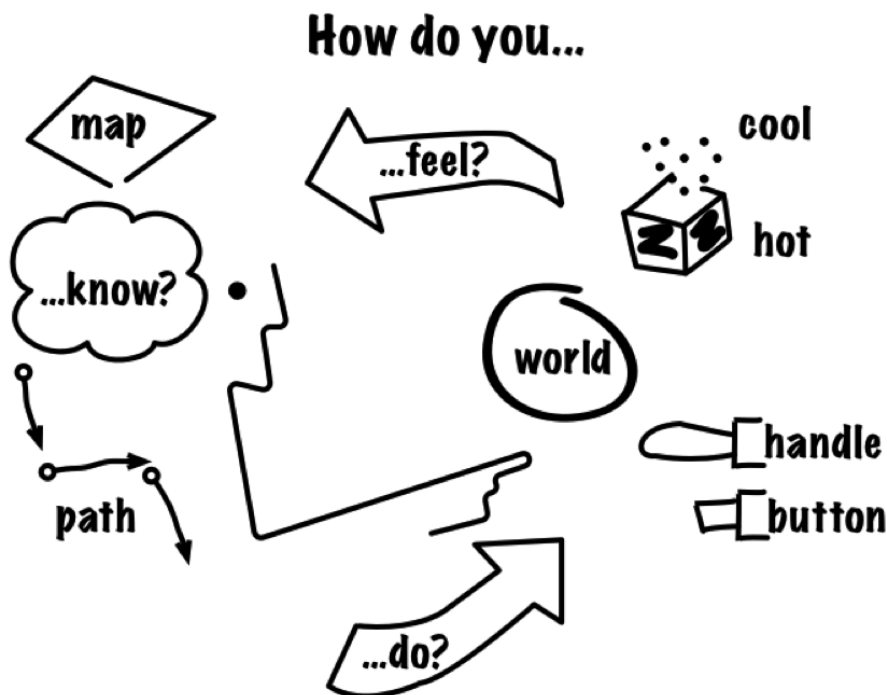


Figura 1: Design de interação conforme definido por Verplank

Verplank enquadra o design de interação como um designer respondendo às três perguntas: Como você faz? Como você se sente? Como você sabe? (Verplank 2009).

Se começarmos com 'fazer', então Verplank destila isso para uma consideração sobre se a interação é contínua ou discreta (representada pela alça e pelo botão, respectivamente, dentro do esboço) e, embora ambos sejam aplicáveis e estejam disponíveis, no design de objetos de jogo phygital, devemos estender isso também para considerar que eles provavelmente serão implementados como uma combinação de interações reais ou virtuais. Os designers de jogos devem, portanto, considerar cuidadosamente como essas interações são usadas e combinadas para que 'façam sentido' para o jogador. Por exemplo, em Skylanders, adicionar um personagem de jogo físico ao portal causa uma mudança de cor no portal físico e o personagem se materializa na tela, o que é importante ao considerar o foco do jogador, como discutiremos mais tarde.

Em termos de como os usuários 'sentem', enquanto ele considera isso em relação aos sentidos físicos dos usuários, Verplank o apresenta em relação ao meio através do qual a interação é apresentada ao usuário. Isso se baseia no trabalho de Marshal McLuhan e sua definição de uma mídia como *"qualquer tecnologia que ... crie extensões do corpo humano e dos sentidos"* (McLuhan, M., McLuhan, E. e Zingrone 1996). McLuhan categorizou a mídia em termos de "quente" e "legal", em que uma mídia quente, como a impressa, é aquela que domina um sentido específico, absorvendo nossa atenção e deixando pouco espaço para participação, enquanto uma mídia fria (às vezes descrita como difusa) que envolve nossos sentidos deixa espaço para participação (McLuhan, Fiore e Agel 1967). Quando McLuhan escreveu esta definição original, ele considerou a televisão como uma mídia fria, embora hoje em dia ela provavelmente seria considerada mais próxima do extremo quente do espectro quando comparada aos jogos, e isso ilustra que essas são, como McLuhan pretendia, não definições estáticas, mas conceitos dinâmicos. Pode-se argumentar que a Internet não se encaixa realmente na definição de McLuhan, pois ela incentiva a participação, mas também comanda nossa atenção e frequentemente domina nossos sentidos. Como os objetos de jogo phygital em consideração seriam esperados para expandir a interação em muitos sentidos do jogador, eles provavelmente aparecerão na extremidade fria do espectro. Em relação ao design geral dos objetos phygital, recursos legais provavelmente atrairão e envolverão, enquanto recursos quentes podem ser usados para fornecer atividades muito específicas, como ajuda, e os designers normalmente seriam esperados para considerar uma combinação destes dentro do design. Por exemplo, um brinquedo de personagem interativo poderia ser usado para dar voz às dicas e sugestões de um jogo, combinações específicas de interações com o brinquedo poderiam desbloquear poderes especiais, ou usar o brinquedo em um determinado local físico poderia desbloquear locais especiais dentro do jogo.

A questão final de 'como sabemos' é ilustrada por Verplank como caminhos e mapas e ele argumenta que frequentemente o melhor design de interação geral utiliza uma combinação de ambos (Verplank 2009). Observe que esta categorização é derivada do trabalho de Kevin Lynch em seu livro de 1960, 'The Image of the City', que estudou como as pessoas desenvolveram uma compreensão do layout de uma cidade. Caminhos são principalmente instruções passo a passo que guiam o usuário por uma interação e

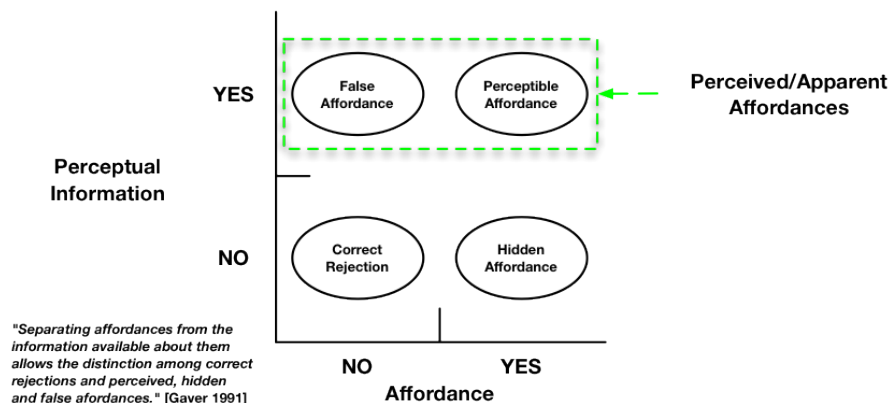
é geralmente considerada a forma mais fácil de interação, pois o usuário só precisa saber um passo de cada vez (conhecimento do caminho). Os caminhos são comumente usados em situações que exigem ação imediata por usuários que provavelmente estão vivenciando a interação necessária pela primeira vez (por exemplo, liberação de porta de emergência) ou em tutoriais de jogos. Os mapas representam essencialmente o conhecimento obtido por meio das affordances da interface que ajudam os usuários a construir modelos mentais coerentes a partir dos quais novas tarefas e usos podem ser inferidos. Os mapas de conhecimento se baseiam em affordances por meio das interações realizadas pelos usuários em vários cenários usando objetos e sistemas que fornecem interações semelhantes. Assim, o design de interação de objetos phygital para jogos exige que os designers de jogos não apenas entendam completamente os aspectos virtuais das affordances aos quais talvez estejam acostumados, mas também os estendam para incluir as affordances que associamos a objetos físicos para garantir que seu design geral de jogo não cause confusão para o jogador. Portanto, é importante considerar o conceito de affordance com mais detalhes e na seção a seguir apresentamos essa discussão.

#### Possibilidades dos objetos PHYGITAL

O conceito original de affordance foi concebido pelo psicólogo ecológico James J Gibson (Gibson 1977) para definir as propriedades acionáveis entre o mundo e uma pessoa. Ele usa o exemplo de uma superfície plana que permite "sentar", enquanto uma "pontiaguda" não. O aspecto importante disso é que uma affordance de um objeto existe, seja ele agido ou não. O conceito de affordance foi mais notavelmente desenvolvido para design por Donald Norman, estendido do que ele considerava as "affordances reais" de Gibson para incluir affordances "percebidas" (Norman 2002). Ele argumentou que *affordances "desempenham papéis muito diferentes em produtos físicos do que no mundo dos produtos baseados em tela"* (Norman 1999) e, diferentemente de Gibson, ele também acreditava que affordances poderiam depender da experiência, conhecimento ou cultura dos usuários (Soegaard 2003), por exemplo, no Japão você esperaria ler quadrinhos da direita para a esquerda e da frente para trás. Além disso, Norman usa isso como um meio de distinguir entre as propriedades de um objeto que são controláveis por um designer e

aqueles que são fixos. No caso do design de objetos reais, tanto as affordances reais quanto as percebidas são controláveis, enquanto que para a interação baseada em tela geralmente apenas as affordances percebidas estão sob o controle do designer, *“como o sistema de computador vem com recursos físicos incorporados”* (Norman 1999). Por exemplo, todas as telas de computador suportam a affordance do toque, sejam elas sensíveis ao toque (ou seja, respondem ao toque) ou não. Se adicionarmos um alvo gráfico em uma tela sensível ao toque, estamos fornecendo feedback visual que anuncia a affordance de que a interação por toque é suportada, e isso cria a affordance percebida do usuário. Este é um ponto importante, pois enfatiza que, embora os designers de jogos possam estar acostumados a incorporar as affordances percebidas estabelecidas dentro das affordances embutidas de sistemas de jogos e seus controladores, computadores ou telefones, é improvável que tenham contribuído para as affordances embutidas dos sistemas físicos, pois estas têm sido tradicionalmente reservadas aos designers de produtos.

Bill Gaver enfatizou ainda mais a importância das affordances para o design ao afirmar *“as affordances existem, sejam ou não percebidas, mas é porque são inerentemente sobre propriedades importantes que elas “precisam” ser percebidas”* (Gaver 1991). Gaver também introduziu o conceito de 'affordances sequenciais' que descreve como em muitas situações uma ação do usuário em uma affordance perceptível leva a novas informações relacionadas à próxima affordance na sequência. Em relação ao design de jogos, esse conceito de affordance sequencial pode ser considerado juntamente com a retórica processual, pois assim como o significado do jogo é comunicado por meio da participação (Bogost 2008), também o são as affordances de seu design de interação. Para ajudar os designers a considerar a facilidade de uso do objeto/sistema que estão projetando, Gaver desenvolveu uma figura (Gaver 1991), que considera se a informação perceptual está disponível para o usuário, que recriamos como Figura 2.

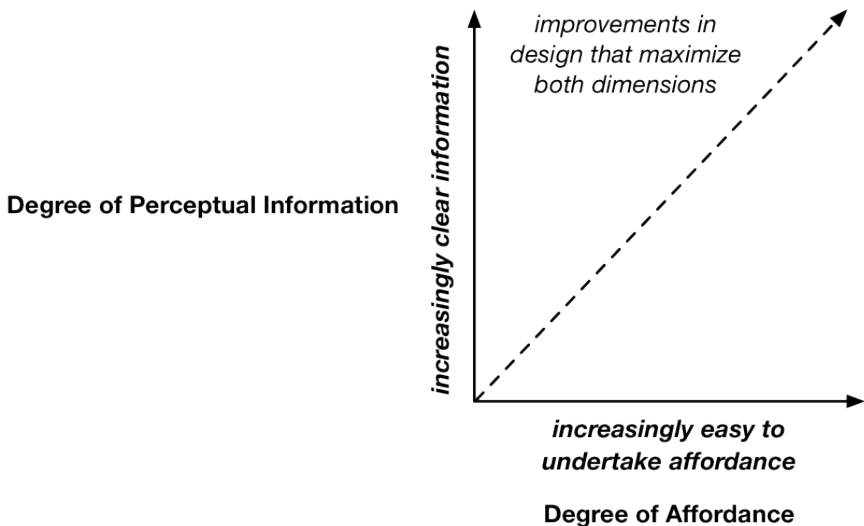


*Figura 2: Affordance relativo à informação perceptual adaptada de Gaver (1991)*

Neste diagrama, uma falsa affordance existe quando não há possibilidade de ação, embora a informação perceptual implique que há, no entanto, outros argumentariam que, em tal caso, não é que a affordance esteja incorreta, mas sim que a informação perceptual está incorreta (McGrenere e Hon 2000). Isso ocorreria se um designer de jogos criasse um objeto físico com um recurso que se parecesse com um botão que não pudesse ser pressionado fisicamente. Uma rejeição correta ocorre quando não há affordance e nenhuma informação perceptual para especificá-la, enquanto uma affordance oculta existe quando a affordance está presente, mas a informação perceptual especificadora não está. Dan Saffer sugere que affordances ocultas podem realmente ser consideradas como "descobríveis" (Saffer 2013) em reconhecimento de que os designers podem deliberadamente permitir que sejam reveladas por meio de uso acidental ou exploração deliberada. Isso é semelhante à prática de designers de jogos deixarem elementos ocultos, ou "easter eggs", dentro de seus jogos que são descobertos por acidente, essa prática sugere uma possível oportunidade interessante ainda a ser aplicada a objetos de jogos. Por exemplo, um brinquedo articulado relacionado a um avatar do jogo pode desbloquear habilidades inesperadas quando fisicamente manipulado em uma determinada posição pelo jogador.

Embora reconhecendo a contribuição de Gaver, McGrenere e Hon afirmam que, para "usar affordances para avaliar e melhorar o design,

*é útil pensar no grau de uma affordance* e para *“considerar as affordances como binárias é simplificar demais”* (McGrenere e Hon 2000). Para ilustrar isso, eles criaram a Figura 3, que apresenta um espaço bidimensional onde uma dimensão descreve a facilidade com que uma affordance pode ser realizada e a outra dimensão descreve a clareza das informações que descrevem a affordance. Cada dimensão é um continuum e o objetivo do designer é primeiro determinar as affordances necessárias e então maximizar cada uma dessas dimensões (McGrenere e Hon 2000). Sugerimos que objetos phygital devem ser considerados como atravessando dinamicamente esse espaço e os designers devem se esforçar para unir abordagens para affordances dos domínios físico e digital dinamicamente ao longo do jogo. Isso significa que os designers de jogos não podem considerar affordances reais ou percebidas separadamente ou que essas affordances são fixas e devem abordar ambas ao longo do design e teste de um jogo.



*Figura 3: Melhorando o Design de Affordance adaptado de McGrenere e Hon (2000)*

Juntamente com as affordances, Norman também definiu 'convenções culturais' (Norman 2002), que também servem para restringir a interação do usuário e derivam das interpretações convencionais dos usuários sobre como eles deveriam



interagir com um artefato específico (no nosso caso, o objeto do jogo). Norman subdivide ainda mais essas convenções culturais em restrições físicas, lógicas e culturais. As restrições físicas estão relacionadas ao artefato, por exemplo, no caso de Skylanders e Disney Infinity, as figuras só podem interagir com os jogos virtuais quando em contato com o portal ou base e o leitor NFC tem um alcance de detecção de aproximadamente 2 centímetros. As restrições lógicas são quando os usuários fazem julgamentos para deduzir a natureza da interação. Por exemplo, em Call of Duty, como nosso avatar representa um soldado humano, presumimos que ele pode executar as ações físicas que nós mesmos podemos executar. As restrições culturais são convenções compartilhadas por um grupo cultural. Existem muitas convenções culturais compartilhadas em jogos que se refletem em coisas como regras da casa<sup>2</sup> mas mais notavelmente em relação ao gênero do jogo. Por exemplo, esperamos que jogos casuais sejam curtos com interações muito simples. O desafio para designers de jogos é entender quais convenções eles podem herdar ao projetar um objeto de jogo de uma forma específica.

A seção final da nossa discussão considera o espaço do jogo dentro do qual a interação acontece. Em seu livro *A Revolução Casual* Jesper Juul (Juul 2009) dividiu o espaço do jogo em: espaço do jogador, espaço da tela e espaço 3D para destacar que em muitos jogos casuais, como aqueles que usam o Wii Sports, o espaço do jogador desempenha um papel muito mais significativo do que muitos jogos de console mais tradicionais (Juul 2009), especialmente para o público. Essa divisão do espaço do jogo fornece uma maneira útil para os designers considerarem onde o foco da atenção do jogador pode estar ao interagir com objetos do jogo em cenários baseados na tela. Essa consideração permitirá que os designers esclareçam: em qual espaço e como a interação ocorre; e em qual espaço e como o feedback sobre essa interação é apresentado ao jogador. A Figura 4 fornece dois desses cenários de interação e, ao contrário dos jogos casuais explorados por Juul, a questão se os jogos são single ou multiplayer não domina a discussão, pois é antecipado que ambos os cenários apoiariam qualquer tipo de jogo que esteja mais preocupado

2. As regras da casa são regras que não fazem parte formalmente das regras oficiais do jogo, mas são criadas pelos próprios jogadores e podem variar de pequenas adições a desvios completos na jogabilidade.

qual espaço é o foco de atenção do(s) jogador(es) que está(ão) jogando o jogo em vez de outros que podem estar assistindo à ação

1. Neste cenário, a tela do tablet fornece uma superfície através da qual os objetos físicos do jogo interagem com um jogo virtual que pode ser representado no espaço 2D ou 3D.

2. Neste cenário, os movimentos do objeto físico são transferidos para a tela por meio de um link com/sem fio e, assim como no caso anterior, o jogo virtual pode ser representado como um espaço 2D ou 3D.

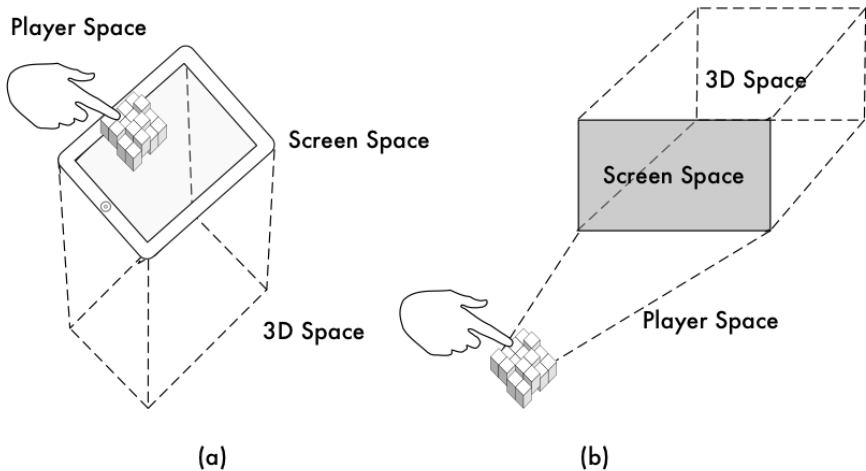


Figura 4: Exemplo de espaços de jogo/interação para objetos de jogo usados com telas

É importante notar que, embora esses cenários sejam indicativos de muitas das implementações atuais de jogos que incorporam objetos phygital, eles não são as únicas possibilidades e os designers são livres para explorar a configuração de tais espaços de interação. Por exemplo, o cenário (a) permite interação relativamente limitada pelo jogador, pois o objeto físico precisa estar em contato com a tela durante todo o jogo, embora isso possa ser facilmente combinado com um link sem fio de

cenário (b) para permitir que muito mais informações sejam transmitidas. Note que neste artigo não consideramos nem a tecnologia de comunicação que os objetos do jogo podem utilizar (ou seja, Bluetooth LE, WiFi, ZigBee, etc.) nem qual arquitetura eles podem utilizar para dar suporte ao desenvolvimento de serviços (ou seja, dispositivos de serviço web, dispositivos de nuvem virtual e dispositivos peer-to-peer) que, sem dúvida, afetariam a operação do objeto.

Deixando essas considerações técnicas de lado, se retornarmos aos nossos cenários e considerarmos o provável foco de atenção do jogador nessas situações, podemos ver que, enquanto o cenário (a) fornece um espaço onde o jogador pode alternar o foco entre o objeto físico e o jogo virtual com relativa facilidade, no cenário (b) seu foco pode mudar consideravelmente e é muito mais provável que o feedback do jogo na tela possa ser facilmente perdido. Seja qual for a natureza do espaço geral do jogo criado, os designers precisam considerar cuidadosamente como o jogador irá interagir dentro de cada um dos subespaços durante o curso do jogo e, no caso de brinquedos, o jogo virtual pode não estar presente em algumas atividades de jogo. Portanto, todas as possibilidades precisam ser seriamente consideradas ao criar o objeto.

Tendo fornecido algumas orientações gerais sobre fatores que devem ser considerados para o design de objetos de jogos phygital, na seção subsequente forneceremos exemplos práticos de como eles podem ser colocados em prática.

### Interagindo com objetos FÍGITOS

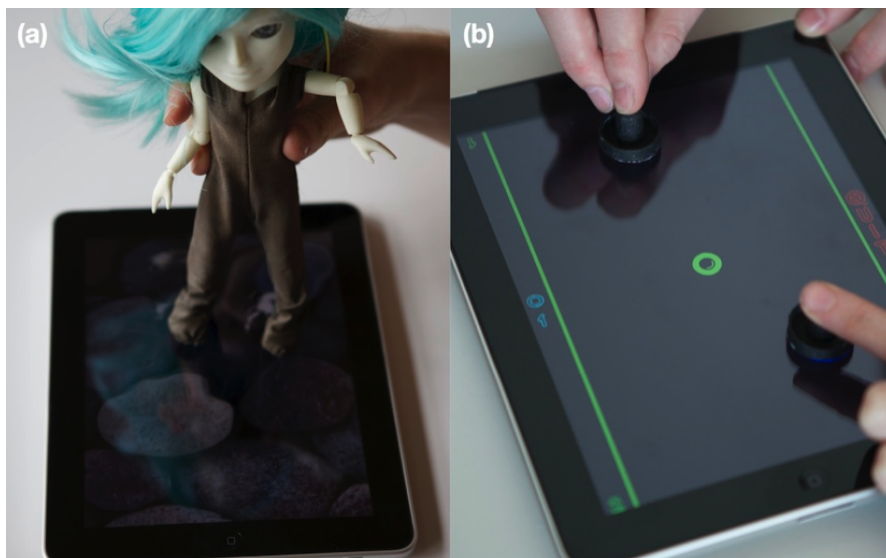
Nesta seção, exploramos a criação de objetos de jogo com exemplos que incorporam objetos de jogo 3D especialmente projetados e a personalização de uma boneca Makie ([//makie.me](http://makie.me)). Makies são bonecas de ação posáveis impressas em 3D cujos rostos e características são projetados pelo cliente. Uma interface da web e um aplicativo para iPhone permitem que os usuários escolham a aparência da Makie ajustando: os olhos, nariz, orelhas, mandíbula, sorriso, mãos, pés, cabelo e roupas. O outro recurso valioso em relação a este projeto é que a cabeça e o tronco da Makie foram deliberadamente deixados ocultos para permitir que os donos "hackeassem" sua boneca

com eletrônicos como o Lilypad Arduino (um slot especialmente projetado é fornecido na cabeça Makie para este dispositivo).

Nas seções seguintes, consideraremos os dois cenários definidos anteriormente em relação ao design dos objetos e sua interação.

Interação direta de objetos phygital com telas sensíveis ao toque

Nesta primeira seção, consideramos o cenário (a) avaliando como objetos de jogo phygital podem ser criados para explorar a tecnologia subjacente de dispositivos de entrada multitoque, como o iPad, em vez da criação de novas interações gestuais que são então associadas aos objetos (Buxton, Hill e Rowley 1985). Onde os primeiros telefones e tablets sensíveis ao toque empregavam telas sensíveis ao toque, que exigiam pressão física para criar um evento de toque, as telas sensíveis ao toque capacitivas, vistas na grande maioria dos telefones e tablets atuais, exploram as propriedades elétricas do corpo humano por meio de capacitância mútua ou própria. Portanto, quaisquer objetos de jogo phygital produzidos devem permitir que a condutância dos dedos do jogador passe por eles e para a superfície do dispositivo para que registrem uma interação. Uma ilustração de quão simples esse conceito pode ser alcançado é mostrada na Figura 5a, em que um Makie foi equipado com roupas feitas de tecido condutor, permitindo que a carga dos dedos do jogador fosse transferida para a superfície do iPad executando um aplicativo que apresentava a superfície como se fosse água.



*Figura 5: a) Makie equipado com roupas feitas de tecido condutor interagindo com iPad b) Objeto físico do jogo produzido a partir de material condutor que atua como um objeto dentro de um jogo virtual*

Na Figura 5b, apresentamos outro exemplo que estende essa abordagem ao criar os objetos do jogo usando material condutor. Em particular, consideramos os objetos para uso em um jogo para iPad que chamamos de Pong+ (Burnett, Coulton e Lewis 2012). O jogo é jogado com o iPad na horizontal e usando objetos físicos do jogo como "malho", como você faria no jogo físico de Air Hockey, mas com um "disco" de jogo virtual, como pode ser visto no clássico Pong da Atari. Os malhos do jogo foram impressos em 3D, pintados com tinta condutora ([// www.bareconductive.com](http://www.bareconductive.com)) e têm um pano condutor ajustado à sua base para imitar os pontos de toque que poderiam ser produzidos por vários dedos. Colocando essa implementação específica em contexto, ela pode ser considerada uma interface espacial dinâmica tangível totalmente incorporada (Ullmer e Ishii 2000). A pesquisa associada a este jogo não apenas destacou os benefícios das possibilidades físicas dos tacos em relação a uma implementação alternativa puramente virtual, mas também destacou que o número, o tamanho e o espaçamento dos pontos de toque que podem ser rastreados simultaneamente em tal jogo são altamente dependentes do dispositivo (Burnett et al 2012). Isso ocorre porque

não existe nenhum padrão que especifique esses parâmetros para celulares ou tablets, o que significa que os designers podem ter que investir um tempo considerável avaliando as capacidades de muitos dispositivos se estiverem buscando compatibilidade entre plataformas de seus objetos de jogo.

Esta abordagem cria objetos passivos e, portanto, difere do trabalho apresentado por Yu et al que propôs objetos ativos (ou seja, aqueles contendo sua própria fonte de alimentação e eletrônica) para interfaces tangíveis (Yu, Chan, Lau, Tsai, SS, Hsiao, IC, Tsai, DJ, Hsiao, FI, Cheng, Chen, Huang e Hung 2011). O esquema de Yu et al é modular eletricamente pontos de toque em frequências que eles sugerem estarem além do que é provável ser produzido por dedos humanos, mas ainda é detectável pelo dispositivo (Yu et al 2011). Eles oferecem isso como uma solução que supera a limitação de soluções passivas que podem suportar apenas uma gama limitada de informações dentro de um único objeto. No entanto, embora não apresentem estudos de usuários, eles afirmam que, devido à velocidade computacional necessária para o dispositivo detectar essa modulação de frequência *“limita o uso a objetos estáticos”* (Yu et al 2011) e, como tal, limitaria drasticamente sua aplicabilidade para muitos gêneros de jogos e sugere que seria mais adequado para brinquedos de aplicativos simples (Hinske et al 2008, Mandryk et al 2000).

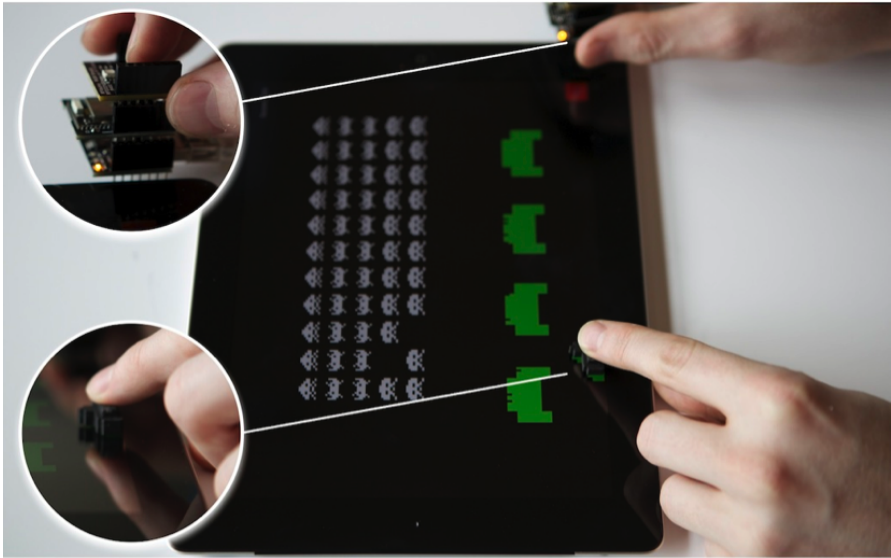
#### Interação com objetos phygital

Nesta seção, exploramos o cenário (b) no qual os jogadores interagem diretamente com o objeto, mas não fisicamente com a tela. Para ilustrar esse conceito, aproveitamos o Makie como um objeto digitalmente lúdico, pois ele suporta hacking para permitir que ele detecte outros objetos. Na Figura 6, apresentamos um Makie que tem um leitor de Near Field Communication (NFC) instalado em seu interior e que é baseado em um Lilypad Arduino acoplado ao módulo NFC que suportou o desenvolvimento de uma antena sob medida que poderia ser instalada no tronco do Makie. Transformar o Makie em um leitor NFC significa que qualquer mundo virtual Makie associado pode ser estendido com qualquer número de itens adicionais, semelhante à maneira como os leitores de Skylanders e Disney Infinity permitem que os personagens sejam trocados dentro dos jogos. A interação desses novos objetos com o Makie pode

então ser transferido para um jogo rodando em um telefone, tablet ou console sem fio usando WiFi ou, neste caso, Bluetooth de baixa potência. Vale a pena notar que, como uma alternativa para, ou além do, leitor NFC, outros sensores como acelerômetros, magnetômetros ou um giroscópio poderiam ser adicionados para detectar movimentos específicos do Makie.



*Figura 6: Makie aumentado com leitor NFC*



*Figura 7: Invasores do Espaço Virtual controlados por base física e botão de disparo*

Para ilustrar como outros cenários alternativos podem surgir, combinamos os cenários (a) e (b) para criar uma nova implementação do antigo clássico de arcade Space Invaders, como mostrado na Figura 7. Neste jogo, um objeto impresso em 3D é usado para controlar a posição da "base" dos jogadores e, em seguida, um microinterruptor fornece o controle de "fogo" por meio de um link Bluetooth de baixa potência. No momento, o interruptor é implementado usando uma placa RFduino ([//www.rfduino.com](http://www.rfduino.com)) separada e um escudo de interruptor, embora estes possam ser redesenhados para caber em um único objeto de jogo.

#### Projeto de Objeto Phygital Espiral

Enquanto imaginamos que os objetos de jogo phygital seguiriam a espiral de design mostrada na Figura 8, na qual uma ideia é explorada por meio de diferentes soluções alternativas que são prototipadas e testadas para obter uma solução final adequada, reconhecemos que um aspecto fundamental que muitos pequenos designers de jogos independentes que criam objetos phygital enfrentarão é como estender a espiral além da cultura do criador, da qual muitos desses objetos emergem, para um ciclo de produção completo. Enquanto o hardware de código aberto e as impressoras 3D de baixo custo facilitam a prototipagem fácil de objetos de jogo, eles geralmente seriam



considerado muito caro para produção em larga escala. Para reduzir custos, os designers geralmente precisam mudar a produção para moldagem por injeção e eletrônicos sob medida. Esta é uma consideração importante para os designers de tais objetos, pois provavelmente exigirá uma grande injeção de capital para facilitar este tipo de produção em fábricas especializadas. No entanto, como estamos vendo muitos exemplos de dispositivos protótipos obtendo com sucesso tal capital por meio de sites de financiamento coletivo como o Kickstarter ([//www.kickstarter.com](http://www.kickstarter.com)), isso não representa uma barreira intransponível.

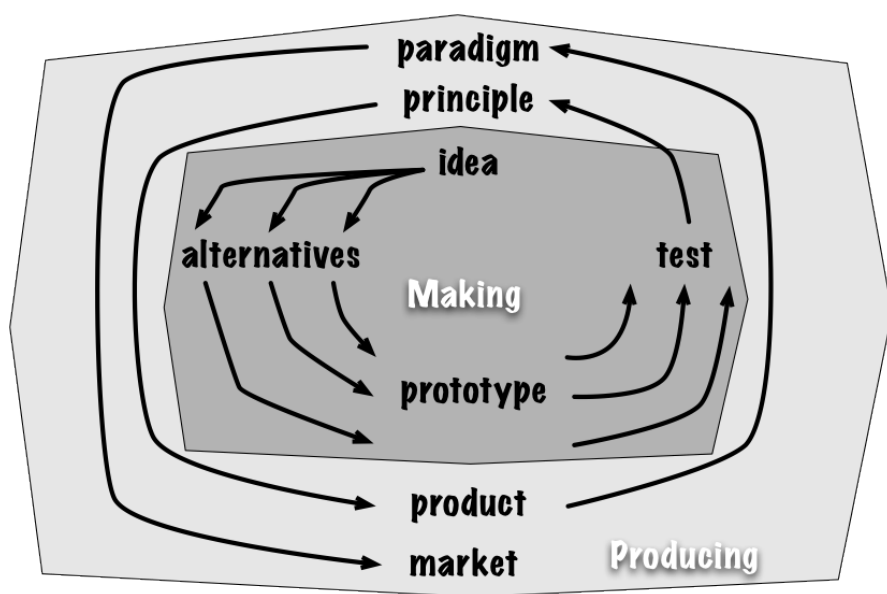


Figura 8: Ciclo de design de objetos IoT

## Conclusão

Estamos, sem dúvida, passando por um período de mudança na indústria de videogames e vendo uma mudança do domínio dos principais consoles para dispositivos e sistemas que, sem dúvida, suportam um design de jogo mais experimental. Embora o crescente domínio de telefones e tablets no mundo da computação seja um fator significativo, é ainda mais

impulsionado por avanços na impressão 3D, sistemas operacionais de código aberto, hardware aberto e conectividade aprimorada.

Embora os primeiros exemplos de objetos de jogos de IoT estejam surgindo principalmente das principais editoras de jogos e frequentemente se relacionem a uma marca estabelecida, as baixas barreiras de entrada dessas tecnologias significam que elas estão bem ao alcance de pequenos desenvolvedores de jogos independentes. No entanto, a criação de objetos físicos requer que novas considerações sejam adotadas dentro do design geral de interação, pois elas precisam combinar interações digitais e físicas dentro de uma experiência unificada do jogador

Os designers, portanto, não são confrontados apenas com interações discretas e contínuas, eles devem considerar se elas são implementadas de forma real ou virtual. Como elas são combinadas provavelmente exigirá uma série de protótipos se o resultado final for "fazer sentido" para o jogador.

Ao considerar a interação por meio dos termos de mídia quente e fria que se relacionam com o meio pelo qual são representados, auxilia os designers a considerar interações que vão além do domínio atual da visão e do toque. Os conceitos de quente e frio também são úteis para considerar como a informação ou o feedback são apresentados aos jogadores.

Os mapas de noções e caminhos nos ajudam a considerar o conhecimento obtido pelos jogadores por meio das affordances de interface, o que os ajuda a construir modelos mentais coerentes a partir dos quais novas tarefas e usos podem ser inferidos. No entanto, como foi discutido, embora as affordances de objetos físicos possam ser prontamente percebidas por meio de seu design, no caso de sistemas virtuais, as informações perceptuais que revelam a affordance precisam ser atribuídas dinamicamente. Essas informações não são simplesmente percebidas ou não percebidas, elas existem em um continuum que se relaciona com a capacidade de um jogador de empreender uma affordance específica que, por sua vez, é afetada por convenções culturais dinamicamente mutáveis associadas a certas affordances.

A subdivisão do espaço do jogo em espaço do jogador, espaço do jogo e espaço 3D é uma maneira útil para designers considerarem onde o foco da atenção do jogador pode estar e onde, e como o feedback para uma interação específica é apresentado ao jogador. Reconheceríamos que essa subdivisão reflete o domínio atual de interações baseadas em tela e, portanto, novos modelos podem precisar ser desenvolvidos para refletir espaços de jogo alternativos e aqueles nos quais o objeto pode ser a entidade dominante.

Em nossos exemplos, consideramos os dois cenários que representam as principais abordagens para facilitar a interação entre um objeto físico e jogos virtuais baseados em tela. O primeiro cenário utiliza a tela de um tablet como superfície através da qual os objetos físicos interagem com um jogo virtual em espaço 2D ou 3D. As principais abordagens para criar tais objetos são passivas ou ativas, com uma gama maior de informações oferecidas por objetos ativos. No entanto, objetos passivos são mais adequados para interação dinâmica e contínua com a superfície de um telefone ou tablet. O segundo cenário é onde os movimentos do objeto físico, ou interações com o objeto físico, são transferidos para a tela por meio de um link com/sem fio. Embora essa abordagem permita a inclusão de um número maior de objetos e, potencialmente, a detecção de interações mais complexas, isso ocorre ao custo de maior complexidade do objeto phygital. O exemplo final mostra que esses dois cenários são apenas duas das muitas possibilidades disponíveis, de modo que os designers de jogos são livres para desenvolver essas interações híbridas da maneira que acharem mais apropriada para o jogo.

Nesta pesquisa, apresentamos uma espiral de design para objetos phygital que ilustra que, embora o processo de design possa incorporar aspectos comuns a muitas formas de design, a mudança de técnicas associadas à comunidade de criadores para outras mais adequadas à produção em larga escala é um desafio particular para os fabricantes.

Finalmente, reiteramos que este artigo está especulando sobre um futuro no qual a criação de objetos de jogo que conectam o físico e o digital apresenta uma oportunidade emocionante e prática para designers de jogos. No entanto, tal

objetos requerem abordagens de design de interação que não apenas utilizem entendimentos de design de produto e interface gráfica de usuário, mas também como eles podem ser efetivamente combinados dinamicamente. Nesta pesquisa, destacamos uma gama de sensibilidades de design que designers de jogos precisarão adotar se quiserem criar tais jogos.

## Agradecimentos

A pesquisa apresentada neste artigo foi possível principalmente por meio do projeto The Creative Exchange do Arts and Humanities Research Council (AHRC), a quem expressamos nossa gratidão. Gostaríamos também de agradecer a Natasha Carolan, ex-chefe de átomos, na Makielab por nos fornecer nosso Makie 'Toad' para dar suporte a esta pesquisa.

## Referências

Antropia, A. *A ascensão dos fanzineiros de videogame: como aberrações, normais, amadores, artistas, sonhadores, desistentes, gays, donas de casa e pessoas como você estão retomando uma forma de arte*, Seven Stories Press, 2012.

Bernardes Jr, JL, Tori, R., Nakamura, R., Calife, D., e Tomoyose, A. *“Jogos de Realidade Aumentada”*. Em: Extending Experiences: Estrutura, análise e design da experiência do jogador de jogos de computador. Lapland University Press, 2008.

Bogost, E. *Unit Operations: uma abordagem à crítica de videogames*, 49-73, The MIT Press, 2008.

Burnett, D., Coulton, P., e Lewis, A. “Fornecendo affordances físicas e percebidas usando peças de jogos físicos em tablets baseados em toque”. Em Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System (IE '12). ACM, Nova York, NY, EUA, , Artigo 8, 7 páginas, 2012.

Buxton, W., Hill, R., e Rowley, P. “Problemas e técnicas na entrada de tablets sensíveis ao toque”. Em Anais do 12º Congresso Anual

Conferência sobre Computação Gráfica e Técnicas Interativas SIGGRAPH '85. ACM Press, Nova York, NY, 215-224, 1985.

Coulton, P. *"SKYLANDERS: Near Field na sua sala de estar agora"*, Em: Ubiquidade: O Jornal da Mídia Pervasiva. pp. 136-138, 2012.

Português Cousins, B., "Weapons of Mass Disruption #3: How and Why Consoles Will Die", Kotaku 1/7/13, <http://kotaku.com/5973498/weapons-of-mass-disruption-3-how-and-why-consoles-will-die>, 2013, acessado em 14 de outubro de 2013.

Christensen, Clayton M. *O dilema do inovador: quando as novas tecnologias causam o fracasso de grandes empresas*, Boston, Massachusetts, EUA: Harvard Business School Press, 1997.

Czarnota, J. "Desenvolvedores – seu papel na guerra que se aproxima, e as maneiras pelas quais você pode se beneficiar de novos modos de produção de jogos". Gamasutra 10/4/13, <http://goo.gl/qSpKZb>, 2013, acessado em 14 de outubro de 2013.

Português Drascic, D., e Milgram, P. "Questões perceptivas em realidade aumentada", em: SS Fisher, JO Merritt e MT Bolas (Eds.), Exibições estereoscópicas e sistemas de realidade virtual III, 123-134, SPIE Press, 1996.

Gaver, WW "Affordances de tecnologia". Em Anais da Conferência SIGCHI sobre Fatores Humanos em Sistemas de Computação (CHI '91), Scott P. Robertson, Gary M. Olson e Judith S. Olson (Eds.). ACM, Nova York, NY, EUA, 79-84, 1991.

Gibson, JJ "A Teoria das Affordances". Em RE Shaw & J. Bransford (eds.), Percebendo, Atuando e Conhecendo. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1977.

Hinske, S., e Langheinrich, M. "RFIDice – Aumentando Dados de Mesa com RFID". Em: Journal of Virtual Reality and Broadcasting, vol. 5, no. 4, 2008.

Ishii, H. "Bits tangíveis: além dos pixels". Em Anais do 2º

Conferência Internacional sobre Interação Tangível e Incorporada (TEI '08). ACM, Nova York, NY, EUA, 2008.

Português (2009). *Uma Revolução Casual: Reinventando os Videojogos e os Seus Jogadores*. São Paulo: Editora UFMG, 2009.

Kato, H., Billinghurst, M., Poupyrev, I., Imamoto, K., e Tachibana, K. "Manipulação de objetos virtuais em um ambiente de RA de mesa". Em Proceedings of Int. Symp. on Augmented Reality, 2000.

Português Kortuem, G., Kawsar, F., Fitton, D., e Sundramoorthy, V. "Objetos inteligentes como blocos de construção para a Internet das Coisas", IEEE Internet Computing, vol. 14, no. 1: 44-51, 2010.

Português Kultima, A., Tyni, H., Mäyrä, F. "Dimensões do híbrido em produtos lúdicos", Anais da conferência acadêmica MindTrek 2013 "Fazendo sentido da mídia convergente", Tampere, Finlândia, 2013.

Normando, DA *Affordance, convenções e design*. Interações 6, 3, 38-43, 1999.

Normando, DA (*O Design das Coisas Cotidianas*. Publicado pela Basic Books. 2002.

Mandryk, RL, e Maranan, DS "Falsos profetas: explorando jogos híbridos de tabuleiro/vídeo". Em CHI '02, resumos estendidos sobre fatores humanos em sistemas de computação. ACM, Nova York, NY, EUA, 640-641, 2002.

McGrenere, J. e Ho, W. "Affordances: esclarecendo e evoluindo um conceito", Proceedings of Graphic Interface 2000 Conference, Montreal, Canadá, 1-8, 2000.

McLuhan, M., Fiore, Q., & Agel, J. *O meio é a mensagem*. Nova York, Bantam Books, 1967.

McLuhan, M., Eric McLuhan, E., e Frank Zingrone *McLuhan Essencial*, Basic Books; 1ª edição, 12 de julho de 1996.

National Intelligence Council. "Disruptive Civil Technologies: Six Technologies With Potential Impacts on US Interests out to 2025" [Tecnologias civis disruptivas: seis tecnologias com impactos potenciais nos interesses dos EUA até 2025]. <http://www.fas.org/irp/nic/disruptive.pdf>, 2008, acessado em 10/09/2013.

Ng, Eu. "*Valor e Valor: Criando Novos Mercados na Economia Digital*". Innovorsa Press. Relatório dos Estudos Preparatórios financiados pelo TSB sobre Convergência de IoT, outubro de 2012: [tiny.cc/iotprepstudies](http://tiny.cc/iotprepstudies). Acessado em 10/9/2013.

Mais seguro, D. *Microinterações: Projetando com detalhes*, O'Reilly Media, 2013.

Schnädelbach, H., Koleva, B., Flinham, M., Fraser, M., Izadi, S., Chandler, P., Foster, M., Benford, S., Greenhalgh, C., e Rodden, T. "O augurscópico: uma interface de realidade mista para ambientes externos". Em Anais da conferência SIGCHI sobre Fatores humanos em sistemas de computação: Mudando nosso mundo, mudando a nós mesmos (CHI '02). ACM, Nova York, NY, EUA, 9-16, 2002.

Soegaard, Mads. "*Acessibilidades*". de <http://www.interactiondesign.org/encyclopedia/affordances.html>, acessado em 10/09/2013.

Português Ullmer, B. e Ishii, H. "Estruturas emergentes para interfaces de usuário tangíveis", IBM Systems Journal, v.39 n.3-4, 915-931, julho de 2000.

Verplank, W. "Interaction Design Sketchbook by Frameworks para projetar produtos e sistemas interativos". [//ccrma.stanford.edu/courses/250a/lectures/IDSketchbok.pdf](http://ccrma.stanford.edu/courses/250a/lectures/IDSketchbok.pdf) Acessado em 10/09/2013.

Wigdor, D. e Wixon, D. '*Admirável mundo NUI: projetando interfaces de usuário naturais para toque e gestos*', Morgan Kaufmann; 1ª edição, 2011.

Yu, NH, Chan, LW, Lau, SY, Tsai, SS, Hsiao, IC, Tsai, DJ, Hsiao, FI, Cheng, LP, Chen, M., Huang, P., e Hung, YP "TUIC: permitindo interação tangível em displays multitoque capacitivos". Em Anais da conferência anual sobre fatores humanos

em sistemas de computação 2011. ACM, Nova York, NY, EUA, 2995-3004, 2001.