RBTCC Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva
e-ISSN: 1982-3541

ABPMC Associação Brasileira de Psicologia e Medicina Comportamental

Inovação Tecnológica em Crianças

Technological Innovation in Children

Innovación Tecnológica en niños

RESUMO: Inovação é uma palavra de ordem no século XXI e está geralmente relacionada à criatividade para o senso comum. As crianças são reconhecidamente usuárias de tecnologias, mas apresentam geralmente desempenho fraco nas tarefas de uso de ferramentas que exijam inovação. Neste ensaio, trata-se da contribuição da abordagem comparativa para o entendimento da inovação na perspectiva do desenvolvimento humano, além de se relacionar a inovação ao processo de aprendizagem. Finalmente, discutem-se as implicações educacionais dos estudos de inovação comportamental para a Educação Infantil.
Palavras-Chave: Criatividade, Cultura Cumulativa, Educação Infantil, Imitação, Psicologia da Tecnologia.

ABSTRACT: Innovation is a watchword in the 21st century and is often related to creativity in common sense. Children can use tools at early ages, but they are poor innovator in tasks that require use of tools. Here, I discuss a comparative approach to the understanding of innovation from the perspective of human development, as well as innovation within the behavioral learning framework. Finally, implications of innovative behavioral research to the preschool education are discussed.
Keywords: Creativity, Cumulative Culture, Imitation, Preschool, Psychology of Technology

RESUMEN: La innovación es una consigna en el siglo XXI y está usualmente relacionada con la creatividad en el sentido común. Los niños son usuarios reconocidos de tecnologías, pero generalmente presentan bajo rendimiento en las tareas de uso de herramientas que requieren innovación. En este ensayo se trata de la contribución del abordaje comparativo a la comprensión de la innovación desde la perspectiva del desarrollo humano, además de relacionar la innovación con el proceso de aprendizaje. Finalmente, se discuten las implicaciones educativas de los estudios de innovación conductual para la Educación Infantil.

Autor

Raphael Moura Cardoso *

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Grupo 2mi Tecnologia (SP)

Correspondente

* cardosorph@gmail.com

Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* em Psicologia, Goiânia, GO, Brasil.

Dados do Artigo

DOI: 10.31505/rbtcc.v21i4.1351

Recebido: 15 de Agosto de 2019
Revisado: 14 de Outubro de 2019
Aprovado: 09 de Dezembro de 2020

Como citar este documento

Cardoso, R. M., (2020). Inovação Tecnológica em Crianças. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva.* Advance online publication. doi: https://10.31505/rbtcc.v21i4.1351

OPEN ACCESS

É permitido compartilhar e adaptar. Deve dar o crédito apropriado, não pode usar para fins comerciais.

Palabras clave: Creatividad, Cultura Cumulativa, Educación Infantil, Imitación, Psicología de la Tecnología.

Inovação se tornou a palavra ordem no meio corporativo e governos. É comum ouvir dizer sobre "a necessidade de inovação nos produtos, processos e organizações". No meio corporativo, uma solução inovadora é aquela que atende alguma demanda específica do mercado, indústria ou governo. Neste sentido, a inovação é o resultado de um longo processo que envolve prospecção, mapeamento e identificação de necessidades de um setor ou nicho de mercado, desenvolvimento, validação e lançamento do produto para o mercado. Logo, o objetivo último de uma inovação para o mercado é o retorno lucrativo do investimento.

Obviamente, a busca por soluções inovadoras não é uma necessidade exclusiva de indústrias, mercado e governos. As pessoas também precisam frequentemente buscar soluções novas para problemas do dia-a-dia. Entretanto, o meio pelo qual as pessoas buscam estas soluções é muito diferente daquele adotado no meio corporativo. De maneira sucinta, as pessoas se deparam com um problema e se prestam a solucioná-lo de algum modo. As pessoas podem dedicar seu tempo livre e recursos próprios para desenvolver, testar ou aperfeiçoar técnicas e tecnologias de forma espontânea, ou podem criar incrementos ou utilidades novas para um produto ou técnica existentes. Nestes casos, o motivo da inovação é a própria satisfação das necessidades da pessoa ou do grupo. Neste texto, a inovação realizada pelas pessoas no dia-a-dia será denominada "inovação comportamental" para diferir do sentido de inovação empregado no meio corporativo.

Há vários exemplos de inovação comportamental que podemos listar: criar uma receita culinária nova, uma maneira nova e mais eficiente de realizar tarefas domésticas, utilizar um produto com uma finalidade distinta daquela para qual foi desenvolvida, criar um adorno incomum ou criar uma decoração original a partir de materiais reaproveitados. Como se pode notar, a inovação comportamental não se trata apenas de criar algo completamente novo. O emprego de uma ferramenta, ou um objeto existente para outra finalidade, a combinação de diferentes produtos para criação de algo novo, ou simplesmente o aperfeiçoamento de uma solução existente são também inovações comportamentais genuínas.

É preciso observar ainda que, embora a tecnologia seja sua forma mais tangível, a inovação pode também se referir ao rearranjo da organização social para execução de uma tarefa, não implicando necessariamente na criação de um produto durável. Estas inovações orientadas para o domínio social são denominadas como inovação social, sendo a forma mais comum de inovação feita pelas pessoas, enquanto inovações orientadas para o domínio físico são denominadas como inovações tecnológicas. Esta distinção não deve ser interpretada como categorias mutuamente excludentes, sendo mais bem descrita como *continuum* (von Hippel & Suddendorf, 2018).

Finalmente, é habitual a associação entre inovação comportamental e criatividade. Por exemplo, diz-se sobre alguém que encontra soluções novas para os problemas cotidianos como uma pessoa criativa. Na medida em que criatividade é popularmente interpretada como um atributo pessoal (uma pessoa criativa), que se distingue dentre os indivíduos (i.e. algumas pessoas são mais criativas que outras), segue-se uma concepção de criatividade centrada no indivíduo. Apoiado neste tipo de concepção é comum pensar que as pessoas consideradas

mais criativas sejam consequentemente também mais inovadoras. Esta interpretação parece um tanto simplista, pois a inovação comportamental envolve processos criativos, mas não depende necessariamente destes processos para que a solução inovadora seja alcançada.

A criatividade também é objeto de interesse para a Psicologia do Desenvolvimento e Educacional, afinal as crianças são reconhecidamente criativas nas suas brincadeiras e regras, desenhos, histórias e explicações, sendo talvez o faz-de-conta a melhor ilustração desta produção criativa na infância. Por outro lado, a inovação comportamental tem sido um tema tradicional de interesse nos estudos comparativos sobre inovação e cultura em animais. Aliás, os avanços nos estudos comparativos no campo da aprendizagem social em primatas já suscitaram colaborações profícuas na Psicologia do Desenvolvimento (e.g. Want & Harris, 2002) e, por isso, podem também auxiliar a pesquisa e avanços sobre inovação e comportamento no estudo do desenvolvimento humano.

Neste ensaio será abordada a inovação tecnológica em crianças em idade pré-escolar, enfocando o uso de ferramentas. Primeiro será discutido a definição operacional e de inovação tecnológica. Em seguida será discutido o papel da criança na inovação e serão apresentadas as pesquisas recentes sobre o tema. Por fim, serão apresentadas implicações educacionais á luz da nova Base Nacional Curricular Comum. Pretende-se contribuir com a formação de profissionais da Psicologia e Educação oferecendo material acessível em língua portuguesa sobre um tema relevante na atualidade.

Definição de Inovação Comportamental e Tecnológica

A inovação comportamental é comumente operacionalizada como a solução para um problema novo ou uma solução nova para um problema conhecido (Kummer & Goodall, 1985). Inovação *sensu* produto diz respeito a comportamentos novos ou modificação de comportamentos aprendidos que não estavam presentes previamente na população (e.g. tecnologia), enquanto inovação *sensu* processo se refere aos processos que resultam em comportamentos novos ou a modificação de comportamentos aprendidos que introduzem uma variante comportamental no repertório da população (e.g. técnica) (ver Reader & Laland, 2003). As inovações exibidas pelos humanos são geralmente orientadas ao domínio social, pois problemas que exijam soluções tecnológicas são menos frequentes que a demanda por solução exigida pelo ambiente social (von Hippel & Suddendorf, 2018).

A novidade é uma qualidade da inovação, mas insuficiente para caracterizar um comportamento (ou seu produto) como uma solução inovadora. As maquinas inteligentes na atualidade já são capazes de apresentar soluções novas para determinadas tarefas, porém não inovações, já que o que é considerado solução por humanos possui um forte componente cultural – e.g. éticos (Frey & Osborne, 2017). No domínio físico, a inovação tecnológica deve ser útil para a solução do problema e ser implantada, ou seja, o produto da inovação não é a ideia, mas a própria solução do problema. Finalmente, a inovação tecnológica deve ser replicável, seja pelo próprio sujeito ou por algum observador. Desse modo, uma inovação comportamental não é ocasional, resultado de iterações fortuitas com o problema, implicando necessariamente em aprendizagem.

A aprendizagem desempenha um papel importante na inovação comportamental. Embora seja comum pensar a inovação como um processo individual que resulta em soluções novas, na maioria das vezes uma inovação consiste na reorganização de comportamentos ou produtos já disponíveis no repertório da população. Além do mais, mesmos os indivíduos podem se valer de informações sociais para

identificar individualmente um problema e gerar sua solução. Portanto, aprendizagem social ou individual, ou ambos, podem participar em maior ou menor grau na solução nova de um problema. Neste sentido, é possível estabelecer um *continuum* entre inovação por invenção independente (i.e. o comportamento novo é resultado de aprendizagem individual) e inovação por modificação (i.e. o comportamento novo é resultado direto de influências sociais) (Carr, Kendall & Flynn, 2016).

A inovação comportamental orientada a soluções de problemas no domínio físico por meio de tecnologia, portanto, pode ser operacionalizada como: "[...] um comportamento novo, útil, aprendido e passível de transmissão social, que resulta da aprendizagem individual (inovação por invenção independente) ou a combinação de aprendizagem individual e social (inovação por modificação), e produzido de modo a resolver um problema novo ou um problema já existente de uma maneira nova" (Carr, Kendall & Flynn, 2016, p. 1515, tradução livre).

A inovação é distinta de outros processos cognitivos relacionados à criatividade

A inovação comportamental envolve diversas habilidades cognitivas, por exemplo, aprendizagem por descoberta (exploração), entendimento causal, *insight*, e o pensamento divergente. Entretanto, a inovação comportamental não se reduz a estas habilidades cognitivas, assim como nenhuma delas sozinhas consegue explicar ou produzir a inovação comportamental (Carr, Kendall & Flynn, 2016; Chappell et al., 2015).

Uma solução nova pode eventualmente surgir através da exploração do problema. Os comportamentos exploratórios são geralmente emitidos por humanos e outros animais diante um estímulo ou ambiente novo. Entretanto, o comportamento exploratório pode ser afetado por fatores extrínsecos ou intrínsecos aos indivíduos. Por exemplo, algumas espécies (e.g. especialistas) apresentam aversão persistente a ambientes ou estímulos novos (i.e. respostas neofóbicas). O valor adaptativo da resposta neofóbica é evidente, pois preserva os indivíduos dos riscos associados à exposição a ambientes e estímulos novos. Por outro lado, as respostas neofóbicas podem ser atenuadas a partir da aprendizagem, ou aspectos ecológicos ou sociais, como é o caso das espécies generalistas (por exemplo, algumas espécies de aves e primatas em geral). Nestas espécies, a atenuação das respostas neofóbicas é particularmente vantajosa, pois permitem que explorem novos nichos ecológicos (Mettke-Hoffmann, 2014). Logo, a exploração de um problema novo pode ser inibida ou facilitada por características intrínsecas à espécie, assim como pelas demandas ecológicas ou do estilo de vida de uma dada espécie.

Várias pesquisas sobre o comportamento animal relacionam comportamento exploratório à solução de problema, isto é, indivíduos que exploram mais um problema aumentam a chance de encontrar uma solução quando comparado àqueles indivíduos que exploram menos (Webster & Lefebvre, 2001). Nos primatas, a manipulação de objetos é uma forma comum de comportamento exploratório, sendo que as espécies que utilizam ferramentas na natureza são a que exibem maior propensão de manipular objetos (Reader & Laland, 2003; Torigoe, 1985). Os bebês humanos exibem um repertório vasto de manipulação de objetos já no primeiro ano de vida e este comportamento se torna mais seletivo com a idade. As teorias tradicionais do desenvolvimento sensório-motor atribuem ao advento da função de representacional a seletividade observada nos bebês a partir do primeiro ano. De acordo com esta explicação, próximo aos dois anos de idade, os bebês seriam capazes de atribuir significado aos objetos independentes de seu aspecto físico (c.f. Piaget, 1952).

Outra forma de explicar a seletividade observada nos bebês advém da Teoria da Ação-

-Percepção do desenvolvimento sensório motor. De acordo com esta perspectiva os objetos são fonte de informação para o desenvolvimento da manipulação de objetos. Ao engajar com o ambiente físico imediato, os bebês aprendem sobre as propriedades dos objetos e superfícies, e também sobre suas propriedades relacionais (*affordances*). A informação registrada pelos bebês orienta a exploração manual ao mesmo tempo em que a manipulação colabora para a o registro das propriedades dos objetos. Dessa maneira, ação e percepção estão unidas antes do segundo ano de vida (Bourgeios et al, 2005).

A exploração é certamente um precursor da inovação tecnológica e pode gerar soluções inovadoras sem implicar em habilidade representacional, conforme sugerem as evidências sobre o uso de ferramentas em animais e manipulação de objetos por bebês. Entretanto, a exploração não é determinante para a inovação comportamental, afinal explorar um problema não leva necessariamente a uma solução, muito menos de forma inovadora.

O entendimento causal é outro processo relevante para a inovação no domínio físico. É possível que primatas não humanos consigam estabelecer a conexão entre objeto e função (Vaesen, 2012) e, certamente, possuem o conhecimento de determinados princípios causais que operam no mundo (Seed & Tomasello, 2010), mas demonstram dificuldades de generalizar a solução tecnológica de um problema para um contexto novo (Macellini et al, 2012). Esta dificuldade é reduzida, entretanto, quando a tarefa é modificada, por exemplo, retirando-se a exigência de uso de ferramenta. A diferença observada entre humanos e animais no que tange ao uso de ferramentas sugere diferenças cognitivas importantes: animais compreendem as propriedades físicas das ferramentas a partir de suas dicas perceptuais, mas não compreendem suas propriedades funcionais não-aparentes (Penn & Povinelli, 2007; mas ver sobre primatas em Seed & Tomasello, 2010). Embora o reconhecimento de regularidades e previsibilidade entre eventos seja uma característica do conhecimento prático em humanos, o entendimento causal não é suficiente para engendrar inovação tecnológica; afinal, uma pessoa pode ser capaz de identificar o problema e suas causas, mas não conseguir encontrar a solução.

O *insight* – a produção súbita de uma resposta adaptativa nova não adquirida através de tentativa-e-erro ou a solução de um problema através da reorganização adaptativa da experiência – é identificado como uma forma cognitiva de aprendizagem abordada tradicionalmente nas teorias da criatividade. Entretanto, a natureza descontínua da aprendizagem por *insight* dificulta sua observação e experimentação, logo é difícil determinar o papel do insight no desempenho de inovações comportamentais (ver Neves-Filho, 2018). O pensamento divergente é outra habilidade relacionada à criatividade e, por conseguinte, a inovação comportamental. O pensamento divergente se refere à medida do potencial criativo baseada na habilidade de procurar novas ideias dentro de um espaço de problema (ver discussão em Bijvoet & Hoicka, 2014). Contudo, o pensamento divergente também não se confunde com inovação comportamental, pois a busca por alternativas para a solução de um problema, não significa que estas alternativas sejam úteis ou exequíveis para configurarem como uma inovação tecnológica.

Os precursores e as habilidades cognitivas que colaboram com a inovação comportamental, portanto, não explicam o próprio processo de inovação e não são capazes de isoladamente produzir inovação.

Inovação e Imitação: duas faces da Cultura Cumulativa

Artefatos tecnológicos e elementos simbólicos são padrões comportamentais transmitidos através de aprendizagem social (i.e. um

traço cultural *sensu* Dean et al, 2014) e, portanto, são influenciados por aspectos culturais e históricos (Mathew & Perreault, 2015). A transmissão cultural, entretanto não é uma exclusividade de seres humanos, tampouco sua ocorrência necessita de mecanismos cognitivos complexos de aprendizagem. Na natureza, os mecanismos simples de aprendizagem social (i.e. aprendizagem socialmente enviesada – c.f. Fragaszy & Perry, 2003) são suficientemente poderosos para promover a transmissão e manutenção de atributos culturais dentro de um grupo social ao longo de gerações (e.g. Fragaszy et al, 2013), além favorecer diferenças comportamentais entre populações selvagens (e.g. Cardoso & Ottoni, 2016). Contudo, nenhuma espécie exibiu dentro de um intervalo tão curto de tempo a complexidade e a diversidade cultural como os humanos. Para fins de ilustração, são apenas 20 mil anos que separam o primeiro arco-e-flecha e o lançamento da Estação Espacial Internacional (Ambrose, 2001). Uma explicação possível para esta diferença pode ser justamente a natureza cumulativa da cultura humana.

Cultura cumulativa é definida basicamente como a transmissão social de modificações graduais de padrões comportamentais ao longo de gerações, acarretando no aumento da complexidade ou eficiência do traço cultural (Dean et al, 2014). Em sua acepção mais restrita, a cultura cumulativa envolve a modificação e transmissão de comportamentos culturalmente adquiridos que não poderiam ser alcançados a partir apenas da experiência individual (Mesoudi & Horton, 2018). Embora animais possam manifestar formas simples de cultura cumulativa (Whiten, 2017), apenas os humanos incorporam ao seu repertório comportamental soluções preexistentes em seu grupo social, produz modificações nestas soluções e transmite socialmente estas inovações para gerações novas de aprendizes ao longo do tempo (i.e. a geração subsequente não precisa recriar todo o processo, conhecimento ou tecnologia alcançado pelas gerações precedentes – efeito catraca: Tomasello, 1999).

O cenário hipotético evolutivo mais provável acerca da origem da cultura cumulativa na evolução humana sugere que esta habilidade já estava presente em ancestrais humanos há cerca de 500 mil anos passados, impulsionada pela cooperação proativa que envolveu provavelmente o uso de linguagem e ensino, além de cuidado alomaternal extensivo e o compartilhamento sistemático de alimentos. Outro marco evolutivo no *Homo sapiens* foi o aumento da diversidade e complexidade da cultura material ocorrida há aproximadamente 75 mil anos atrás, conforme evidenciado no registro arqueológico, que coincide com eventos migratórios e ocupações bem sucedidas de regiões fora-da-África. É provável que a produção e acúmulo destas inovações comportamentais reflitam a busca ativa por novidade nos primeiros humanos anatomicamente modernos. Finalmente, a aceleração de inovações comportamentais se tornou ainda mais evidente há 10 mil anos atrás, com o advento da agricultura e o abandono do modo de vida nômade (van Schaik, Pradhan & Tennie, 2019).

O acúmulo de soluções tecnológicas e modificações graduais transmitidas socialmente por gerações teve papel crucial no ritmo acelerado de inovações tecnológicas produzidas por nossa espécie. Todavia, se por um lado a produção de soluções tecnológica inovadoras é uma característica de *Homo sapiens*, por outro as pessoas produzem raramente inovações tecnológicas no curso de suas vidas. Um modo de interpretar essa discrepância relativa a inovação no nível específico e individual é que poucas vezes a inovação tecnológica se mostra como a única maneira de solucionar um problema, além de ser individualmente mais custosa, sendo mais comum a adoção de soluções já disponíveis na cultura (von Hippel & Suddendorf, 2018).

A inovação comportamental é certamente um passo fundamental para o incremento da tecnologia. Porém, não fosse a transmissão fiel das soluções tecnológicas através de aprendizagem social, que permite a preservação da inovação no repertório cultural do grupo social, então toda tecnologia teria que ser reinventada reiteradamente a cada geração nova de aprendizes. Apesar de não haver consenso sobre quais seriam os mecanismos de aprendizagem social subjacentes à evolução da cultura cumulativa (Montrey & Schultz, 2020; Saldana et al, 2019), é comum destacar a imitação e ensino como as formas mais eficientes de transmissão fidedigna de inovações comportamentais. Como estas formas são exibidas apenas por humanos, então se considera a possibilidade de que elas possam explicar a natureza cumulativa da cultura humana (Lewis & Laland, 2012; Montrey & Shultz, 2020).

As crianças aprendem geralmente sobre artefatos, símbolos e conhecimento cultural interagindo com adultos ou outras crianças mais experientes. A comunicação humana, incluindo gestual, contribuiu para os modos únicos de aprendizagem social exibidos pelos humanos (i.e. ensino e imitação) (Csibra & Gergely, 2009). O ensino é uma maneira usual de transmissão fidedigna de conhecimento e habilidades. Neste contexto de aprendizagem social, tutor e aprendiz interagem entre si e modificam ou coordenam seus comportamentos em função das necessidades do aprendiz (Csibra & Gergely, 2011). Embora o ensino seja um traço universal na educação de crianças, as práticas de ensino são influenciadas por fatores culturais e contextuais. Por exemplo, nos sistemas formais de educação, o ensino dirigido (e.g. instrução e demonstração ativa) é uma maneira típica de transmissão social de habilidades e conhecimento. Todavia, práticas não verbais de ensino (e.g. aprendizagem por observação) são adotadas amplamente na educação de crianças em diversas culturas (Lancy, 2017).

A imitação é outra forma humana de transmissão fidedigna de comportamentos e também a primeira forma de aprendizagem cultural a se manifestar durante a ontogenia humana. Entre um e dois anos, as crianças são capazes reproduzir alguns dos comportamentos exibidos por modelos observados em seu cotidiano, principalmente comportamentos dirigidos a objetos (i.e. habilidades instrumentais) e uso de símbolos comunicativos (Tomasello, Kruger & Ratner, 1993). Por volta dos três anos de idade, a disposição das crianças na imitação de comportamentos se torna evidente, sendo comum observa-las em tarefas que exigem habilidade instrumental imitando mesmo as ações irrelevantes (i.e. sem relação causal) realizadas por um adulto na solução do problema – fenômeno denominado como superimitação (*overimitation*, Lyons, Young & Keil, 2007) ou imitação indiscriminada (Gardiner, 2014). Esta tendência se torna ainda mais pronunciada entre cinco e seis anos, quando então começa a se assemelhar àquela observada nos adultos.

As crianças mais velhas demonstram maior propensão em superimitar práticas sociais ao invés de habilidades instrumentais, assim como são menos propensas a superimitar comportamentos em tarefas que já estão familiarizadas. Além do mais, a propensão para superimitação observada nas crianças não parece se manifestar de maneira invariável, sendo influenciado pela cultura da criança. A superimitação deve ser observada, portanto, como o resultado de interação complexa entre ontogenia e cultura afetando a expressão de uma adaptação biológica – a imitação (ver Hoel et al, 2019).

A imitação é uma estratégia eficiente de aprendizagem social de habilidades instrumentais e práticas compartilhadas dentro do grupo social (Kendal et al, 2005). Na medida em que a estrutura causal dos comportamentos observados é frequentemente desconhecida ou incompreensível para o observador (i.e. problemas mal estruturados – ver abaixo), a imitação

é uma maneira rápida de aquisição de comportamentos novos pelo iniciante. Desse modo, as crianças e os adultos devem ser capazes de imitar de forma seletiva em função dos diferentes contextos e comportamentos observados, ou seja, se o comportamento é dirigido a objetos (e.g. acender uma vela e iluminar um quarto) ou uma pratica social (e.g. acender uma vela para reverenciar uma imagem sagrada) (Morgan, Laland & Harris, 2015). Lógico, esta distinção não possui limites claros devido a natureza social do comportamento humano. Geralmente, habilidades instrumentais e práticas sociais estão imbricadas em um contexto histórico e social. Apesar disto, sabe-se que habilidades instrumentais e práticas sociais possuem funções diferentes (e.g. alterar o ambiente físico e aumentar a coesão do grupo social, respectivamente) e que o papel da experiência também difere quanto a imitação de comportamentos nesses domínios (ver Legare & Nielsen, 2015).

A imitação de práticas sociais tende a ser mais persistente e fidedigna a despeito da experiência adquirida, ocasionando pouca inovação social (Morgan, Laland & Harris, 2015). Por outro lado, a imitação fidedigna de habilidades instrumentais tende a diminuir em função da experiência facilitando a inovação tecnológica (Schillaci & Kelemen, 2014). Logo, imitação é tanto eficaz para a aquisição da habilidade instrumental, mesmo que implique em copiar etapas desnecessárias (como na superimitação). Dessa maneira, imitação e inovação são complementares e apoiam a cultura cumulativa nos humanos.

Inovação em crianças: estudos empíricos e experimentais

As crianças são reconhecidas como pouco inovadoras no domínio tecnológico, apesar de serem usuárias habituais de diversos artefatos. Vários os fatores poderiam explicar esta dificuldade de inovação tecnológica nas crianças. Por exemplo, devido a uma tendência de perceber um objeto em função de seu uso tradicional (i.e. fixidez funcional – ver Dunker, 1945), as crianças podem encontrar dificuldades na solução de problemas que exijam a utilização de um objeto conhecido de forma não convencional, sendo esta dificuldade mais evidente a partir dos sete anos de idade (Defeyter & German, 2003).

A dificuldade de inovação tecnológica nas crianças pode advir também da influência do grupo social e dos adultos sobre o comportamento da criança. As crianças são capazes de aprender habilidades diversas observando modelos adultos. Dessa maneira, as crianças podem preferir adotar a solução tecnológica apresentada por adultos (e.g. pais e cuidadores), ou a solução popular no grupo social (Haun, Leeuwen & Edelson, 2013).

Esta tendência de adotar o comportamento exibido por uma autoridade (e.g. um adulto) ou pela maioria em detrimento da própria experiência é conhecida como conformidade social e é observado tanto em adultos, quanto em crianças. Contudo, a tendência de conformidade social diminui e se torna flexível com a experiência. Por exemplo, relativo ao uso de artefatos, as crianças aos quatro anos são menos propensas em adotar a opinião da maioria sobre a função de um artefato quando a opinião está em desacordo com o formato do artefato (Schillaci & Kelemen, 2014). A partir dos quatros anos, a criança parece tender a conformidade para melhorar o desempenho na tarefa (Morgan, Laland & Harris, 2015). Aos cinco anos, a criança começa a utilizar a conformidade social como estratégia social de afiliação (Cordonier, Nettles & Rochat, 2018). Além do mais, a maneira como a conformidade social é percebida pela criança está associada aos contextos culturais que ela participa (Legare, 2019). Logo, a conformidade social pode dificultar a produção de inovação comportamental nas crianças, mas não parece suficiente para explicar esta dificuldade.

Finalmente, a pobreza de inovação observada nas crianças pode ser atribuída ao fato de que são raros os problemas que necessitam exclusivamente de inovação tecnológica (von Hippel & Suddendorf, 2019), sendo possível apelar frequentemente para uma solução no domínio social para contornar o problema, incluindo o apoio de adultos na solução da tarefa. As características da tarefa também podem afetar a busca por inovação tecnológica pelas crianças. De fato, apenas recentemente o desenvolvimento infantil da inovação tecnológica passou a ser investigada de modo mais sistemático. Por outro lado, os estudos comparativos sobre inovação comportamental e cultura material nos animais mostraram avanço nas últimas décadas (Whiten, 2017) e suscitaram colaborações para a Psicologia do Desenvolvimento (e.g. Want & Harris, 2002; Legare, 2019).

Beck et al (2011) aproveitaram as tarefas utilizados na pesquisa em primatas não humanos e aves, por exemplo, para investigar inovação instrumental em crianças. A Tarefa-do-Gancho (*Hook Task*) utilizada neste experimento consistia em retirar um recipiente com recompensa de dentro de um tubo utilizando um gancho, que deve ser criado modificando a haste retilínea maleável. As crianças com idade entre 4-7 anos foram capazes de escolher a ferramenta apropriada para solucionar a tarefa, ou seja, elas discriminaram a forma adequada da ferramenta para solucionar a tarefa. Entretanto, em geral, as crianças demostraram desempenho fraco quando tiveram que produzir suas próprias ferramentas. As crianças com idade entre 3-5anos não conseguiram solucionar o problema através da modificação do objeto criando um gancho. O desempenho das crianças não melhorou mesmo quando tiveram oportunidade de manipular previamente os objetos utilizados no experimento. Outros experimentos corroboraram a dificuldade de inovação exibida pelas crianças menores de cinco anos (e.g Cutting, Apperly e Beck, 2011).

Nielsen (2013) também abordou a inovação e imitação em crianças utilizando tarefa descrita originalmente na literatura comparativa. A tarefa utilizada neste caso foi a Tarefa-do-Objeto-Flutuante (*Floating Object Task*) (ver Mendes, Hanus & Call, 2007; Hanus et al., 2011), que consiste no participante acessar uma recompensa no fundo de um tubo vertical despejando volumes d'água em seu interior. Quando o tubo é preenchido com água, a recompensa flutua e se torna acessível para o participante. Nielsen (2013) observou que poucas crianças utilizaram a água dentro da garrafa disponibilizada pelo experimentador. As crianças que não obtiveram sucesso nesta etapa foram apresentadas a uma dentre três soluções possíveis: uma muito eficiente (despejar diretamente a água de uma garrafa para o tubo) e duas pouco eficientes (despejar a agua da garrafa para um copo – grande ou pequeno, e então para o tubo). As crianças foram capazes sozinhas de acessar a recompensa tão logo observaram o experimentador despejando água no tubo. Entretanto, elas imitaram também as etapas desnecessárias exibidas pelo experimentador (métodos pouco eficiente) na solução da tarefa.

Cutting, Apperly e Beck (2011) propuseram que a dificuldade das crianças nos experimentos de inovação poderia ser efeito da característica da tarefa. Na forma utilizada nos experimentos, a Tarefa-do-Gancho e do Objeto-Flutuante são exemplos de problemas mal estruturados, que se caracterizam pela ausência de informações sobre como começar, como alcançar o resultado, ou sobre as transformações necessárias na coordenação dos meios e fins. Noutro extremo estão as versões bem estruturadas que apresentam todas as informações necessárias para alcançar a solução do problema. Segundo Cutting, Apperly e Beck (2011), a natureza mal estruturada dos problemas que exigem inovação no uso de ferramentas para sua solução explicaria a dificuldade das crianças nesse tipo de tarefa devido à incapacidade

destas em integrar todas as informações e gerar um conhecimento estrutural do problema que permita a flexibilização da solução inovadora.

As pesquisas ulteriores sobre o tema inovação em crianças sugeriram que pensamento divergente, controle inibitório, características pessoais e culturais não são preditoras na identificação sobre quais crianças são mais propensas à inovação (Beck et al, 2016; Neldner, Mushin & Nielsen, 2017; Nieldner et al, 2019; mas ver Rawlings, Flynn & Kendal,2017 sobre o papel da personalidade na cópia ou inovação em crianças). Todavia, a inovação em crianças pode ser facilitada a partir de arranjos da tarefa e do ambiente social.

Neldner, Mushin & Nielsen (2017) realizaram um experimento transcultural utilizando a Tarefa-do-Gancho. Neste experimento, porém, as crianças de duas culturas diferentes (indígenas e não-indígenas australianos) e eram apresentadas a um objeto inapropriado (uma corda) e outro apropriado (uma haste). A haste poderia ser disponibilizada na forma reta (que exigia que a criança criasse o gancho) ou com uma das pontas com o gancho e outra ponta enrolada (que exigia que a criança desenrolasse uma das pontas e inserisse a parte funcional no tubo). As crianças que tiveram acesso à haste com o gancho (mas que requisitava que a outra ponta fosse modificada) foram mais capazes de solucionar o problema comparado às crianças que tiveram acesso a haste reta.

Voigt, Pauen e Bechtel-Kuehne (2019) investigaram de maneira minuciosa, em uma série de experimentos, como o arranjo experimental pode afetar o desempenho das crianças (~5anos) nas tarefas de inovação. O primeiro experimento investigou se o desempenho das crianças melhorava dispondo maior tempo para exibição da solução inovadora. Na hipótese do experimento, o tempo máximo de um minuto para a solução da tarefa adotado amplamente na pesquisa sobre inovação poderia afetar negativamente o desempenho da criança. As pesquisadoras então estenderam tempo de observação para 10 minutos. Embora as crianças continuassem a exibir um desempenho fraco, o número de inovadores aumentou ao longo do tempo, alcançando 21% do total de crianças no quinto minuto de observação, que significou três vezes mais do número de inovadores comparando ao segundo minuto. Logo, o tempo maior disponível para a criança encontrar uma solução parece influenciar positivamente a inovação tecnológica nas crianças.

No experimento seguinte, as experimentadoras testaram se a oferta de múltiplas formas soluções através da modificação de objetos afetaria positivamente o número de crianças inovadoras na amostra. As crianças tiveram à sua disposição vários objetos que, assim como no Experimento I, deveria ser modificado previamente pela criança para que funcionasse como uma ferramenta. Entretanto, ao contrário do experimento anterior, no experimento II a modificação do formato do objeto não era a única maneira possível para alcançar a solução da tarefa. Desse modo, os objetos podiam ser transformados através de destacamento (i.e. destacar o objeto preso a um substrato), subtração (i.e. subtrair parte do objeto), adição (i.e. juntar duas partes separadas e obter uma única peça) e modificação do formato (i.e. criar um gancho a partir de uma haste retilínea). Baseado na pesquisa em Comportamento e Cognição Animal (c.f. Visalberghi, Fragaszy & Savage-Rumbaugh, 1995), o destacamento era a transformação do objeto mais fácil de ser realizada, seguido por subtração, adição e modificação do formato, esta considerada a mais difícil. Os resultados demonstraram aumento significativo no número de inovadores na Tarefa-do-Gancho, sendo que 28% das crianças solucionaram a tarefa no primeiro minuto; 79% no quinto minuto e 93% no oitavo minuto. Logo, a diversidade de soluções possíveis parece afetar positivamente a inovação tecnológica nas crianças (Voigt, Pauen & Betchel-Kuehne, 2019).

O Experimento III, o procedimento foi similar ao anterior, exceto que destacamento (i.e. mais fácil) não figurava dentre as soluções possíveis. O objetivo do experimento foi avaliar se a oferta de múltiplas estratégias de solução facilitaria a inovação tecnológica nas crianças mesmo quando a solução mais fácil (i.e. destacamento) não estava mais disponível. Os resultados demonstraram que 21% da amostra de crianças alcançaram a solução no primeiro minuto (no Experimento I, essa porcentagem foi alcançada no quinto minuto). No nono minuto, o número de inovadores subiu para 76%. Finalmente, o Experimento IV verificou se o número de opções (múltiplas) ou se a dificuldade da transformação seria responsável pelo aumento cumulativo do número de inovadores ao longo do tempo. As experimentadoras disponibilizaram no Experimento IV, portanto, um objeto que exigia apenas alteração por subtração, considerada mais fácil para a criança. Caso o número de opções de transformações disponíveis explicasse o desempenho das crianças, então se esperava que os resultados do Experimento IV fossem similares àqueles obtidos no Experimento I. Caso contrário, haveria evidência para a hipótese de que a dificuldade de inovação, observada nas crianças, na solução de problemas no domínio físico seja consequência da dificuldade de transformação exigida na tarefa. Os resultados apoiaram a hipótese de que dificuldade da criança na inovação tecnológica esta também relacionada ao tipo de transformação exigida na tarefa.

O conjunto de pesquisas apresentada acima indicam que a inovação tecnológica nas crianças é afetada por vários fatores, por exemplo, as características e demandas da tarefa, contextos sociais e culturais. Dessa maneira, é possível que as crianças muitas vezes prefiram imitar uma solução, devido ao custo envolvido na aprendizagem individual da solução (ver Kendal et al, 2005).

Inovação na Educação Infantil

A habilidade de propor soluções inovadoras é crucial dentro de um contexto de computatorização das atividades ocupacionais (Frey & Osborne, 2017). Alguns cenários projetam que 50% das atividades laborais possam ser automatizadas apenas adequando as tecnologias existentes e que, até 2030, entre 75 e 375 milhões pessoas terão que mudar sua ocupação devido a automação. Neste contexto de automatização acelerada, as habilidades tecnológicas serão cada vez mais necessárias dado que a presença massiva de tecnologias em diversas ocupações laborais (MGI, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que orienta os currículos dos sistemas e redes de ensino que constituem a Educação no Brasil, além de estabelecer as competências e habilidades que deverão ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo do processo de escolarização (ver Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, Lei n° 9.394/1996). No fim de 2017, o Conselho Nacional de Ensino publicou a Resolução CNE/CP n°2, que institui e orienta a implantação do BNCC na Educação Básica, sendo estabelecido o prazo máximo de adequação dos currículos à BNCC até o início de 2020.

O BNCC estabelece que os eixos estruturantes das práticas pedagógicas na educação infantil são a brincadeira e as interações (em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Infantil, Resolução CNE/CEB 5/2009). O BNCC estabelece o exercício da curiosidade intelectual, a solução de problemas e criação de soluções (inclusive tecnológicas) como algumas das competências gerais que deverão ser desenvolvidas pelos educandos ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Para a Educação Infantil, o BNCC estabelece cinco campos de experiência que definem os objetivos de aprendizagem. No domínio sócio-emocio-

nal são esperadas experiências pedagógicas que promovam habilidades sociais e aprendizagem cultural. No domínio corpóreo-motor, o objetivo da aprendizagem é a exploração e conhecimento do corpo, suas expressões e potencialidades, além dos modos de ocupação e uso do espaço através do corpo, incluindo o gesto. As atividades artísticas e suas manifestações são abordadas através de experiências que privilegiem o domínio estético. O domínio comunicativo é contemplado através de experiências de fala e escuta, e também que facilitem a participação na cultura oral. Finalmente, o BNCC estabelece que habilidades a serem desenvolvidas no domínio cognitivo compreendem experiências sobre o funcionamento do mundo físico; que ensejam as noções de causalidade e transformações, assim como relações de parentesco e conhecimento matemático.

Todos estes campos de experiência parecem possíveis de serem abordados na produção de inovação tecnológica na infância. É verdade que crianças raramente criam ou incrementam tecnologias para a solução de problemas. Apesar de utilizarem vários artefatos desde o segundo ano de vida (Keen, 2001), é apenas por volta dos oitos anos de idade que as crianças alcançam desempenho satisfatório na elaboração de soluções inovadoras para problemas envolvendo uso de ferramentas (Beck et al, 2011). Todavia, reconhecer que crianças pequenas são geralmente inovadoras medíocres, não é o mesmo que dizer que crianças sejam incapazes de inovar nestes contextos (Carr, Kendal & Flynn, 2016). Conforme a exposição feita acima, vários fatores podem prejudicar o desempenho das crianças na produção de inovações comportamentais, por exemplo, as características da tarefa, a experiência com o problema, o nível de dificuldade da transformação exigida. A implicação prática destas pesquisas é que elas aventam a possibilidade de criar experiências pedagógicas que encorajem crianças a práticas criativas de inovação tecnológica.

As crianças possuem uma cultura material própria que é influenciada e transmitida tanto por adultos, como também por outras crianças (Lillehammer, 1989; Baxter, 2008). No registro arqueológico da cultura Thule (i.e. primeiros habitantes do Arquipélago Ártico Canadiano), por exemplo, é possível encontrar miniaturas de ferramentas e utensílios que eram utilizados como brinquedos pelas crianças (Park, 1998). Na pré-história de Huron (América do Norte), o estilo dos potes de cerâmica sugere que as crianças transmitiram e modificaram os motivos decorativos destes utensílios (Smith, 2008). No sítio pré-histórico de Adelar Pilger (RS-C-61), no Brasil, as pontas de calcedônia são atribuídas a crianças. Embora as pontas de calcedônia imitassem a forma das pontas de arenito feitas por indivíduos experientes, elas não funcionavam como ferramenta, pois eram provavelmente utilizadas para fins lúdicos (Neubauer, 2018). Um registro atual e vasto da cultura material das crianças brasileiras pode ser verificado no Território do Brincar.

Na Psicologia e na Educação, as brincadeiras e brinquedos infantis foram abordados geralmente pela perspectiva da socialização e simbolização (e.g. Vygotsky, 1991; Piaget, 1952), sendo poucas as tentativas de relacionar brinquedos à inovação na infância (e.g. Nielsen, 2013; Pellegrini, 2013). Os adultos disponibilizam frequentemente objetos lúdicos para crianças, incluindo miniaturas (i.e. *qualifier "toy"*) e versões infantilizadas de ferramentas e tecnologia (i.e. pseudo-ferramentas). Alguns destes objetos são feitos pelas próprias crianças. Embora não funcionem como ferramentas, a brincadeira com pseudo-ferramentas simula contextos de uso, e permite a criança aprender sobre as propriedades do artefato. As pseudo-ferramentas são comuns em várias culturas e presente em diversos registros etnográficos e arqueológicos. Por isso, é justificável considerar que a brincadeira com pseudo-ferramentas é uma forma de transmissão social de habili-

dades instrumentais (Lancy, 2017). Apesar da inovação instrumental se tornar notável apenas no fim da infância e início da adolescência, a brincadeira desempenha papel fundamental na aprendizagem instrumental, pois permite a exploração e a experimentação dentro de um contexto livre e seguro (Pellegrini, Dupuis & Smith, 2007; Nielsen, 2013; Reide et al, 2018).

A habilidade de aprender culturalmente se manifesta cedo no desenvolvimento humano e são aparentemente exclusivas aos humanos. Aos dois anos de idade, as crianças exibem desempenho similar ao de chimpanzés e orangotango adultos em tarefas no domínio físico, mas os superam em tarefas que envolvem cognição social (Hermann et al, 2007). Aos nove meses, as crianças são capazes de reconhecer o outro e a si mesmas como agentes intencionais, que se comportam baseado em conhecimento e objetivos de uma ação. A partir do primeiro ano as crianças são capazes de engajar em contextos de atenção conjunta, perceber gestos, seguir o olhar e focar em um objeto, evento ou ação que motiva o comportamento da pessoa com quem ela interage. Este conjunto de habilidades sociocognitivas possibilita que humanos engajem em formas únicas de aprendizagem social e cultural, e representa uma adaptação ontogenética que propicia a aprendizagem da criança acerca de seu mundo físico, social e cultural, fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento humano (Tomasello, 2020).

O acúmulo de inovações de artefatos ao longo de gerações é um dos alicerces da cultura cumulativa da tecnologia humana. A transmissão fidedigna e a conformidade social permitem que uma solução tecnológica atravesse por gerações. Um artefato pode sofrer modificações graduais e sucessivas ao longo do tempo que, por sua vez, serão transmitidas socialmente para a geração seguinte – o efeito catraca. Dessa maneira, para a evolução da cultura cumulativa, a inovação é tão necessária quanto à transmissão e a aquisição da solução inovadora no repertório instrumental. A imitação flexível é um modo de transmissão fidedigna de tecnologia e representa a primeira habilidade de aprendizagem cultural. Portanto, inovação e imitação são complementares na evolução da cultura cumulativa humana (ver acima).

A propensão das crianças em observar e copiar comportamentos de adultos é fundamental para proliferação de comportamentos culturais (Whiten, 2017). A imitação é uma estratégia eficiente de aprendizagem social em um mundo rico de problemas mal estruturados que exigem geralmente habilidades instrumentais sofisticadas (Chappel et al, 2015). As crianças tendem a superimitar o uso de artefatos por adultos em uma tarefa (Lyons et al., 2011), mas esta tendência à superimitação diminui quando outra criança serve como modelo (Tennie et al., 2014). Por outro lado, as crianças autistas exibem comprometimento da habilidade de imitação, que é correlacionada com o grau de severidade, sendo possível constatar essa inabilidade a partir dos dois anos de idade. Embora a superimitação seja também observada em crianças autistas, elas recorrem menos a esta estratégia de aprendizagem social quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico, que são capazes de utilizá-la para fins de sociabilidade e aumento da afinidade social. Esta diferença pode ser explicada provavelmente pelo prejuízo no desenvolvimento sociocognitivo característico do transtorno (c.f. Van Etten & Carver, 2015).

Na medida em que copiar uma solução disponível representa um custo de aprendizagem menor do que a inovação, e que a imitação possui também uma função social na infância (i.e. aumentar a afinidade social – Uzgiris, 1981), então aprender a identificar quando a imitação é uma estratégia eficaz e quando é necessário buscar uma solução inovadora é uma habilidade importante a ser alcançada na primeira infância. Entretanto, como exposto nos tópicos acima, as crianças são raramente requisitadas

a apresentar soluções tecnológicas inovadoras, pois contam frequentemente com a ajuda de adultos. Ademais, há aspectos tanto intrínsecos quanto extrínsecos que podem afetar a inovação tecnológica nas crianças.

As características da criança (e.g. introversão e extroversão), por exemplo, e a posição da criança na rede de relacionamentos parece afetar a seleção da estratégia de aprendizagem explorada pela criança. Segundo este modelo, as crianças que ocupam posição mais central em sua rede de relacionamentos e extrovertidas são mais prováveis de utilizar a informação social e imitar os comportamentos, enquanto as crianças que mantém uma rede de relacionamentos ampla e flexível com colegas exibem mais soluções inovadoras são mais propensas em adotar estratégias de aprendizagem menos dependentes da informação social disponível (Rawlings, Flynn & Kendal, 2017).

A dificuldade de transformação exigida para a solução da tarefa, o tempo disponível para encontrar a solução e o contexto social também afetam as tentativas de inovação de crianças. Dessa maneira, a inovação comportamental e o último recurso adotado pelas crianças pequenas em tarefas que exijam inovação tecnológica (Carr, Kendal & Flynn, 2016), mas inseridas em um contexto apropriado esta habilidade pode se manifestar e ser desenvolvida no ambiente escolar.

O ambiente escolar é o espaço adequado para fornecer as condições necessárias para que crianças engajem em inovações tecnológicas. Sheridan et al (2016) mostraram que ambientes de aprendizagem (neste caso, museus), que apoiam a exploração de tecnologia e invenção, além de encorajarem a apropriação do resultado pelo aprendiz, podem levar a inovações já nos primeiros anos da criança. Por outro lado, a natureza do ensino pode funcionar como um entrave para o desempenho da aprendizagem por inovação na criança e adolescentes (Bonawitz et al, 2011). Haja vista que a inovação por invenção é mais rara comparada a inovação por modificação, as práticas educacionais de inovação dirigida à crianças pequenas devem ser preferencialmente atividades em grupos e que estimulem a transmissão social entre pares (i.e. menos verticalizada) baseadas em delineamentos como cadeias de difusão e microculturas, utilizadas em pesquisas etológicas (ver Whiten & Flynn, 2010; McGuigan et al, 2017). Além do mais, as atividades devem priorizar o contexto de brincadeira, que possa auxiliar a transmissão social da inovação no grupo de crianças (ver Nielsen, Cucchiaro & Mohamedally, 2012).

As crianças exibem desempenho fraco em tarefas que exigem inovações tecnológicas. Entretanto, conforme discutido acima, a dificuldade das crianças nestas situações pode ser amenizada mediante ajustes na tarefa apresentada e no contexto social. Portanto, é possível abordar a inovação tecnológica na infância. Dado que o avanço do processo de computatorização e de automação nas atividades laborais é uma tendência, as habilidades tecnológicas se tornam essenciais para a cidadania no século XXI. A definição operacional de inovação comportamental permite a observação e acompanhamento do desenvolvimento de habilidades instrumentais ao longo do desenvolvimento infantil.

A brincadeira e as interações desempenham papel crítico na transmissão e aquisição de habilidades instrumentais na infância. Ademais, a inovação tecnológica permite cobrir os campos de experiência descritos no BNCC para a Educação Infantil. A transmissão social de repertório instrumental envolve habilidades sóciocognitivas, além de promover a sociabilidade e cooperação, a exploração e compreensão do mundo através da experiência, o senso estético e a participação na cultura.

O BNCC faz várias referências à compreensão, uso e criação de tecnologia, principalmente digitais de informação e comunicação (TIC), identificada como uma das competências gerais

da educação. A criação de tecnologia (mesmo que circunscrita às TIC) está intimamente relacionada a inovação tecnológica. Apesar disto, não há referências diretas a habilidades instrumentais e de inovação na Educação Infantil. No Ensino Fundamental, a inovação tecnológica é abordada na área de Ciências Humanas, trazendo temas do mundo do trabalho, destinado a promover habilidades de relacionar os processos de industrialização e inovação tecnológica com transformações socioeconômicas. Já no Ensino Médio, a inovação tecnológica é dita como alicerce de práticas educacionais e um dos possíveis eixos estruturantes (associado ao empreendedorismo) que devem pautar o Ensino Médio. Um dos objetivos dessa etapa final da Educação Básica é consolidar, aprofundar e ampliar competências e habilidades desenvolvidas na etapa anterior.

Alguns pontos da BNCC sobre inovação tecnológica merecem ser observados. É positivo reconhecer a importância de abordar a tecnologia ao longo da educação formal na atualidade pelos motivos expostos acima. Porém, não é clara a definição de tecnologia adotada no documento. Além do mais, a noção de tecnologia atrelada e reduzida a TIC parece um tanto quanto ingênua, pois as tecnologias e suas funções podem ser variadas, sem incluir necessariamente plataformas digitais. Em relação à inovação tecnológica, a BNCC traz referências ao empreendedorismo voltado ao desenvolvimento de serviços e produtos inovadores com uso de tecnologia. Portanto, o documento traz uma visão corporativa de inovação que, conforme exposto acima, apresenta finalidade e estratégias diferentes da inovação comportamental relacionada a solução de problemas no domínio físico ou social, mais condizente com as práticas cotidianas e o desenvolvimento humano. Dessa maneira, apesar do suposto caráter moderno da BNCC relativo à importância da tecnologia na educação, o tratamento a estas questões é superficial e, no mínimo, ingênuo.

Outro ponto que suscita questionamentos sobre a maneira como a inovação tecnológica é abordada na BNCC diz respeito à falta de coerência e continuidade entre as etapas da educação. A inovação tecnológica é considerada como uma competência geral que deve ser estimulada e desenvolvida ao longo dos anos de escolarização. Todavia, conforme exposto logo acima, a inovação tecnológica passa a ser abordada (de maneira tímida e ingênua – que fique claro) apenas no Ensino Médio (privilegiando as TICs – que também e problemático). No Ensino Fundamental e Educação Infantil é praticamente ausente qualquer orientação sobre o tema, embora seja possível encontrar referências ao "uso de tecnologias digitais". Como discutido nos tópicos anteriores, a inovação se torna saliente no fim da infância e início da adolescência, quando habilidades físicas e cognitivas necessárias estão suficientemente desenvolvidas. Logo, é correta maior ênfase na inovação tecnológica durante o Ensino Médio. Entretanto, a BNCC preconiza a continuidade de experiências e dos processos de aprendizagens. Se a inovação tecnológica não é abordada de modo sistemático nas etapas anteriores, então como se esperar adolescentes inovadores?

A inovação comportamental representa um componente criativo, mas não se confunde e, tampouco, deve ser reduzido à criatividade, sendo mais bem abordada como uma competência resultante de um processo longo de aprendizagem e que envolve várias habilidades sociais e cognitivas. Nas palavras de Drucker (1998, p.14, tradução livre), "inovação não é ser brilhante, é ser cônscio", ou seja, a inovação é um processo intencional, dirigido à solução de um problema, apoiado pela cultura cumulativa e mecanismos de aprendizagem. As pesquisas demonstram que crianças conseguem exibir soluções tecnológicas inovadoras (não-corporativas) ainda na primeira infância desde de que lhes sejam oferecidas as oportunidades e as condições propicias. Através de tarefas de

inovação tecnológica as crianças podem exercitar o protagonismo e autoria (como é almejado na BNCC), além de desenvolver habilidades tais como: aprender a identificar quando imitar ou inovar uma solução, reunir informações (sociais e ambientais) para dirigir as tentativas de solução, explorar, planejar, experimentar e transmitir conhecimento.

Como as habilidades subjacentes à inovação tecnológica são de domínio geral (Kendal et al, 2018; von Hippel & Suddendorf, 2019), então é razoável pensar que as habilidades criativas adquiridas (e.g. nas Artes) em um contexto podem ser transferidas para outros contextos. Entretanto, a transferência de conhecimento não é simples ou automática quando se trata de habilidades instrumentais. Nas crianças pequenas, por exemplo, a transferência ampla de conhecimento causal é favorecida se a estrutura causal da tarefa é conhecida ou quando esta apresenta similaridade entre as tarefas. (Brown, 1990). Na medida em que as tarefas que exigem o uso de ferramentas são na maioria opacos (i.e. a estrutura causal não é perceptivelmente evidente), então é provável que crianças exibam dificuldades na transferência desse conhecimento. Ademais, a aprendizagem de habilidades instrumentais requer prática e treinamento (i.e. experiência ativa), permitindo a representação motora da ação e, assim, apoiando o entendimento da ação (Sommerville, Hildebrand & Crane, 2008; Kahrs & Lockman, 2014). Desse modo, se a inovação tecnológica é uma competência a ser alcançada através dos anos de escolarização, então esta competência e suas habilidades deveriam ser estimuladas desde a Educação Infantil.

É possível ainda questionar se ao abordar tardiamente a inovação tecnológica na Educação Básica não se desperdiça a oportunidade de estimular habilidades e competências de inovação justamente no período mais apropriado – a primeira infância e séries iniciais? Novamente, o conjunto de pesquisas demonstra que crianças são capazes de inovações tecnológicas (*sensu* Carr, Kendal & Flynn, 2016) desde que haja as condições propícias. Na maioria das vezes, a inovação comportamental representa maior custo de resposta, sendo mais vantajosa a imitar soluções disponíveis. Além do mais, a tendência para imitar adultos se manifesta cedo na ontogenia humana e se intensifica com a idade. A fixidez funcional, a imitação e conformidade social são vieses comportamentais desfavoráveis à inovação, que são desenvolvidas na infância e persistem na vida adulta. Dessa maneira, adolescentes e adultos são menos flexíveis e propensos ao risco de inovação, de modo especial na solução de problemas no domínio físico (Gopnik et al, 2017).

A competência para inovar no domínio físico e social se torna cada vez mais necessária no século XXI. Sabe-se que há aspectos ambientais e culturais que podem dificultar a inovação tecnológica em crianças (Neldner et al, 2019). A experiência e as práticas pedagógicas (e.g. o ensino por instrução) também podem inibir a inovação. Dessa maneira, a necessidade e as condições propícias para inovação tecnológica na vida cotidiana são raras, o que dificulta a inovação no nível individual. A escola pode propiciar estas oportunidades de inovação e, assim, desenvolver a competência e estimular as habilidades para encontrar soluções tecnológicas, tal como se pretende através da BNCC. As atividades de reciclagem para criação de brinquedos e instrumentos de som são exemplos de experiências bem sucedidas de inovação e criativa na Educação Infantil. Aqui, buscou-se demonstrar como as experiências de inovação tecnológica podem ser estimuladas na Educação Infantil e como os estudos comparativos de inovação comportamental podem colaborar para fundamentar e orientar a aprendizagem instrumental em crianças e, portanto, alcançar os objetivos previstos na BNCC.

Conclusão

A capacidade de inovação tecnológica teve impacto significativo na evolução humana. Não obstante, na vida cotidiana, há vários entraves para que pessoas engajem na busca por soluções tecnológicas inovadoras. Apesar dos mecanismos cognitivos e vieses comportamentais dificultarem por vezes a inovação comportamental, por outro lado são também responsáveis pela cultura cumulativa que apoia a inovação tecnológica na espécie humana. As crianças são frequentemente consideradas como inovadoras medíocres, mas pesquisas recentes influenciadas pela perspectiva comparativa demonstram que adequação de tarefas e ambiente físico e social podem reduzir as dificuldades de inovação tecnológica nas crianças, mesmo aquelas em idade pre-escolar.

Finalmente, buscou-se através deste ensaio comentar e discutir a inovação tecnológica na Educação Infantil utilizando como referência a BNCC. Sabe-se que há várias críticas e análises feitas à política nacional de educação representada na BNCC. Aqui, entretanto, o intuito foi tão somente enriquecer o debate trazendo as possíveis contribuições das abordagens comparativas para a Psicologia do Desenvolvimento e nas práticas educacionais, utilizando como pano de fundo o documento oficial que orienta os currículos na Educação Básica no Brasil. Dentre as contribuições possíveis, destaca-se:

A inovação é mais bem entendida a partir de sua definição comportamental e, para fins educacionais, não deve ser confundida com inovação no meio corporativo;

A inovação comportamental é caracterizada pela sua orientação à solução de problemas, utilidade, exequibilidade, aprendizagem e possibilidade de transmissão social;

A inovação tecnológica pode ser explorada desde a Educação Infantil bastando que reoriente a definição de inovação atual e que seja propiciado contexto adequado para as crianças;

A inovação comportamental não deve ser reduzida à criatividade e educadores e educadoras devem privilegiar a aprendizagem;

Na maioria das vezes, a inovação é resultado do conhecimento acumulado ou do esforço coletivo em torno de um problema. Portanto, recomenda-se privilegiar o trabalho em grupo e abandonar a noção do "gênio individual";

A imitação de uma solução é tão necessária quanto à inovação. As crianças devem ser capazes de reconhecer quando é necessário inovar e quando é eficaz imitar uma solução;

A inovação tecnológica na infância é facilitada quando: i) não há limite de tempo; ii) há tolerância ao erro/insucesso; iii) a transformação exigida é adequada para a capacidade cognitiva da criança; iv) ocorre em contexto lúdico; e v) há possibilidade de interação social, principalmente entre as próprias crianças. Neste sentido, a escola é o ambiente ideal para estimular a busca de inovações tecnológicas pelas crianças e jovens.

Referências

Ambrose, S. H. (2001). Paleolithic technology and human evolution. *Science*, *291*(5509), 1748-1753. https://doi.org/10.1126/science.1059487

Baxter, J. E. (2008). The archaeology of childhood. *Annual Review of Anthropology*, *37*(1), 159-175. https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.37.081407.085129

Beck, S. R., Apperly, I. A., Chappell, J., Guthrie, C., & Cutting, N. (2011). Making tools isn't child's play. *Cognition*, *119*(2), 301-306. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.01.003

Beck, S. R., Williams, C., Cutting, N., Apperly, I. A., & Chappell, J. (2016). Individual differences in children's innovative problem-solving are not predicted by divergent thinking or executive functions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B:*

Biological Sciences, *371*(1690), 20150190. https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0190

Bijvoet-van Den Berg, S., & Hoicka, E. (2014). Individual differences and age-related changes in divergent thinking in toddlers and preschoolers. *Developmental psychology*, *50*(6), 1629. https://doi.org/10.1037/a0036131

Bonawitz, E., Shafto, P., Gweon, H., Goodman, N. D., Spelke, E., & Schulz, L. (2011). The double-edged sword of pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition*, *120*(3), 322-330. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.10.001

Bourgeois, K. S., Khawar, A. W., Neal, S. A., & Lockman, J. J. (2005). Infant manual exploration of objects, surfaces, and their interrelations. *Infancy*, *8*(3), 233-252. https://doi.org/10.1207/s15327078in0803_3

Brown, A. L. (1990). Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive Science*, *14*(1), 107-133. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1401_6

Cardoso, R. M., & Ottoni, E. B. (2016). The effects of tradition on problem solving by two wild populations of bearded capuchin monkeys in a probing task. *Biology Letters*, *12*(11), 20160604. https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0604

Carr, K., Kendal, R. L., & Flynn, E. G. (2016). Eureka!: What is innovation, how does it develop, and who does it?. *Child Development*, *87*(5), 1505-1519. https://doi.org/10.1111/cdev.12549

Chappell, J., Cutting, N., Tecwyn, E. C., Apperly, I. A., Beck, S. R., & Thorpe, S. K. (2015). Minding the gap: A comparative approach to studying the development of innovation. In: A.C. Kaufmann & J.C. Kaufmann (eds.) *Animal creativity and innovation* (pp. 287-316). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800648-1.00010-3

Cordonier, L., Nettles, T., & Rochat, P. (2018). Strong and strategic conformity understanding by 3-and 5-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology*, *36*(3), 438-451. https://doi.org/10.1111/bjdp.12229

Csibra, G., & Gergely, G. (2009). Natural pedagogy. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*(4), 148-153. https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.005

Csibra, G., & Gergely, G. (2011). Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *366*(1567), 1149-1157. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0319

Cutting, N., Apperly, I. A., & Beck, S. R. (2011). Why do children lack the flexibility to innovate tools?. *Journal of Experimental Child Psychology*, *109*(4), 497-511. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.02.012

Dean, L. G., Vale, G. L., Laland, K. N., Flynn, E., & Kendal, R. L. (2014). Human cumulative culture: a comparative perspective. *Biological Reviews*, *89*(2), 284-301. https://doi.org/10.1111/brv.12053

Defeyter, M. A., & German, T. P. (2003). Acquiring an understanding of design: Evidence from children's insight problem solving. *Cognition*, *89*(2), 133–155. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00098-2

Drucker, P. F. (1998). The discipline of innovation. *Harvard Business Review*, *76*, 149-157.

Duncker, K. (1945). On problem-solving (L. S. Lees, Trans.). *Psychological Monographs*, *58*(5), i-113. https://doi.org/10.1037/h0093599

Fragaszy, D. M., Biro, D., Eshchar, Y., Humle, T., Izar, P., Resende, B., & Visalberghi, E. (2013). The fourth dimension of tool use: temporally enduring artefacts aid primates learning to use tools. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biologi-*

cal Sciences, *368*(1630), 20120410. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0410

Fragaszy, D.M. & Perry, S. (2003). Towards a biology of tradition. In: S.Perry e D.M. Fragaszy (eds.) *The Biology of Tradition*. Cambridge University Press, Massachusetts, MA, USA, 2003.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, *114*, 254-280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

Gardiner, A. K. (2014). Beyond irrelevant actions: Understanding the role of intentionality in children's imitation of relevant actions. *Journal of Experimental Child Psychology*, *119*, 54-72. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.10.008

Gopnik, A., O'Grady, S., Lucas, C. G., Griffiths, T. L., Wente, A., Bridgers, S., ... & Dahl, R. E. (2017). Changes in cognitive flexibility and hypothesis search across human life history from childhood to adolescence to adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(30), 7892-7899. https://doi.org/10.1073/pnas.1700811114

Hanus, D., Mendes, N., Tennie, C., & Call, J. (2011). Comparing the performances of apes (*Gorilla gorilla*, *Pan troglodytes*, *Pongo pygmaeus*) and human children (*Homo sapiens*) in the floating peanut task. *PloS One*, *6*(6), e19555. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019555

Haun, D. B., Van Leeuwen, E. J., & Edelson, M. G. (2013). Majority influence in children and other animals. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *3*, 61-71. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.09.003

Herrmann, E., Call, J., Hernández-Lloreda, M. V., Hare, B., & Tomasello, M. (2007). Humans have evolved specialized skills of social cognition: The cultural intelligence hypothesis. *Science*, *317*, 1360-1366. https://doi.org/10.1126/science.1146282

Hoehl, S., Keupp, S., Schleihauf, H., McGuigan, N., Buttelmann, D., & Whiten, A. (2019). 'Over-imitation': A review and appraisal of a decade of research. *Developmental Review*, *51*, 90-108. https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.12.002

Kahrs, B. A., & Lockman, J. J. (2014). Building tool use from object manipulation: A perception–action perspective. *Ecological Psychology*, *26*(1-2), 88-97. https://doi.org/10.1080/10407413.2014.874908

Keen, R. (2011). The development of problem solving in young children: A critical cognitive skill. *Annual Review of Psychology*, *62*(1), 1-21. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.031809.130730

Kendal, R. L., Boogert, N. J., Rendell, L., Laland, K. N., Webster, M., & Jones, P. L. (2018). Social learning strategies: Bridge-building between fields. *Trends in Cognitive Sciences*, *22*(7), 651-665. https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.04.003

Kendal, R.L., Coolen, I., van Bergen, Y. & Laland, K.N. (2005). Trade-offs in the adaptive use of social learning and asocial learning. *Advances in the Study of Behavior*, *35*, 333-379. https://doi.org/10.1016/S0065-3454(05)35008-X

Lancy, D. F. (2017). *Homo Faber juvenalis*: a multidisciplinary survey of children as tool makers/users. *Childhood in the Past*, *10*(1), 72-90. https://doi.org/10.1080/17585716.2017.1316010

Legare, C. H. (2019). The development of cumulative cultural learning. *Annual Review of Developmental Psychology*, *1*, 119-147. https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-084848

Legare, C. H., & Nielsen, M. (2015). Imitation and innovation: The dual engines of cultural learning. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(11), 688-699. https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.005

Lewis, H. M., & Laland, K. N. (2012). Transmission fidelity is the key to the build-up of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*(1599), 2171-2180. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0119

Lillehammer, G. (1989). A child is born. The child's world in an archaeological perspective. *Norwegian Archaeological Review*, *22*(2), 89-105. https://doi.org/10.1080/00293652.1989.9965496

Lyons, D. E., Young, A. G., & Keil, F. C. (2007). The hidden structure of overimitation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(50), 19751-19756. https://doi.org/10.1073/pnas.0704452104

Macellini, S., Maranesi, M., Bonini, L., Simone, l., Rozzi, S., Ferrai, P.F. & Fogassi, L. (2012). Individual and social learning processes involved in the acquisition and generalization of tool use in macaques. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *367*(1585), 24-36. https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0125

Mathew, S., & Perreault, C. (2015). Behavioural variation in 172 small-scale societies indicates that social learning is the main mode of human adaptation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *282*(1585), 20150061. https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0061

McGuigan, N., Burdett, E., Burgess, V., Dean, L., Lucas, A., Vale, G., & Whiten, A. (2017). Innovation and social transmission in experimental micro-societies: exploring the scope of cumulative culture in young children. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *372*(1735), 20160425. https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0425

Mendes, N., Hanus, D., & Call, J. (2007). Raising the level: orangutans use water as a tool. *Biology Letters*, *3*(5), 453-455. https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0198

Mesoudi, A., & Thornton, A. (2018). What is cumulative cultural evolution?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *285*(1509), 20180712. https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0712

Mettke-Hofmann, C. (2014). Cognitive ecology: Ecological factors, life-styles, and cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *05*(3), 345-360. https://doi.org/10.1002/wcs.1289

MGI (2017). Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation. *McKinsey Global Institute*. December, 2017.

Montrey, M., & Shultz, T. R. (2020). The evolution of high-fidelity social learning. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *287*(1928), 20200090. https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0090

Morgan, T. J., Laland, K. N., & Harris, P. L. (2015). The development of adaptive conformity in young children: effects of uncertainty and consensus. *Developmental Science*, *18*(4), 511-524. https://doi.org/10.1111/desc.12231

Neldner, K., Mushin, I., & Nielsen, M. (2017). Young children's tool innovation across culture: Affordance visibility matters. *Cognition*, *168*, 335-343. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.07.015

Neldner, K., Redshaw, J., Murphy, S., Tomaselli, K., Davis, J., Dixson, B., & Nielsen, M. (2019). Creation across culture: Children's tool innovation is influenced by cultural and developmental factors. *Developmental Psychology, 55*(4), 877-889. https://doi.org/10.1037/dev0000672

Neves-Filho, H. B. (2018). *Criatividade: suas origens e produtos sob uma perspectiva comportamental*. Imagine Publicações, Fortaleza.

Nielsen, M. (2013). Young children's imitative and innovative behaviour on the floating object task. *Infant and Child Development*, *22*(1), 44-52. https://doi.org/10.1002/icd.1765

Nielsen, M., Cucchiaro, J., & Mohamedally, J. (2012). When the transmission of culture is child's play. *PLoS One*, *7*(3), e34066. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034066

Park, R. W. (1998). Size counts: the miniature archaeology of childhood in Inuit societies. *Antiquity*, *72*(276), 269-281. https://doi.org/10.1017/S0003598X00086567

Pellegrini, A. D. (2013). Object use in childhood: Development and possible functions. *Behaviour*, *150*(8), 813-843. https://doi.org/10.1163/1568539X-00003086

Pellegrini, A. D., Dupuis, D., & Smith, P. K. (2007). Play in evolution and development. *Developmental Review*, *27*(2), 261-276. https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.09.001

Penn, D. C., & Povinelli, D. J. (2007). Causal cognition in human and nonhuman animals: A comparative, critical review. *Annual Review of Psychology*, *58*, 97-118. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085555

Piaget, J. (1952). Piaget, J. (1952). *Play, Dreams and Imitation in Childhood*. W W Norton & Co, USA.

Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children. (M. Cook, Ed.), *The Origins of Intelligence in Children*. New York, NY, US: W W Norton & Co. https://doi.org/10.1037/11494-000

Rawlings, B., Flynn, E., & Kendal, R. (2017). To copy or to innovate? The role of personality and social networks in children's learning strategies. *Child Development Perspectives*, *11*(1), 39-44. https://doi.org/10.1111/cdep.12206

Reader, S. M., & Laland, K. N. (Eds.). (2003). *Animal innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Riede, F., Johannsen, N. N., Högberg, A., Nowell, A., & Lombard, M. (2018). The role of play objects and object play in human cognitive evolution and innovation. *Evolutionary Anthropology*, *27*(1), 46-59. https://doi.org/10.1002/evan.21555

Saldana, C., Fagot, J., Kirby, S., Smith, K., & Claidière, N. (2019). High-fidelity copying is not necessarily the key to cumulative cultural evolution: a study in monkeys and children. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *286*(1904), 20190729. https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0729

van Schaik, C. P., Pradhan, G. R., & Tennie, C. (2019). Teaching and curiosity: sequential drivers of cumulative cultural evolution in the hominin lineage. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *73*(1), 2. https://doi.org/10.1007/s00265-018-2610-7

Schillaci, R. S., & Kelemen, D. (2014). Children's conformity when acquiring novel conventions: The case of artifacts. *Journal of Cognition and Development*, *15*(4), 569-583. https://doi.org/10.1080/15248372.2013.784973

Seed, A., & Tomasello, M. (2010). Primate cognition. *Topics in Cognitive Science*, *2*(3), 407-419. https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01099.x

Smith, P. E. (2005). Children and ceramic innovation: A study in the archaeology of children. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, *15*(1), 65-76. https://doi.org/10.1525/ap3a.2005.15.65

Sommerville, J. A., Hildebrand, E. A., & Crane, C. C. (2008). Experience matters: the impact of doing versus watching on infants' subsequent perception of tool-use events. *Developmental Psychology*, *44*(5), 1249. https://doi.org/10.1037/a0012296

Tennie, C., Call, J., & Tomasello, M. (2009). Ratcheting up the ratchet: on the evolution of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological*

Sciences, *364*(1528), 2405-2415. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0052

Tomasello, M. (1999). *The Cultural Origins of Human Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

Tomasello, M. (2020). The adaptive origins of uniquely human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *375*(1803), 20190493. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0493

Tomasello, M., Kruger, A. C., & Ratner, H. H. (1993). Cultural learning. *Behavioral and Brain Sciences*, *16*(3), 495-511. https://doi.org/10.1017/S0140525X0003123X

Torigoe, T. (1985). Comparison of object manipulation among 74 species of non-human primates. Primates, *26*(2), 182-194. https://doi.org/10.1007/BF02382017

Uzgiris, I. C. (1981). Two functions of imitation during infancy. *International Journal of Behavioral Development*, *4*(1), 1-12. https://doi.org/10.1177/016502548100400101

Vaesen, K. (2012). The cognitive bases of human tool use. *Behavioral and Brain Sciences*, *35*, 203-218. https://doi.org/10.1017/S0140525X11001452

Van Etten, H. M., & Carver, L. J. (2015). Does impaired social motivation drive imitation deficits in children with autism spectrum disorder?. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, *2*(3), 310-319. https://doi.org/10.1007/s40489-015-0054-9

Visalberghi, E., Fragaszy, D. M., & Savage-Rumbaugh, S. (1995). Performance in a tool-using task by common chimpanzees (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), an orangutan *(Pongo pygmaeus*), and capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, *109*(1), 52. https://doi.org/10.1037/0735-7036.109.1.52

Voigt, B., Pauen, S., & Bechtel-Kuehne, S. (2019). Getting the mouse out of the box: Tool innovation in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *184*, 65-81. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.03.005

von Hippel, W., & Suddendorf, T. (2018). Did humans evolve to innovate with a social rather than technical orientation?. *New Ideas in Psychology*, *51*, 34-39. https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2018.06.002

Vygotsky, L. S. (1991). *A Formação Social da Mente*. Martins Fontes, São Paulo.

Want, S.C. & Harris, P.L. (2002). How do children ape? Applying concepts from the study of non-human primates to the developmental study of 'imitation' in children. *Developmental Sciences*, *01*(1), 01-41. https://doi.org/10.1111/1467-7687.00194

Webster, S. J. & Lefebvre, L. 2001 Problem solving and neophobia in a columbiform–passeriform assemblage in Barbados. *Animal Behaviour*, *62*(1), 23–32. https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1725

Whiten, A. (2017). Social learning and culture in child and chimpanzee. *Annual Review of Psychology*, *68*(6), 129-154. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044108

Whiten, A., & Flynn, E. (2010). The transmission and evolution of experimental microcultures in groups of young children. *Developmental Psychology*, *46*(6), 1694. https://doi.org/10.1037/a0020786