

Aprendizaje como prototipado: experimentación en la educación infantil



C. A. Navarro Rache
G. E. Corrêa Meyer

Recibido: 22.07.2020
Aceptado: 11.11.2020
Publicado: 20.12.2020

Cómo citar este artículo:

Navarro Rache C.A., Corrêa Meyer G. E., 2020. Aprendizaje como prototipado: experimentación en la educación infantil.

Inmaterial. Diseño, Arte y Sociedad, 5(10), pp. 93-120



Abstract

Prototyping is recognized as one of the most characteristic project activities in design. Being a process that allows generating knowledge and obtaining particular learning, its relationship with educational processes is clear. His understanding is familiar in design research, however, we propose to rethink prototyping from the perspective of another area: Science and Technology Studies (STS). Based on this vision, this study focuses on identifying the potential of prototyping in childhood learning, focused on an educational context. To this end, we carried out an action research that was carried out through prototyping practices with 8 children from 5 to 9 years old, and which had the collaboration of specialists for the design and monitoring of the dynamics. The results were interpreted in order to defend that learning can be thought of as prototyping by: (i) revealing recursion as incessant construction; (ii) enabling learning curves and stimulating confidence; (iii) instigating dialogic design, discord and instability; (iv) creating new worlds; (v) allowing a polysemy between the actors, and (vi) proposing play-prototyping as a characteristic action. We believe that

this reflection can contribute to discussions about new ways of learning in a context of continuous challenges.

Keywords: prototyping, education, Science and Technology Studies, design, prototype.

Resumen

El prototipado es reconocido como una de las actividades proyectuales más características del diseño. Al tratarse de un proceso que permite generar conocimientos y obtener aprendizajes particulares, es clara su relación con los procesos educacionales. Su comprensión es familiar en las investigaciones en diseño, sin embargo, proponemos repensar el prototipado desde la perspectiva de otra área: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (STS). Partiendo de ese presupuesto, este estudio se concentra en identificar el potencial del prototipado en el aprendizaje infantil, enfocado en un contexto educativo. Para tal fin, realizamos una investigación-acción que se desarrolló a través de prácticas de prototipado con ocho niños de cinco a nueve años, y que contó con la colaboración de especialistas para el diseño y monitoreo de las dinámicas. Los resultados fueron interpreta-

dos con el objetivo de defender que el aprendizaje puede ser pensado como prototipado: (i) al revelar una recursividad como construcción incesante; (ii) al posibilitar curvas de aprendizaje y estimular la confianza; (iii) al instigar diseño dialógico, discordia e inestabilidad; (iv) al crear nuevos mundos; (v) al permitir una polisemia entre los actores, y (vi) al proponer el jugar-prototipar como acción característica. Creemos que esta reflexión puede contribuir a las discusiones sobre nuevas formas de aprender en un contexto de desafíos continuos.

Palabras clave: prototipado; educación; estudios de ciencia, tecnología y sociedad; diseño; prototipo.

Introducción

Vivimos en un mundo que está en constante movimiento y cambio, donde diferentes áreas se interrelacionan en situaciones ambivalentes y complejas (Morin, 1984). Frente a esta sociedad compleja, partimos de la premisa de que los procesos de aprendizaje¹ en la educación deben ser repensados (García y Alba, 2008). La mayoría de los sistemas educativos convencionales en América del Sur fueron concebidos en los siglos XVIII y XIX, con un vínculo claro con los intereses económicos de la industrialización que se originaba. Estos sistemas, distanciados de las necesidades del mundo de hoy (Robinson, 2011), pueden llamarse de modelo de enseñanza tradicional. A pesar de su indudable hegemonía, hay una serie de esfuerzos que buscan problematizar y ofrecer opciones al modelo mencionado. Entre estos estudios, se destaca la metodología activa por involucrar métodos en los cuales el alumno es un sujeto activo y las prácticas de aprendizaje lo posicionan en el centro (Araújo, 2015). En un estudio motivado de manera similar, Wagner (2008) propone habilidades peculiares que deberían considerarse en los procesos educativos de hoy. Pese a estos esfuerzos evidentes, actualmente la escuela parece organizarse en torno al modelo de enseñanza tradicional, lo que termina incurriendo en un proceso de fragmentación respecto al modo en que la escuela se posiciona en relación con las contingencias del mundo contemporáneo.

Entendemos aquí que el diseño, debido a su vocación especulativa y su naturaleza transformadora, puede contribuir a este desafiante escenario. En este artículo, el diseño se entiende como un proceso inventivo que tiene lugar en las relaciones entre una extensa diversidad de actores más que humanos (Puig de la Bellacasa, 2017). Esta comprensión del diseño se asemeja a una práctica de prototipado, ya que impulsa la generación de conocimientos y aprendizajes en su dinámica. A lo largo de los últimos años, han aparecido investigaciones que demuestran las variadas formas de comprender el prototipado. En una lectura de lo que podemos llamar diseño tradicional (es decir, relacionado con los procesos de fabricación industrial), el prototipado es una actividad posicionada en la etapa final del proceso proyectual. Influentes metodologías de diseño encaminan el proyecto hacia la creación de un prototipo; por ejemplo, la metodología proyectual de Munari (1993). Sin embargo, en otras perspectivas, como la investigación a través del diseño (RtD en el idioma original), el prototipado genera conocimiento mediante su práctica, lo que difiere de la lectura que considera el prototipo como objeto de la actividad

¹ En la presente investigación, el término “aprendizaje” es entendido como una actividad social, no solo como un proceso de realización individual (Vygotsky, 1994), y en la cual el sujeto, a través de las relaciones generadas en la experiencia, de la manipulación de objetos y de la interacción sociocultural con otras personas, construye conocimientos; adquiriendo informaciones, habilidades, actitudes y valores (Oliveira, 1995), y modificando así, en forma activa, su esquema cognitivo del mundo que lo rodea (Piaget y Gréco, 1974).

proyectual. En esa segunda visión, los actores piensan mientras hacen, hacen mientras piensan y, en general, expresan ideas a través de la creación o visualización de conceptos (Schön, 1983). Además del diseño, el tema del prototipado ha ocupado otras áreas interesadas en discusiones sobre la relación entre tecnología y naturaleza, por ejemplo. Una de esas áreas son los STS². Para comprender cómo los STS conciben el prototipado, realizamos una revisión sistemática de literatura. En esa concepción, que se desarrollará posteriormente, el prototipado es una tecnología de exploración, dinámica, generativa y polisémica (Suchman, Trigg y Blomberg, 2002). Pensado desde esa base múltiple, el prototipado no puede incurrir en una separación entre humanos y más-que-humanos, porque aquello que es polisémico impide comprender actores como figuras aisladas e inarticuladas. Así, la discusión sobre prototipado que aquí se desarrolla puede ampliarse al tema del posthumanismo, contribuyendo a una comprensión donde los actores no tienen naturalezas superiores o que están demarcadas por una jerarquía preliminar, sino que habitan en una relación horizontal, simétrica e igualitaria (Pepperell, 2003). Creemos que avanzar en algunas de las comprensiones de los STS sobre prototipado es una forma de ampliar el entendimiento del diseño acerca del posthumanismo, a partir de una discusión que articula un concepto de prototipado y un campo empírico en el que se trabajó la temática del aprendizaje.

Con base en lo expuesto, el objetivo de esta investigación es identificar el potencial del prototipado en el aprendizaje infantil, situado en el contexto educacional. Este propósito se aborda a partir de una investigación-acción que involucró fundamentalmente el diseño de una práctica de prototipado enfocada en la experimentación con niños. El artículo está interesado en comprender las cualidades del prototipado influenciado por los STS y explorar su potencial en el aprendizaje de los niños. No es innecesario mencionar que esta investigación no ambiciona proponer una solución para el sistema educacional, sino que busca comprender la pertinencia e implicaciones de la propuesta, así como los descubrimientos y relaciones que surgen a partir de una práctica de experimentación situada. La siguiente sección presenta la literatura investigada sobre los pilares teóricos del presente estudio.

² Este artículo usa la abreviatura del nombre de la disciplina en su lengua original: Science and Technology Studies (STS). El campo responde a una línea de trabajo sociológica interdisciplinaria, cuyo objeto académico está constituido por los aspectos sociales (culturales, éticos y políticos) del conocimiento de la ciencia y tecnología (García Palacios et al., 2001; Cano, 2010). Los STS parten del presupuesto de que la ciencia y la tecnología son actividades totalmente sociales (Sismondo, 2010).

Contexto educacional

A la hora de discutir la educación infantil, es necesario revisar brevemente el sistema que llamamos de modelo de enseñanza tradicional. Tal modelo se caracteriza por posicionar al profesor como un experto conocedor, aquel encargado de desarrollar la totalidad de las disciplinas escolares (Rovira, 2019). El estudiante, por su parte, es una figura pasiva que recibe algo constantemente durante todo el procedimiento. Las características de este modelo implican un proceso de transmisión y recepción de información en el que la principal herramienta de aprendizaje del alumno es la memoria, y donde la forma de comprobar el éxito de la enseñanza involucra pruebas evaluativas que miden únicamente la cantidad y precisión de informaciones que puedan ser reproducidas (Mizukami, 1986; Freire, 1987; Amador, 2018).

A pesar de tratarse de un modelo bastante presente en las escuelas de América del Sur, lo cierto es que este ha recibido críticas sistemáticas sobre su pertinencia respecto a los desafíos del mundo contemporáneo (Robinson, 2011). Según Freire (1987), el modelo tradicional implica una especie de anestesia que inhibe el poder imaginativo de los estudiantes. De esta manera, pensar auténticamente se vuelve peligroso para el propio sistema. En los últimos años, las escuelas han experimentado reformas que se concentran solo en “mejorar” el sistema tradicional existente a través de tres estrategias: el aumento del acceso, el incremento de los niveles de información y la estandarización. Las abundantes críticas a este modelo impulsaron a profesores, pedagogos e investigadores en educación a pensar en propuestas de procesos de aprendizaje alternativos.

Una de estas propuestas es la metodología activa, con métodos, técnicas y estrategias que se pueden utilizar para transformar los procesos pasivos de la enseñanza convencional en prácticas de aprendizaje donde la participación constante del alumno es activa. A partir de esta posición activa, el alumno logra asumir su protagonismo siendo su propia fuente de conocimiento, un auto aprendiz (Labrador y Andreu, 2008; Araújo, 2015). Otra propuesta interesada en explorar alternativas a los procesos educativos son las siete habilidades necesarias en la escuela actual (Wagner, 2008). Dichas habilidades son las siguientes: pensamiento crítico y resolución de problemas; colaboración a través de redes y liderazgo por influencia; agilidad y adaptabilidad; iniciativa y emprendimiento; comunicación oral y escrita eficaces; acceso y análisis de la información, y curiosidad e imaginación. Ambas perspectivas son conducidas por una base según la cual el estudiante es protagonista, donde el sentido crítico y colaborativo son fundamentales; además, son promovidas actividades pertinentes para el desarrollo en el ámbito laboral, cívico y el aprendizaje académico y profesional (Labrador y Andreu, 2008; Wagner, 2008). Propuestas

semejantes a las mencionadas se desdoblaron en las iniciativas de autores como Pestalozzi (Suiza, 1746), Piaget (Suiza, 1886), Dewey (Estados Unidos, 1859), Montessori (Países Bajos, 1870), Vygotsky (Bielorrusia, 1896) y Malaguzzi (Italia, 1970). Asimismo, existen actualmente proyectos que buscan incitar al aprendizaje mediante la experiencia activa infantil; tal es el caso español de La Regadera, un espacio de encuentro que tiene como objetivo generar entornos de juego espontáneos a través de objetos físicos y espacios de experimentación (Medialab, 2019). La idea de esta breve sección no es, evidentemente, presentar de manera minuciosa cómo la crítica del modelo de enseñanza tradicional viene siendo elaborada. El propósito, en cambio, es traer algo de una lectura que requiere nuevos estudios relacionados con el tema. Es en ese sentido que se piensa en los procesos del prototipado.

Prototipado

Existen diversas concepciones del prototipado en el diseño. Cada perspectiva asumida puede revelar un desenvolvimiento distinto del término (Houde y Hill, 1997). En una óptica de aspecto más tradicional en el diseño (es decir, más ampliamente difundida en el mundo académico, industrial y de mercado), el prototipado parece ocupar la fase final del proceso proyectual, sirviendo como prueba para la producción en serie (Floyd, 1984). Esta perspectiva sugiere una lectura cartesiana y objetiva, entendiéndose el prototipo como una solución o conclusión; considerándose un modelo que muestra las características específicas del producto final, y sirviendo así a la eficiencia de la reproducción. En este entendimiento, el prototipado está asociado a una etapa de cierre, donde la materialización converge con los esfuerzos del diseñador (Meyer, 2018). Janson y Smith (1985) amplían la definición del prototipo como un artefacto provisional, y de esta forma se desvincula el prototipo de la producción y se lo considera un instrumento que sirve para evaluar conceptos. Eppinger y Ulrich (2012), por su parte, entienden que el prototipo es una aproximación del producto a lo largo de una o más dimensiones de interés; cualquier entidad que presente al menos un aspecto del producto que sea relevante para el diseñador ya se considera un prototipo. Así, es posible establecer alguna relación entre la perspectiva del diseño y su técnica equivalente: los diseñadores industriales perciben el prototipo en un modelo de espuma; los diseñadores de interacción lo hacen en una simulación de apariencia en la pantalla; y los diseñadores centrados en el usuario, en un *storyboard* (Houde y Hill, 1997).

Además del primer recorte asociado a un tipo de cierre, el prototipado se asocia frecuentemente a un proceso de apertura. Dicha apertura debe ser pensada aquí en el sentido de descubrimiento; en la capacidad de descubrir nuevos mundos, de producir conocimientos, de problematizar situaciones y de explo-

rar nuevas direcciones de soluciones (Lim, Stolterman y Tenenberg, 2008). En este enfoque, el prototipado se entiende más por su aspecto generativo que comprobatorio; su eficiencia está relacionada con lo incompleto, ya que rescata las cualidades que el diseñador quiere examinar y explorar. De esta manera, el prototipado fomenta la conciencia y la reflexión del diseñador, entendiendo más el entorno complejo y la responsabilidad donde está sumergido, y no reduciendo la actividad únicamente a la resolución de un problema específico. Sanders y Stappers (2014) comprenden el prototipo como un modo de experimentar una situación futura, una forma de conectar teorías abstractas con la experiencia; portador de discusiones interdisciplinarias. Además de ello, el prototipo adquiere un carácter de confrontación, pues su capacidad exploratoria pone a prueba ideas iniciales o, incluso, teorías ya establecidas.

A pesar de que lo expuesto sugiera que el prototipado tiene dos polos opuestos (cierre y abertura), estas características no son independientes, sino que el prototipado posee la capacidad de que ambas particularidades coexistan. Meyer (2018) argumenta sobre un doble movimiento de procesos cíclicos inseparables, donde cualquier cierre se vuelve vulnerable e inestable, y no perdura en ningún momento. Aunque existe una variedad de estudios en diseño sobre prototipado y prototipo, se distinguen lagunas en la posibilidad de que el prototipado sea discutido en otros campos.

Método

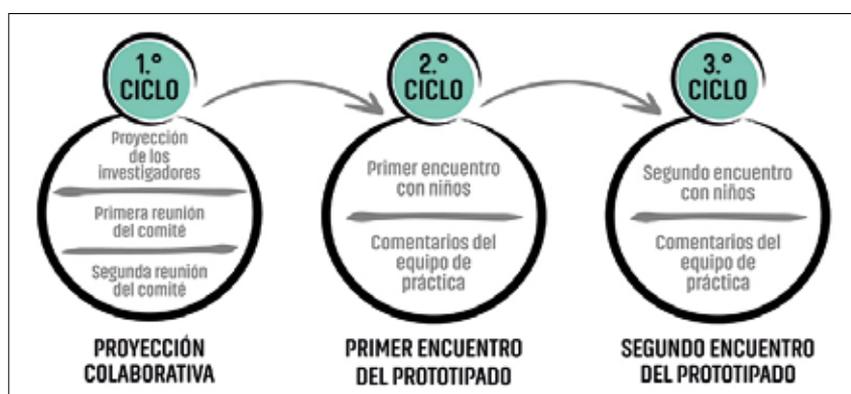
Con el fin de abordar el objetivo de este artículo, se realizaron los movimientos que se detallan a continuación. En primer lugar, para investigar las visiones de los STS sobre el prototipado, se empleó la revisión sistemática de literatura o RSL (Kitchenham, 2004). En la plataforma EBSCO, exploramos (en octubre de 2018) la opción de búsqueda avanzada, seleccionando los términos “*prototype*”, “*prototyping*” y “*Science and Technology Studies*”. Seleccionamos trece artículos válidos que fueron analizados para elaborar una categorización que reflejara la posición de los textos. Estas categorías sirvieron como conceptos que sensibilizaron la elaboración de la práctica empírica.

La práctica fue conducida a partir de una investigación-acción (Thiollent, 1986) que tuvo lugar en Porto Alegre (Brasil) y Lima (Perú). El diseño de la dinámica se inspiró en el mantra “*learning by doing*”: a través del ensayo de procesos abiertos y continuos —que no deben ser analizados en estático ni unidireccionalmente—, los actores aprenden activamente de la experimentación (Blanco, 2016). Se formó un comité de proyecto, compuesto por ocho expertos en diseño que participaron en todo el proceso proyectual y crítico de la práctica. La mayoría de los miembros eran magísteres en diseño estraté-

gico. También se creó un equipo de práctica, formado por cuatro especialistas en educación cuyo papel era monitorear en el campo empírico y ofrecer pareceres sobre las prácticas. En este grupo participaron profesionales con experiencia en educación infantil.

Se propusieron tres ciclos: la proyección colaborativa, el primer encuentro de prototipado y el segundo encuentro de prototipado. La práctica se llevó a cabo en un ambiente externo a la escuela, en un espacio amplio y abierto. Se instalaron dos mesas de trabajo, una televisión con audio y una alfombra micro porosa para niños. En la figura 1, se muestran gráficamente los tres ciclos y sus actividades principales.

Fig. 1. Esquema guía de la investigación-acción. Elaborado por los autores (2020).



Después de cada ciclo, los autores realizaron entrevistas semiestructuradas a los educadores miembros del equipo de práctica. La descripción de la sección “Resultados” y la argumentación de la “Discusión” se elaboraron con base en una documentación rigurosa de notas de campo de los autores; registros fotográficos; grabaciones de audio y vídeos; discursos de los niños participantes; entrevistas a educadores; retornos del comité de proyecto, y comentarios de los padres. En la última sección, discutiremos los resultados pensando específicamente en las posibilidades del aprendizaje en el prototipado con niños.

Resultados

La primera parte de los resultados aborda los entendimientos de los STS sobre el prototipado. Después de una minuciosa RSL, análisis y discusión del contenido, los autores desarrollaron una comprensión general del término. Por lo tanto, el prototipado se reveló: (i) una tecnología de exploración que está insertada y es parte de la sociedad; (ii) recursivo, nunca termina, puede construirse perpetuamente; (iii) un proceso para la producción de conocimientos enmarañados en sus propias formas de sociabilidad, donde se reúnen en confrontación las redes humanas y no humanas; (iv) una arena de negociación entre el presente y el futuro, entre el mundo material y los seres humanos, entre los múltiples intereses de los actores y sus mundos sociales; (v) una forma de aprendizaje, donde a través de su experiencia es probable adquirir conocimiento; (vi) un espacio dialógico para la discusión del pluralismo y las controversias del otro; (vii) oscilante e inestable, nunca estático ni equilibrado, y (viii) más interesado en la confrontación que en un acuerdo armonioso (Suchman, Trigg y Blomberg, 2002; Bakker, Van Lente y Meeus, 2012; Estalella, Ibáñez Martín y Pavone, 2013; Nold, 2015; Kullman, 2016). Una aclaración relevante es que, aunque a veces pueda sugerirse alguna, no existe una unidad de los STS sobre el prototipado (los autores investigados no coinciden en sus percepciones, y existen estudios no explorados que han escapado del criterio de la RSL).

Con respecto a la investigación-acción, se expondrán los resultados organizados a partir de los ciclos. A pesar de que los ciclos no son etapas independientes (entre ellos se modifican y se articulan), optamos por presentarlos individual y cronológicamente.

Primer ciclo: proyección colaborativa

La intención de este ciclo es crear, conjuntamente con los miembros del comité, el material que más tarde se adoptará en la práctica con los niños. Para ello, fueron propuestas tres actividades diferentes. En la primera, llamada “Proyección de los investigadores”, se preparó un material previo (propuesta tridimensional y una presentación digital con la teoría y objetivos de la investigación) para ser presentado a los miembros del comité. En la segunda y tercera actividad, llamadas “Primera reunión del comité” y “Segunda reunión del comité”, respectivamente, se mostró este material previo; los miembros analizaron sus características, experimentaron la propuesta y provocaron discusiones. La figura 2 ilustra momentos de ambas reuniones. Con base en los comentarios y críticas generados en las actividades, se hicieron modificaciones en el material para que, en el siguiente ciclo, este fuera experimentado por niños.

Fig. 2. Reuniones del comité de proyecto. Registrado por los autores (2019).



Las discusiones giraron en torno al material, el cual posee diversos aspectos, entre los que destacan: (a) kit del prototipado, (b) dinámica y (c) narrativa. En cuanto al kit (a), se trata de los elementos tangibles para que los niños construyan. Se trabajaron cinco tipos de materialidad: rigidez (permite estructura), flexibilidad (permite movimiento), volumen (permite relleno), conexión (permite juntas) y superficie (permite acabado). Cada uno de estos tipos incluía varios materiales específicos, como cartón, elásticos coloridos, plastilina, marcadores, etc. Fue realizado un estudio antropométrico con el fin de alterar las dimensiones del kit y, así, implementar las piezas en el propio cuerpo de los niños. Respecto a la dinámica (b), se pensó que el prototipado fuera guiado por una narrativa que contara una historia, que sumergiera a los niños en ella y, a partir de eso, ellos crearan sus propios volúmenes. La dinámica se destaca por no delimitar a los niños en grupos establecidos, intentar mantener un ambiente libre y divertido, y establecer que los monitores no restrinjan la actividad con indicaciones inapropiadas. Finalmente, en cuanto a la narrativa (c), se consideró la necesidad de proponer un escenario ficticio

inspirador, representado mediante un vídeo con ilustraciones y un relato narrado por los investigadores. El argumento de este escenario se inspiró en una exploración intergaláctica hacia Saturno. Los niños participantes serían desafiados a convertirse en un equipo de astronautas. La figura 3 muestra una imagen del kit e ilustraciones de la narrativa.

Fig. 3. Kit del prototipado e ilustraciones de la narrativa. Registrado por los autores (2019).



Segundo ciclo: primer encuentro del prototipado

Con el segundo ciclo se buscó experimentar por primera vez la práctica de prototipado con niños. En relación con la selección de los participantes, los docentes del equipo de práctica entendieron que la edad infantil debería fijarse entre los cinco y los nueve años. A los cinco años de edad, el niño demuestra habilidades técnicas para manipular diversos materiales, como el uso de cintas de colores, el corte con tijeras y el pliegue de papeles (Núñez, Hernández y Núñez, 2002). Por otro lado, pasado los nueve años, los niños tienden a rechazar las ilustraciones de aspecto infantil. Los indicios de pubertad aparecen y el cambio físico se refleja en el autoconcepto que ellos mismos crean, con lo cual tienden a discriminar rasgos infantiles, pues ya no se consideran niños (Meece, 2000).

Este encuentro duró 120 minutos. En el desarrollo de la narrativa, se presentaron dos desafíos. El primero situaba a los niños en pleno viaje a Saturno: en ese espacio se percibió que nadie en la tripulación poseía herramientas de exploración. Por lo tanto, los niños fueron motivados a construir cosas que auxiliaran el descubrimiento del nuevo planeta. En un segundo desafío, los participantes fueron provocados a crear cosas que les permitieran conocer personalmente a los alienígenas de Saturno.

Un punto destacado inicial de esta dinámica fueron las variaciones del primer contacto exploratorio de los niños con los materiales. Algunos quedaron desconcertados al descubrir dentro del kit elementos desconocidos. De ese modo, su exploración comenzó con elementos familiares, aparentemente ya

utilizados en actividades pasadas. Otra característica apareció en las relaciones entre los participantes y el material: la materialidad del kit tiene la posibilidad de transformarse en función de las influencias o cambios del proyecto. De esa forma, se distinguió que el kit posibilita a los participantes cambiar su enfoque proyectual, modificando lo que estaba siendo avanzado. Entre los dos desafíos de la narrativa, los educadores manifestaron que era posible reutilizar las primeras creaciones. En este sentido, se apreciaron dos posibilidades de construcción: algunos niños usaron nuevas piezas del kit para su creación, y otros reutilizaron los prototipos ya construidos en el primer desafío. Otra particularidad fue el aspecto del juego, que mudó la práctica de algo inicialmente formal en algo divertido y de otra dinámica. Esto inauguró otro tipo de participación, pasando de momentos de timidez a estados de mayor seguridad y recreación. En la figura 4 se incluyen momentos de este segundo ciclo.

Fig. 4. Escenas del primer encuentro del prototipado. Registrado por los autores (2019).



Tras el encuentro, los autores prepararon una presentación digital posciclo con la síntesis fotográfica y observaciones de lo sucedido. Esta presentación fue enviada a los educadores miembros del equipo de práctica con la idea de sensibilizarlos para una posterior entrevista. Los comentarios resaltantes de estas entrevistas aparecerán en el apartado “Discusión”. Además de ello, los investigadores realizaron un ejercicio de lectura e interpretación de todo lo que fue discutido en este segundo ciclo. Algunos de los comentarios involucraban ajustes en el kit (explorar piezas tridimensionales) o en la dinámica (no establecer momentos predefinidos de presentación o ritmo de la actividad).

Tercer ciclo: segundo encuentro del prototipado

El tercer ciclo envolvió nuevas prácticas de prototipado a partir de los cambios influenciados por el ciclo anterior. Participaron seis de los ocho niños del primer encuentro, y dos nuevos participantes del mismo grupo de edad fueron incluidos.

El encuentro duró 120 minutos. En el desarrollo de la narrativa, hubo tres nuevos desafíos. En el primero de ellos, los niños estaban conociendo a los alienígenas aún en Saturno cuando, repentinamente, percibieron que la nave estaba averiada, con lo cual se vieron desafiados a construir algo que auxiliara su regreso a la Tierra. En el segundo desafío, los niños, ya en la Tierra, recibieron una llamada de los alienígenas manifestando que les harían una visita. Dado este suceso, fue propuesto crear un obsequio para los alienígenas que pudiera tener valor representativo de algo propio de la Tierra. Finalmente, el tercer desafío, llamado “posescenario”, fue hecho para que cada niño creara algo en su propio hogar. Todos ellos fueron desafiados a la construcción de un objeto que facilitara la mejora de la Tierra, ya que los alienígenas repararon en que el planeta presentaba serios problemas climáticos.

Un punto destacado de este encuentro fue que se formó una jerarquía en el proceso de diseño, donde, por un lado, estaban los autores creativos con poder de decisión y, por el otro, los colaboradores que solo hacían lo que se indicaba. Otro aspecto para tener en cuenta fue que, en algunos niños, surgió la competencia en el prototipado. Aunque la práctica intentaba mantener el tono de diversión, en el comportamiento de algunos participantes apareció el deseo de competir y destacar frente a los demás. Para lograrlo, decidieron hacerse con más materiales o construir una mayor cantidad de objetos. Cabe destacar también que se apreció la formación de un vínculo emocional entre la creación y el participante, uno de los cuales comentó: “No quiero tocar nada en mi nave, me gustó la apariencia y quiero llevármela a casa, así como está”. Asimismo, se hizo hincapié en que el juego enérgico se manifestaba cada vez más en el prototipado. Anteriormente, el juego había sido más tímido; sin embargo, en esta segunda experiencia, los niños corrieron y saltaron, compartieron sus creaciones gritando y riendo, y trabajaron fuera de la alfombra en el suelo ocupando indistintamente los espacios. Una última característica (mencionada por los padres en relación con el posescenario fue que los niños parecían pensar sus creaciones como juguetes, relacionándolos con sus actividades. En la figura 5 se pueden ver momentos de este tercer ciclo.



Fig. 5. Escenas del segundo encuentro del prototipado. Registrado por los autores (2019).



Después del segundo encuentro, nuevamente los autores hicieron una presentación digital posciclo (sobre lo que fue experimentado en la dinámica) para los miembros del equipo de práctica. Más adelante se llevaron a cabo entrevistas con el fin de conocer sus pareceres.

Discusión

El análisis de los resultados apunta a las evidencias del potencial del prototipado en el aprendizaje infantil. Los argumentos que serán expuestos pasan por una lectura de la práctica, así como las observaciones y comentarios de los educadores del equipo de práctica. Esta sección está organizada en seis tópicos diferentes. De esta manera, el aprendizaje es pensado como prototipado: (i) al revelar una recursividad como construcción incesante; (ii) al posibilitar curvas de aprendizaje y estimular la confianza; (iii) al instigar diseño dialógico, discordia e inestabilidad; (iv) al crear nuevos mundos; (v) al permitir una polisemia entre los actores, y (vi) al proponer el jugar-prototipar como acción característica.

En el primer tópico, el aprendizaje se muestra en la práctica al revelarse una recursividad como construcción incesante (i). En este sentido, “recursivo” tiene la connotación de sensación de infinito, es decir, de algo que es continuo y

no puede ser delimitado en el espacio o el tiempo; perpetuamente inacabado (Corsín Jiménez, 2014). Este aspecto fue apreciado en las ocasiones en que el prototipo aparentó momentáneamente un aspecto “acabado”, con una idea ya concebida y representada, y aparece un segundo momento de reinterpretación, de (re)prototipar el prototipo. En específico, esto fue evidenciado cuando una niña tomó el prototipo que había usado en el primer desafío (una nave espacial), luego giró el elemento y añadió elásticos, creando un segundo prototipo (un escudo defensivo). La dinámica mostró que el kit está constantemente abierto y posibilita una construcción incesante. La figura 6 ilustra estos dos momentos.

Fig. 6. Reinterpretación del prototipo. Registrado por los autores (2019).



Por otro lado, lo recursivo no solo se refiere al mundo material del prototipo, sino que también se refleja en la construcción indefinida de los actores humanos. De esa forma, cada vez que los participantes creaban juntos, también se modificaban y se reconstruían —recursivamente—. Esto puede observarse en el caso anterior, en la transformación de la nave en escudo, con lo cual la niña cambió su postura de un mundo amable a un mundo de protección. Ella afirmó: “[...] Es mejor hacer este escudo, porque tal vez ellos no sean tan buenos como yo pensaba”. La postura de la niña es influenciada por el prototipado y en él. Podemos decir, por tanto, que la recursividad particular apreciada en la dinámica muestra aprendizaje en los niños de tres maneras: en la mejora de la capacidad técnica para crear y recrear manualmente los prototipos; en la libertad inventiva que adquieren al no tener límites procesuales y de tiempo, y en la construcción incesante de ellos mismos y sus posturas.

En el segundo tópico, el aprendizaje es considerado en la práctica al permitir curvas de aprendizaje y estimular la confianza (ii). Las curvas de aprendizaje son experiencias donde se desarrollan exploraciones (intentos) y se obtienen aprendizajes de ellas. Toda forma de experimentación requiere un compromiso que muestre aprendizaje. Latour *et al.* (2004) mencionan que un mal experimento no es aquel que falla, sino aquel donde el diseñador no recibe lecciones para ayudarse en el siguiente experimento. En el primer desafío con los niños, algunas iniciativas fueron más tímidas: esto puede ilustrarse en la forma en que una de las niñas combinó en un primer momento materiales como el cartón y los marcadores. En un segundo momento, la misma niña pasó a explorar más ampliamente los materiales, mezclando hasta seis tipos de ellos. La figura 7 muestra el prototipado de los dos momentos.

Fig. 7. Exploración y curvas de aprendizaje. Registrado por los autores (2019).



La relevancia de las curvas de aprendizaje se caracteriza por los valores y conocimientos obtenidos a partir de las diferentes tentativas experimentales: observar lo que hacen otros niños, tocar nuevos materiales, cometer errores al intentar juntar las piezas, y perder el temor de enseñar lo que se está construyendo. Así, la experiencia de la dinámica reveló aprendizaje en la obtención de confianza y seguridad en los niños, en la provocación de construcciones más osadas, y en el atrevimiento para manipular elementos desconocidos.

En el tercer tópico, el aprendizaje es considerado como prototipado al instigar diseño dialógico, discordia e inestabilidad (iii). El diseño dialógico es un lugar que abre espacio para la discusión del pluralismo y las controversias del otro (DiSalvo, 2014). En el esfuerzo dialógico, las personas actúan en una conversación con los materiales, las otras personas, los factores abstractos y demás elementos. Los actores terminan transformándose, e interesa más discordar que

llegar a un consenso; de esta manera, los valores de cada niño son perturbados y quedan inestables. Por otro lado, la inestabilidad se refiere a algo que muda constantemente, donde ningún equilibrio es alcanzado. Además de la inestabilidad en el actuar de los niños, el prototipo también fue inestable, y su dinámico proceso de creación fue oscilante de escalonamiento (Nold, 2015). Los participantes ampliaron su proceso de prototipado al interesarse en el proceso del otro; de esta forma, innumerables versiones de realidades fueron creadas y enredadas. En la dinámica, el desacuerdo dialógico puede ser ilustrado con el momento específico en que dos niños se manifestaron discordantemente, uno contrario al otro. Por un lado, uno de ellos defendió la gentileza de los alienígenas argumentando lo siguiente: “[...] Son seres buenos, no tenemos motivos para dudar de ellos”. El otro, por su parte, opinó que le transmitían hostilidad y afirmó en consecuencia: “Prefiero estar preparado cuando ellos comiencen a atacar”. Ambos niños argumentaron sus posiciones a través del prototipado. Es decir, estos conflictos nacieron del proceso de materializar un elemento, donde ambos participantes se posicionaron en el prototipo sobre un tema específico. Aquí, el aspecto relevante de la materialidad como fuente tangible es generador de discordia. Por lo expuesto, se percibe que los niños encuentran en la discordia del diseño dialógico una forma particular de desarrollarse; mostrando aprendizaje en la controversia y la inestabilidad, a partir de las cuales aprendieron a divergir unos de otros.

En el cuarto tópico, el aprendizaje es considerado en la práctica al crear nuevos mundos (v). La creación de nuevos mundos es un espacio imaginario posible, proyectado en el futuro aún inexistente. La facultad generativa del prototipo le permite a él mismo, ser un agente creativo, convirtiéndose en un artefacto que moldea mundos futuros mediante su práctica (Estalella, Ibáñez Martín y Pavone, 2013). La posibilidad de configurar nuevos mundos se reflejó en varios momentos constructivos; momentos en que los niños, provocados por la narrativa, materializaron sus futuros imaginarios a través del prototipado. Un ejemplo peculiar de la práctica fue cuando los participantes, sumergidos en la historia, fueron avisados de una próxima visita a la Tierra por parte de los alienígenas. Los niños crearon la idea de un nuevo mundo de bondad y amistad, y construyeron así diferentes obsequios de bienvenidas; entre ellos, un reloj ideado por una niña que aseguró: “La hora no es la misma aquí que en Saturno. Ellos son nuestros amigos y deben saber nuestros horarios”. Por lo tanto, se distingue que la creación de nuevos mundos muestra su aprendizaje en la materialización de ideas abstractas en cosas tangibles, en la posibilidad de construir espacios inexistentes y en la provocación del imaginario especulativo de los niños. Con respecto a la especulación, esta aportó un tono instigador a la práctica, ya que promovió un cierto compromiso en los niños y, en consecuencia, también la posibilidad de que participaran en la

narrativa. El origen surgió en la búsqueda de algo que motivara la exploración y permitiera la creación de otras realidades, sin limitar la narrativa apenas a la creación de “soluciones”. Al contrario, la especulación buscó infinitas posibilidades para explorar los desafíos propuestos. El surgimiento de esta idea está vinculado con el diseño especulativo³ y el debate sobre formas de ser, de inspirar y de encorajar la imaginación; donde los humanos pueden definir su relación con la propia realidad y el mundo en el que viven. El prototipado propuesto se valió del diseño especulativo para abrir posibilidades que pudieran ser discutidas y posicionadas colectivamente (Dunne y Raby, 2013). Tanto la narrativa propuesta como los prototipos creados por los niños fueron especulativos, provocativos, simplificados e intencionalmente ficticios. Finalmente, la práctica se asemeja a un ejercicio especulativo en la forma en que se activan las habilidades críticas y autónomas, lo que permite a los participantes visualizar sus propios problemas y posiciones, además de crear sus propias esperanzas (Tironi, 2018).

En el quinto tópico, el aprendizaje es pensado en el prototipado al permitir una polisemia entre los actores (v). Se descubrió que el prototipado es polisémico por las diferentes voces producidas (Suchman, Trigg y Blomberg, 2002) y la multiplicidad de significados engendrados en la práctica. El primer sentido se manifestó cuando el prototipado se expresó para públicos heterogéneos: niños de edades y géneros distintos. En ese momento, el prototipo se pronunció en varios idiomas, capaz de expresarse de innumerables maneras. El segundo sentido se percibió cuando las interpretaciones sobre un prototipo se revelaron distintas, es decir, con el hecho de que cada niño entendió algo particular. La polisemia en la práctica se plasmó cuando un niño construyó un elemento durante 20 minutos a partir del desafío de la narrativa. Tan pronto como terminó, otro niño elogió la creación mencionando: “Esta nave es espectacular”. Después de unos minutos, el primer niño adicionó algunos elásticos coloridos y reveló: “[...] No era una nave; hice una mochila de emergencia con cosas de supervivencia. Es por si nos sucede algo en Saturno y nos quedamos atrapados allí”. La polisemia característica del prototipado propuesto posibilitó a los niños un aprendizaje relacionado con el proceso de interpretación y retórica correspondiente. También reveló un proceso de apertura que fomentó discusión.

³ El diseño especulativo nació de los esfuerzos fallidos del diseño tradicional, el cual, durante muchos años, ha estado intentando resolver problemas que son muy complejos y perversos; conocidos (en el idioma original) como “*wicked problems*” (Buchanan, 1992). Estos problemas son casi imposibles de resolver solo con la proyección reducida de un producto o servicio, cubriendo una serie de otros factores. Dada esta ceguera proyectual, se propone dar otro enfoque al diseño, como un medio para especular cómo podrían ser las cosas, naciendo así el diseño especulativo (Dunne y Raby, 2013).

En el sexto tópico, el aprendizaje se evidencia en el prototipado al proponer el jugar-prototipar como acción característica (vi). El tópico nace del juego, un término que se ha explorado durante mucho tiempo y que aparece en el ámbito infantil desde el nacimiento, en el entorno familiar (Kishimoto, 1998). Es la acción libre que los niños desempeñan al concretizar el juego: en palabras de Kishimoto (1994, p. 111), “se puede decir que [el juego] es lo lúdico en acción”. En cuanto a su manifestación en la dinámica, se observó que no se reducía apenas a un momento específico, sino a una característica más general y esencial de la dinámica. En este sentido, uno de los docentes expresó: “[...] En el segundo encuentro, los niños ya sabían que, además de crear, ellos iban a jugar. Esto les da mayor seguridad, se sienten más libres y menos presionados a seguir un patrón. No tenían miedo al prototipado, ya que finalmente estaban jugando”. Se notó que la presencia del juego tuvo tonalidades: a veces aparecía levemente, otras veces era más perceptible, y en algunas otras fue un juego exagerado. En las ocasiones en que el juego parecía disminuir, la dinámica se veía afectada y, por momentos, se volvía más vertical⁴, y era entonces cuando el niño aparentaba prototipar para buscar alguna recompensa del educador presente. Por lo tanto, se puede argumentar que el juego es una característica sustancial a la hora de ampliar las posibilidades, ya que permite una alternativa ambiental en los procesos escolares tradicionales. En cuanto a su relación con la acción de prototipar, el juego apareció permanentemente. Las manifestaciones más evidentes del juego fueron cuando los niños hacían bromas intercambiando prototipos, colocaban las creaciones en sus cuerpos, apodaban sus prototipos, recreaban sus propias dinámicas e inventaban historias inspiradas en sus creaciones. Estas manifestaciones del juego se pueden ilustrar en la figura 8, en la que cada fotografía representa uno de los encuentros.

Fig. 8. El jugar-prototipar en los dos encuentros. Registrado por los autores (2019).



⁴ Es el sentido jerárquico donde el profesor (en este caso, el monitor) se encuentra en una posición de superioridad frente a los alumnos (los niños participantes). En esta postura, el monitor daría órdenes y los niños obedecerían sin cuestionar decisión alguna.

De esta manera, a pesar de que jugar y prototipar puedan considerarse actividades diferentes, en la dinámica se mostraron como una sola cosa. La idea del jugar-prototipar implica entonces la acción característica de la experimentación, y revela así un aspecto particular de esta noción del prototipado. Una vez que los dos se hibridan, no es posible discontinuarlos, ya que ambos forman un nuevo comportamiento integrado. Algo característico de este actuar fue que podría parecer, por momentos, confuso: muchos niños gritando al mismo tiempo, saltando con sus prototipos, apropiándose de otros materiales que no formaban parte del kit. Esa confusión no se percibe aquí como algo negativo, sino como algo que da autenticidad al hacer de la práctica, lo cual es algo que vuelve el juego natural, no calculado, pero que debe ser aceptado por el potencial que inaugura. Esto tiene que ver con la naturaleza incierta del juego (Caillouis, 2017), que nace por la voluntad de los niños, no buscando un resultado final. También está relacionado con el modo en que el participante juega-prototipando: cuando el niño juega, este no está pensando en qué conocimiento está desarrollando (Kishimoto, 1998).

Otra peculiaridad del jugar-prototipar fue la manifestación de una doble función inversa que activaba y eliminaba las distinciones entre los niños. Uno de los profesores declaró: “En particular, me llama la atención el hecho de que la práctica pueda permitir [activar] el desarrollo de habilidades sociales o de género [...] y, al mismo tiempo, disminuir [o incluso eliminar] esas distancias típicas de los niños”. Así, el brincar-prototipar evidenció diferencias en los agrupamientos exclusivos por género: niñas y niños. Sin embargo, esta misma acción también permitió un estado de placer y libertad que posicionó a los niños en un nivel donde muchos de sus estereotipos o divisiones se redujeron. De este modo, en el transcurso de la dinámica, los niños repensaban sus roles, desconsiderando algunas de las barreras que habían experimentado antes. Otro punto por destacar es que el juego es un acto colectivo. Una docente declaró al respecto: “[...] Varios niños construyen jugando; en la diversión ellos se necesitan unos a otros”. Los “otros” no son entendidos únicamente como niños, sino también como actores no humanos (Latour, 1987). Finalmente, en cuanto al aprendizaje, el acto de brincar-prototipar proporciona situaciones imaginarias en que los niños pueden desarrollar su capacidad cognitiva y, a la vez, viabiliza una interacción diferenciada entre los niños entre sí, y también entre adultos y niños. Por otro lado, hace que los niños se concentren (enfoque) y aprendan a experimentar mientras se divierten, y, finalmente, permite nuevas formas de desarrollo y de reconstrucción de conocimientos (Oliveira, 1995). Presentados ya los seis tópicos, en la última sección se introducirán las conclusiones.

Conclusiones

Tras los resultados obtenidos y las discusiones interpretadas, es posible argumentar que las formas por las cuales el aprendizaje fue percibido como prototipado son particulares; distanciándose de la idea de un aprendizaje a partir de la transferencia de informaciones del modelo de enseñanza tradicional, y dialogando con el concepto de sujeto activo, autoaprendiz y constructor de su propio conocimiento, propuesto por la metodología activa (Papert, 1993; Araújo, 2015). Por otro lado, pensar que los niños solo aprendieron a construir objetos sería reducir las implicaciones del prototipado vivenciado a lo largo de la investigación. Los tópicos discutidos en la última sección nos conducen a una lectura en que el prototipado permite un proceso donde los niños aprenden a lo siguiente: crear en su imaginario de forma ilimitada e infinita (lo que se relaciona con muchos tópicos, pero más explícitamente con la recursividad como construcción incesante); ganar confianza con ellos mismos y con otros actores (a partir de la experiencia generada); posicionarse con autonomía frente a ciertos problemas, confrontarse y diferenciarse de los demás (diseño dialógico); especular sobre cómo podrían ser las cosas en el futuro (nuevos mundos); construir libremente significados genuinos, y no respuestas guiadas hacia lo “correcto” (polisemia), y divertirse lúdicamente interactuando, respetando y construyendo con los otros actores (el jugar-prototipar). Así, estos aspectos se refieren al potencial particular de una práctica de prototipado. Este proceso contribuye a las discusiones sobre el posthumanismo, específicamente en el modo en que se valorizó el encuentro entre actores de naturalezas diversas, realizado en un espacio de relación simétrica. De esta manera, las agencias fueron negociadas en el proceso de prototipado, en lugar de definirse anticipadamente.

Cabe señalar que los puntos de vista de los educadores no son equivalentes a una comprensión de la educación como práctica, sino que son entendimientos basados en sus vivencias y experiencias en la vida académica y pedagógica. También hay que destacar, con referencia a los actores implicados en la dinámica, que, mientras el comité del proyecto (adultos en su totalidad) experimentaba en la dinámica, aparecieron características que mostraron que la propuesta puede ir más allá de la educación infantil. Adicional a ello, fue observado en los comentarios con el equipo de la práctica que la cantidad de niños participantes podría ser un número superior. Por lo tanto, se alienta a que futuras investigaciones sean realizadas con actores de edades mayores, aumentando la cantidad de participantes y colocándolos en situaciones alternativas (por ejemplo, que los participantes creen su propia narrativa en vez de incitarlos a algo específico).

Finalmente, los autores entienden que, aunque las áreas abordadas son desiguales (diseño, educación y STS), la investigación proporcionó conocimientos de imposible demarcación o aislamiento. De esta manera se evidencia que la afinidad entre ellas es ágil y aprovechable; todas juntas contribuyen al esfuerzo de prosperar como sociedad. El mundo actual tiene características de difícil enfrentamiento: frente a una sociedad en constante cambio, lo más habitual es que nos mostremos pasivos. Todavía somos (muchos de nosotros) educados de tal modo que estamos poco preparados para ser ciudadanos activos. Prácticas como la propuesta aquí nos permiten vislumbrar la existencia de una ilusión prometedora dentro de la investigación, lo cual, al fin y al cabo, es el verdadero motor de este esfuerzo académico.

Referencias

- Amador, Y., 2018. El modelo pedagógico tradicional. ¿Arquetipo de la educación en el siglo XXI? *Congreso Internacional virtual sobre la Educación en el siglo XXI*. [en línea] Disponible en: <<https://www.eumed.net/actas/18/educacion/67-el-modelo-pedagogico-tradicional-arquetipo.pdf>> [Consultado: 20 de marzo de 2019].
- Araújo, J., 2015. Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890-1931). *Reunião Nacional da Anped*, 37. [en línea] Disponible en: <<http://www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt02-4216.pdf>> [Consultado: 10 de octubre de 2019].
- Bakker, S., Van Lente, H. y Meeus, M. T., 2012. Dominance in the prototyping phase - The case of hydrogen passenger cars. *Research Policy*, 41(5), pp. 871-883.
- Blanco, F., 2016. Learning by doing. Aprendiendo del error. [en línea] Disponible en: <http://ferminblanco.com/web/?page_id=4235&fdx_switcher=true> [Consultado: 18 de octubre de 2020].
- Buchanan, R., 1992. Wicked problems in design thinking. *Design issues*, 8(2), pp. 5-21.
- Caillois, R., 2017. *Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem*. Petrópolis: Vozes.
- Cano, C. A. Q., 2010. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona próxima*, (12), pp. 222-239.
- Corsín Jiménez, A., 2014. Introduction: The prototype: more than many and less than one. *Journal of Cultural Economy*, 7(4), pp. 381-398.
- DiSalvo, C., 2014. Critical making as materializing the politics of design. *The Information Society*, 30(2), pp. 96-105.
- Dunne, A. y Raby, F., 2013. *Speculative everything: design, fiction, and social dreaming*. Londres: MIT Press.
- Estalella, A., Ibáñez Martín, R. y Pavone, V., 2013. Prototyping an Academic Network: People, Places and Connections. Three Years of the Spanish Network for Science and Technology Studies. *EASST Review*, 32(1), pp. 4-6.
- Eppinger, S. y Ulrich, K., 2012. *Product design and development*. 5.ª edición. Nueva York: McGraw-Hill Higher Education.
- Floyd, C., 1984. A systematic look at prototyping. En: R. Budde et al., eds. 1984. *Approaches to Prototyping: Proceedings of the Working Conference on Prototyping*. Berlín: Springer-Verlag. Pp.1-18.
- Freire, P., 1987. *Pedagogia do Oprimido*. 17.ª edición. Río de Janeiro: Paz e Terra.
- García, F. y Alba, N., 2008. ¿Puede la escuela del siglo XXI educar a los ciudadanos y ciudadanas del siglo XXI? *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 12(270), pp. 26-30.
- García Palacios, E. M. et al., 2001. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica. Madrid: OEI.

- Houde, S. y Hill, C., 1997. What do prototypes prototype? En: M. Helander, T. Landauer y P. Prabhu, eds. 1997. *Handbook of human-computer interaction*. 2.ª edición. Amsterdam: Elsevier. Pp. 367-381.
- Janson, M. A. y Smith, L. D., 1985. Prototyping for systems development: a critical appraisal. *MIS Quarterly*, 9(4), pp. 305-316.
- Kishimoto, T. M., 1994. O jogo e a educação infantil. *Perspectiva*, 12(22), pp. 105-128.
- Kishimoto, T. M., 1998. *Brincar e suas teorias*. São Paulo: Pioneira.
- Kitchenham, B., 2004. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(1), pp. 1-26.
- Kullman, K., 2016. Prototyping bodies: A post-phenomenology of wearable simulations. *Design Studies*, 47 (1), pp. 73-90.
- Labrador, M. J. y Andreu, M. A., 2008. *Metodologías activas*. Valencia: Editorial de la UPV.
- Latour, B., 1987. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Latour, B. et al., 2004. *Politics of nature*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Lim, Y., Stolterman, E. y Tenenberg, J., 2008. The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(2), pp. 1-27.
- Medialab, 2019. Programa Infantil, Juvenil y Familia. [en línea] Disponible en: <<https://www.medialab-prado.es/programas/infantil-juvenil-y-familia>> [Consultado: 18 de octubre de 2020].
- Meece, J., 2000. *Desarrollo del niño y del adolescente para educadores*. México D. F.: McGraw Hill.
- Meyer, G., 2018. O caráter último-primeiro do protótipo. *Design Culture Symposium*. Porto Alegre: UNISINOS. Pp. 1-11.
- Mizukami, M. D. G. N., 1986. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Morin, E., 1984. *Ciencia con consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Nold, C., 2015. Micro/macro prototyping. *International Journal of Human-Computer Studies*, 81(1), pp. 72-80.
- Núñez, J. C., Hernández, A. P. y Núñez, P. R., 2002. El niño entre cuatro y cinco años: características de su desarrollo socioemocional, psicomotriz y cognitivo lingüístico. *Revista educación*, 26(1), pp.169-182.
- Oliveira, M., 1995. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. 3.ª ed. São Paulo: Scipione.
- Papert, S., 1993. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre: Artmed Editora.

- Pepperell, R., 2003. *The Posthuman Condition. Consciousness beyond the brain*. Portland, Oregón: Intellect Books.
- Piaget, J. y Gréco, P., 1974. *Aprendizagem e conhecimento*. Río de Janeiro: Freitas Bastos.
- Puig de la Bellacasa, M., 2017. *Matters of care: Speculative ethics in more than human worlds*, vol. 41. Mineápolis: University of Minnesota Press.
- Robinson, K., 2011. *Out of our minds: Learning to be creative*. Oxford: Capstone Publishing.
- Rovira, I., 2019. Modelo pedagógico tradicional: historia y bases teórico prácticas. *Psicología y Mente*. [en línea] Disponible en: <<https://psicologiaymente.com/desarrollo/modelo-pedagogico-tradicional>> [Consultado: 17 de febrero de 2019].
- Sanders, E. y Stappers, P., 2014. Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning. *CoDesign*, 10(1), pp. 5-14.
- Schön, D. A., 1983. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Nueva York: Basic Book.
- Sismondo, S., 2010. *An introduction to science and technology studies*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Suchman, L., Trigg, R. y Blomberg, J., 2002. Working artefacts: ethnomethods of the prototype. *The British Journal of Sociology*, 53(2), pp. 163-179.
- Thiollent, M., 1986. *Metodologia da pesquisa-ação* (Coleção temas básicos de pesquisa-ação). São Paulo: Cortez.
- Tironi, M., 2018. Speculative prototyping, frictions and counter-participation: A civic intervention with homeless individuals. *Design Studies*, 59, pp. 117-138.
- Vygotsky, V. S., 1994. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.
- Wagner, T., 2008. *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need—and what we can do about it*. Nueva York: Basic Books.

Cesar Augusto Navarro
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Magíster en Diseño Estratégico de la Universidade do Rio do Vale dos Sinos (UNISINOS) y licenciado en Diseño Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Actualmente es líder del equipo de Diseño en Metax, organización peruana dedicada al mobiliario y equipamiento médico; además es profesor nivel graduación y posgraduación en el Instituto Toulouse Lautrec, donde se especializa en materias relacionadas al diseño de productos. Ha desarrollado investigaciones sobre el prototipado desde la perspectiva de los estudios de la ciencia y tecnología (STS) y se interesa por los diversos papeles del diseño en la sociedad, mostrando mayor interés en la educación.

Guilherme Englert Corrêa
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Posee postdoctorado de la Georgia Institute of Technology (Gatech) en el 2020, postdoctorado de la Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) en el 2012, doctorado en Diseño de la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) en el 2010, y maestría en Desarrollo Regional de la Universidade Regional de Blumenau (FURB) en el 2007. Es profesor titular e investigador del programa de posgraduación en Diseño Estratégico de la Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Ha desarrollado investigaciones sobre el papel de los artefactos en la construcción de conocimientos en diseño y sobre las controversias en los procesos de diseño, ambos a partir de la perspectiva sociotécnica de los estudios de la ciencia y tecnología (STS).