

ANÁLISIS DE LOS  
**FACTORES**  
PRODUCTIVOS  
PARA EL  
SECTOR DE LA  
CONSTRUCCIÓN

IMPACTO DE LA  
INNOVACIÓN  
DISRUPTIVA SOBRE LA  
PRODUCTIVIDAD  
EN LA CONSTRUCCIÓN



29





ANÁLISIS DE LOS  
**FACTORES**  
PRODUCTIVOS PARA EL  
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

---

Área de Pensamiento Estratégico  
Diciembre 2016

# IMPACTO DE LA INNOVACIÓN DISRUPTIVA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Cámara Argentina de la Construcción

## AUTORES

Sebastián Campanario

Ariel Coremberg

## DISEÑO GRÁFICO Y ARMADO

Bottino, Pamela

Galilea, Juan Manuel

Coremberg, Ariel

Impacto de la innovación disruptiva sobre la productividad en la construcción / Ariel Coremberg ; Sebastián Campanario ; contribuciones de Franco Mastelli ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FODECO, 2018.

36 p. ; 30 x 21 cm.

ISBN 978-987-4401-20-5

1. Innovación Tecnológica. 2. Construcción. 3. Industria de la Construcción. I. Mastelli , Franco , colab. II. Título.

CDD 607

Esta edición se terminó de imprimir en Gráfica TCM,  
Murguiondo 2160 – Ciudad de Buenos Aires, Argentina,  
En el mes de Noviembre de 2017

1era. edición – Noviembre 2017 / 150 ejemplares

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico , químico, óptico, de grabación o de fotocopia sin previo permiso escrito del editor.

ISBN 978-987-4401-20-5



# IMPACTO DE LA INNOVACIÓN DISRUPTIVA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Sebastián Campanario - Ariel Coremberg<sup>1</sup>

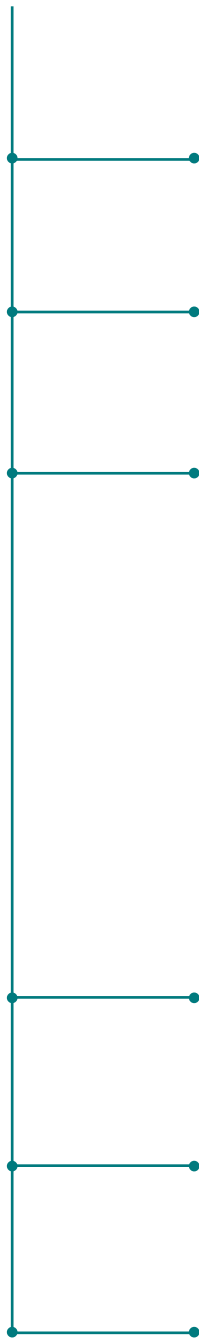
---

<sup>1</sup>-El trabajo de investigación fue desarrollado con la colaboración del equipo del Centro de Estudios de la Productividad-Proyecto AR-KLEMS+LAND: Franco Mastelli, Guido Lorenzo, Ethel Terreno e Ignacio Benito.





# CONTENIDOS



**1/**

**PG 07 - INTRODUCCIÓN**

---

**2/**

**PG 11 - COMPARABILIDAD INTERNACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA**

---

**3/**

**PG 15 - FUENTES DEL ESTANCAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN**

---

**PG 21 - EXPLORANDO LA FRONTERA: DIEZ TENDENCIAS EN INNOVACIÓN QUE IMPACTARÁN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

PG 21 -3.1/ BIG DATA

PG 22 -3.2/ INTELIGENCIA COLECTIVA Y GLOBALIZACIÓN

PG 23 -3.3/ UNA NUEVA DIMENSIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN

PG 23 -3.4/ CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE Y ECONOMÍA CIRCULAR

PG 24 -3.5/ INNOVACIÓN SILENCIOSA: LA REVOLUCIÓN DE LOS NUEVOS MATERIALES Y NANOTECNOLOGÍA

PG 24 -3.6/ EL FUTURO DEL MERCADO DE TRABAJO DE LA CONSTRUCCIÓN

PG 26 -3.7/ INFRAESTRUCTURA PARA UN NUEVO MUNDO

PG 26 -3.8/ EL PESO DE LA DEMOGRAFÍA

PG 27 -3.9/ VIVIR LA EXPERIENCIA ANTES DE LEVANTAR PAREDES

PG 27 -3.10/ EL FACTOR HUMANO: LA INNOVACIÓN EN VÍNCULOS

---

**4/**

**PG 29 - CÓMO APROVECHAR LAS NUEVAS INNOVACIONES DISRUPTIVAS EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN**

---

**5/**

**PG 33 - CONCLUSIÓN**

---

**6/**

**PG 35 - REFERENCIAS**

---



## INTRODUCCIÓN

No hay un rincón de los negocios, la economía de los países y la vida cotidiana que no se encuentre atravesado por el debate de las consecuencias de la “disrupción” de los avances científicos y tecnológicos. Son estos “años interesantes”, parafraseando al historiador Eric Hobsbawm<sup>2</sup>, nunca antes la velocidad de los cambios fue tan alta.

El fenómeno afecta a todos los sectores de la economía, pero es más notorio en aquellos en donde existen más fallas de mercado, de coordinación e información asimétrica. Es allí donde se obtiene un premium más elevado a la innovación, ya sea por incorporación de nuevas tecnologías o por cambios drásticos en los modelos de negocios. En esta dinámica, el capital creativo e innovador es la única ventaja comparativa para empresas e individuos.

Una serie de innovaciones de tipo disruptivo asociadas al Big Data, la ingeniería y economía de la información y el networking han impactado sobre el modelo de negocios de varias industrias y servicios a nivel internacional. Uber, Aribnb, y Ali baba son casos icónicos a nivel internacional. Es la primera vez en la historia del capitalismo que la empresa más grande de real state (Airbnb) no posee propiedades a su nombre, que la más valiosa de empresa de transporte (Uber) no tiene vehículos propios, que la más grande de contenidos (Facebook) no tiene contenidos propios y que la más valiosa de retail (la asiática Ali Baba) no tiene stock propio.

Y no se trata de un fenómeno que se da exclusivamente en Silicon Valley o en los países ricos: en América Latina han surgido siete “unicornios” (empresas nuevas, de base tecnológica, que, en un período relativamente corto, en promedio siete años, alcanzan una cotización de más de 1000 millones de dólares) y cuatro de ellas son oriundas de Argentina: MercadoLibre, OLX, Despegar y Globant. Hay dos en Brasil y una en Chile. Han cambiado el modelo de negocios y el marketing en sectores tales como el turismo o servicios de transporte de pasajeros urbano mediante plataformas digitales con muy bajos activos fijos.

En este contexto, la industria de la construcción no es una excepción y también experimenta una ola disruptiva que avanza en distintas direcciones y a ritmos dispares. Por el protagonismo que tiene en el total de la economía y por el potencial que muestran los avances científicos y tecnológicos que ya están impactando al sector, la industria de la construcción se enfrenta a grandes desafíos y oportunidades en un contexto de cambios profundos. Unos 200.000 habitantes se suman por día a las áreas urbanas en el mundo, que demandan nuevas viviendas e infraestructura. La construcción, que representa un 5% del PBI global, es un sector de tipo “horizontal”, que derrama e influye sobre todas las actividades económicas. Se calcula que

---

<sup>2</sup>-Hobsbawm, E. (2007). Interesting times: A twentieth-century life. Pantheon.

un 90% de nuestras vidas transcurren en interiores diseñados y contruidos: “Nosotros moldeamos nuestros edificios y, con el tiempo, nuestros edificios nos moldean a nosotros”, dijo una vez Winston Churchill.

Además, se trata de un sector intensivo en la generación de empleo, en un momento en el que la debilidad de los mercados de trabajo es un tópicó de preocupación en la Argentina y en mundo. Asimismo tiene consecuencias sobre el medio ambiente, ya que la fabricación de viviendas e infraestructura es, también, responsable de la emisión de gases contaminantes. Dada la magnitud de estos fenómenos, cualquier cambio en los códigos de seguridad y medioambientales que implique una mejora en los procesos y una disminución de costos (económicos y ambientales) representa un avance muy importante para la sostenibilidad medioambiental del progreso de las naciones.

Las innovaciones disruptivas se han hecho visibles “aguas abajo” en la cadena de valor, donde las nuevas formas de comercialización no sólo a través de desarrolladores sino de plataformas digitales como WeWork, Prodigy, Zillowo (la argentina) Properati han permitido un importante ahorro tanto de costos fijos como de costos de transacción, aumentando la productividad global de la cadena. “Aguas arriba”, en la etapa de diseño (Archpartners, ArXsolutions) o en el sector proveedor de materiales y servicios para la construcción, aparecen otras evidencias de que el proceso de innovación está presente.

Sin embargo, estos fenómenos no se hacen sentir en los datos del sector. Una opinión generalizada es que las ganancias de productividad de la construcción vienen incrementándose por debajo de la de otros sectores, incluso en nuestro país. Pero por eso mismo el potencial del impacto de las nuevas tecnologías es tan grande. A nivel planetario, McKinsey valorizó a la actividad de construcción en 2013 (incluyendo minería, energía, infraestructura y viviendas) en seis billones de dólares: para 2030, se estima que ese número será de 30 billones (millones de millones) de dólares. La tasa alta de crecimiento tiene que ver, justamente, con el potencial elevado de aumento de la productividad vía nuevas tecnologías. Un 1% de mejora en la productividad en el sector de la construcción, a nivel mundial, significa un ahorro de 100.000 millones de dólares al año. Un dato no menor para un segmento en el cual el concepto de productividad se volvió un imperativo. Sólo los avances relacionados con una tecnología exponencial, el “Internet de las Cosas” (IoT) generarán, según un reciente informe de la consultora McKinsey, un valor adicional acumulado de 470.000 millones de dólares en la industria de la construcción para el año 2025.

En la Argentina, este debate es particularmente relevante. De acuerdo a los trabajos realizados por el Área de Pensamiento Estratégico de la Cámara de la Construcción (Coremberg, 2015a), se estima que este segmento representa el 5% del PBI, 60% de la inversión y que genera más del 10% de puestos de trabajo en forma directa. Un aumento de la inversión en construcción más que duplica la generación de empleo y actividad económica cuando se toma en cuenta no sólo los puestos directos sino también los indirectos generados por los encadenamientos productivos y el consumo inducido generado. En un contexto donde el empleo formal privado no crece desde hace cinco años, nuevas estrategias privadas y políticas públicas que fomenten la actividad podrían lubricar un motor central de empleo para los próximos años.



El objetivo de este trabajo es identificar las mega tendencias que pueden tener un impacto disruptivo en el sector construcción. Se recurrió a entrevistas y consultas a ingenieros, arquitectos, físicos, químicos expertos en materiales, constructores y diseñadores que se encuentran en la frontera del conocimiento en éste área; también se efectuó una revisión de la última literatura, con un cuidado puesto en focalizar la adaptación de estas mega tendencias a la realidad argentina. Los ejes a analizar van desde el efecto del Big Data y la impresión 3D hasta las consecuencias de las modificaciones demográficas o el impacto de los nuevos materiales que están protagonizando una “revolución de innovación silenciosa”, de consecuencias económicas enormes, pero de baja exposición en los medios de comunicación. Anticiparse a estas tendencias, agarrar la ola en su momento de formación, con una actitud pro activa, permitirá aprovechar al máximo sus múltiples potencialidades y reinventar un sector, corrigiendo sus debilidades históricas, de cara a la nueva era. Por ejemplo, en varios países de Europa el segmento se está adelantando por iniciativa propia a metodologías de construcción más sustentables, con auto exigencias mayores a los cronogramas de reducción de huella de carbono que “bajan” desde el Estado. Limitarse a una actitud pasiva, de mera adaptación a los cambios que vienen de un contexto externo, reduce las chances de éxito y aumenta la fragilidad.

Este trabajo consta de cuatro secciones. La primera sección mide y analiza la evolución histórica de la productividad sectorial de la economía argentina, y su impacto actual sobre los costos laborales de la industria de la construcción. La segunda sección compara el desempeño de la productividad laboral de la industria argentina de la construcción con la experiencia internacional, así como también la contribución que ha tenido el capital, calificación de la mano de obra, los materiales y la eficiencia; a los fines de explorar la posible declinación de la productividad de la construcción vis-a-vis la de otros sectores como tendencia internacional, independiente del contexto macroeconómico particular de cada país. La tercera sección presenta las principales diez mega tendencias que tendrán particular protagonismo en este tsunami disruptivo. Cuando Eric Hobsbawm, hablaba de “años interesantes” se refería al siglo XX; los cambios que ya están sucediendo y los que se proyectan para el corto y mediano plazo nos invitan a navegar en una era más interesante todavía, por ello la última parte se propone una hoja de ruta estratégica sobre acciones sugeridas para poder “surfear” con mayor probabilidad de éxito esta ola de cambios.



# 1/ COMPARABILIDAD INTERNACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

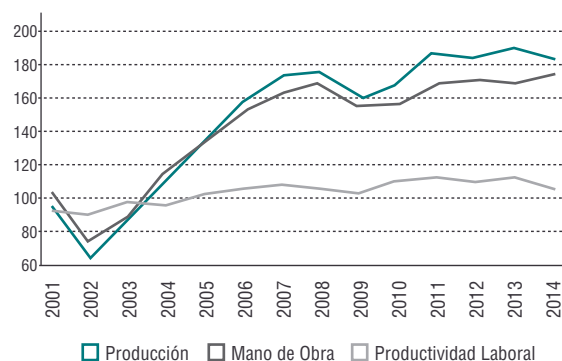
La opinión extendida en Argentina es que la industria de la construcción presenta una marcada tendencia negativa en las últimas décadas. El propósito de esta sección es medir y analizar si esta es una tendencia generalizada de la industria presente en diversas economías de distintos grados de desarrollo o por el contrario es patrimonio del caso argentino.

Las ganancias de productividad laboral durante el periodo 2001-2014 fueron modestas debido a que el incremento de la fuerza de trabajo utilizada fue similar al de la producción.

En efecto, entre los años 2001 y 2014, la producción creció un 185.4% mientras que la fuerza de trabajo creció un 149%, lo que implica un aumento de productividad laboral del 12.1%.

Sin embargo, este análisis puede estar sesgado ya que se ha analizado un periodo de recuperación de la economía argentina donde, por lo general, las ganancias de productividad tienen un comportamiento procíclico, tomando ventajas de la importante subutilización de capacidad instalada y desempleo heredado de la crisis 1998-2002. Una forma de identificar los movimientos de largo plazo es analizar en un periodo más largo, el desempeño de esta variable especialmente entre máximos cíclicos, allí donde se utilizan plenamente los factores productivos.

Como se observa en el Gráfico 2, entre 1990 y 2014, la productividad laboral tuvo desempeños diversos en los diferentes regímenes macroeconómicos. Entre los años 1990 y 1996, la productividad laboral creció 43.7%. Luego tuvo una tendencia negativa, con los impactos de la crisis asiática de 1997 y de los posteriores efectos de la devaluación del real y del rublo que originaron la depresión económica de 1998-2002. El perio-



Cuadro 1/ Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND

PRODUCCIÓN	MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD LABORAL
184,5%	149%	12,1%

Tabla 1/ Producción, mano de obra, y productividad laboral. Sector construcción, Argentina (2001-2014). Variación % acumulada. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad. Proyecto ARKLEMS+LAND

do 2002-2015 presenta tres subperíodos de diversas tendencias. Entre 2002 y 2007, la productividad laboral creció 18.1%, contribuyendo a la sostenibilidad de los salarios, morigerando el impacto sobre los costos laborales, y permitiendo una importante recuperación del poder adquisitivo de los ingresos de los trabajadores. El periodo 2002-2007 si bien presenta una dinámica virtuosa de la productividad, se debe tomar en cuenta que en parte tuvo origen en la recuperación postcrisis. En efecto, el nivel de producción inmediato anterior a la crisis se recuperó recién en el año 2006, por lo cual se puede afirmar que la economía argentina recién creció a partir del año 2007. El dato clave es que, si se compara los presentes niveles de producción de la industria de la construcción con el máximo cíclico anterior, 1996, la industria presenta un claro estancamiento de su productividad laboral<sup>3</sup>. No obstante, las ganancias de productividad laboral crecieron a la mitad del ritmo del ciclo económico positivo anterior (1990-1996).

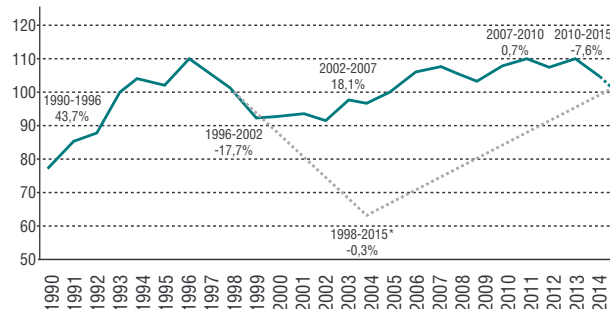
A partir de la aceleración inflacionaria del año 2007, la productividad laboral se estanca y crece apenas un 0.7% hasta el año 2010. El estancamiento de la productividad laboral contribuye negativamente a la rentabilidad empresarial, ya que no logra amortiguar el impacto de los aumentos salariales compensatorios por la inflación. Los costos laborales comienzan a crecer por encima del poder adquisitivo de los ingresos de los trabajadores, contribuyendo a una mayor conflictividad en el mercado de trabajo. Por último, en el periodo iniciado en el año 2010 y que continúa hasta el presente, el estancamiento de la productividad laboral se transforma en tendencia negativa. En efecto, entre 2010 y 2015 la productividad laboral cae 7.6%. Esta caída genera un aumento aún mayor en los costos laborales, tanto por la presión que ejercen los costos laborales sobre la rentabilidad empresarial como por el estancamiento y posterior caída del poder adquisitivo de los trabajadores.

Cabe preguntarse si el estancamiento observado de la productividad de la mano de obra del sector construcción ha sido un fenómeno ocurrido sólo en nuestro país o por el contrario es una experiencia inherente al sector a nivel internacional.

El Cuadro N/3 presenta los cambios en la productividad laboral de un conjunto de países entre máximos cíclicos aproximados durante el periodo anterior a la crisis financiera global, 1995-2005.

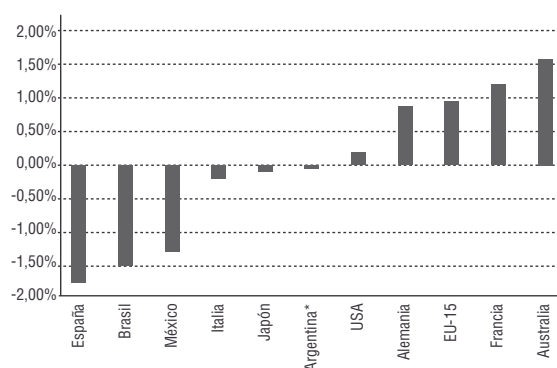
El escaso dinamismo que presenta la productividad de la mano de obra de la construcción en nuestro país no resulta tan llamativo, cuando se lo observa en comparación con otras experiencias internacionales. En países de ingreso medio de América Latina como Brasil, México y Argentina, pero también en Japón, Italia y España puede observarse un estancamiento e incluso declinación. En contraste, algunos países de la Unión Europea presentan una tendencia positiva, aunque moderada. Australia es el país que lidera la muestra con un aumento de la productividad laboral 50% superior al del promedio europeo. En Estados Unidos la productividad creció a la mitad del ritmo del promedio europeo.

No obstante, las conclusiones podrían estar sesgadas por el impacto del régimen macroeconómico y mercado laboral parti-



Cuadro 2/ \* 2015 = estimación provisoria. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND.

### Productividad Laboral de la Construcción



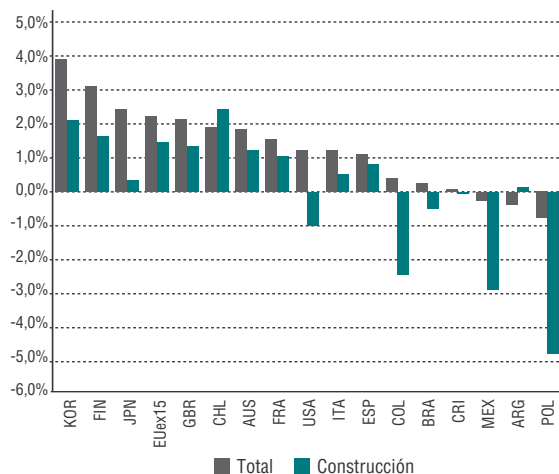
Cuadro 3/ Productividad laboral, variación % entre 1995 y 2005, países seleccionados. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND en base a EUKLEMS y WIOD.

<sup>3</sup>-Este estancamiento se transforma en caída neta una vez que se incorporan las proyecciones para el año 2016 realizadas por el Centro de Estudios de la Productividad.



cular de cada país. Una forma de aislar este efecto, es extender el periodo de análisis a varias décadas y compararla con el dinamismo de la productividad del resto de la economía. El cuadro N/4 presenta el crecimiento promedio anual de la productividad laboral (total y de la construcción) por país para el periodo 1977-2006.

Más allá de la diversidad de desempeños observados, resulta interesante notar que, en todos los países, la evolución de la productividad laboral de la construcción ha sido por debajo de la del resto de las industrias. A pesar del surgimiento de nuevas tecnologías en el sector, la difusión y el aprovechamiento de las mismas no ha sido lo suficiente como para generar ganancias de productividad de magnitud relevantes que redunden en una mayor eficiencia y por lo tanto sostener los niveles rentabilidad a largo plazo.



Cuadro 4/ Crecimiento de la productividad laboral Total economía y sector construcción. Países seleccionados, 1977-2005. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LANDen base aGGDC



# 2/ FUENTES DEL ESTANCAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN

**C**abe preguntarse las razones por las cuales en el sector construcción, a pesar del surgimiento de nuevas tecnologías en materiales, procesos y organizacionales, las innovaciones no se generalizan o tienen escasa repercusión sobre la productividad laboral.

A partir de entrevistas realizadas a una muestra de informantes calificados, se pudo identificar una serie de problemas idiosincráticos del sector:

1. Problemas de suministros de materiales y bienes de capital
2. Falta de disponibilidad de mano de obra calificada
3. Escasa inversión en TICs
4. Reducida industrialización de los procesos constructivos y estandarización de materiales “industriales”
5. Procesos constructivos a medida, no estandarizados
6. Escasa cultura corporativa que permita internalizar el aprendizaje y transferir el conocimiento proyecto a proyecto
7. Escaso monitoreo
8. Escasa cooperación entre eslabones de la cadena

Los primeros cinco fenómenos refieren a la disponibilidad de factores productivos e insumos en tiempo, forma y calidad: materiales y servicios, equipamiento, capital humano o mano de

obra calificada y gastos en desarrollo, innovación y tecnologías de información y comunicación respectivamente. En tanto que los últimos tres fenómenos impactan en la eficiencia con que se utilicen los factores productivos. Así la mano de obra puede incrementar su productividad gracias a la incorporación de TICs, procesamiento digital, mejor equipamiento y formación de capital humano o por innovaciones organizacionales (tecnologías blandas) que permitan un mejor aprovechamiento del conocimiento y competencias en el conjunto de la cadena y mejorar la eficiencia de la fuerza de trabajo.

Para determinar los factores que explican el crecimiento del sector, se debe tomar en cuenta el enfoque de contabilidad de crecimiento, analizando exhaustivamente la estadística disponible, tomando en cuenta las recomendaciones metodológicas para la medición de la productividad de la literatura económica reciente y de las principales instituciones que analizan el tema. Organismos y proyectos tales como la OECD y EUKLEMS proponen y analizan una metodología para la medición homogénea de la productividad y la competitividad en EEUU y Europa; así como también resulta relevante la experiencia de implementación de estas recomendaciones en el caso español y canadiense realizada por el IVIE y el CSLS respectivamente. El desafío analítico y estadístico resulta relevante para una economía de desarrollo tardío y comportamiento macroeconómico inestable como la Argentina. Sobre todo, si se toma en cuenta que, durante el periodo analizado, el comportamiento de la economía argentina estuvo signado por profundos cambios estructurales y una importante volatilidad de sus precios relativos y de la demanda agregada, además de la falta de homogeneización de la estadística disponible, fenómenos que pueden llegar a distorsionar la correcta identificación del perfil de crecimiento

del sector construcción.

El enfoque standard permite descomponer el comportamiento de la productividad laboral en el aporte de los factores productivos por hora trabajada y un residuo que surge de deducir el crecimiento ponderado de los factores productivos del crecimiento del producto. Como se demuestra en Coremberg (2015b), analíticamente:

$$(1)4 \quad \frac{d \ln y}{dt} = S_k \frac{d \ln k}{dt} + S_L \frac{d \ln q}{dt} + S_M \frac{d \ln m}{dt} + \frac{d \ln A}{dt}$$

Donde:

y: volumen físico de la producción por hora trabajada

k: servicios de capital por hora trabajada

L: factor trabajo

q: calificación de la fuerza de trabajo (capital humano)

m: materiales e insumos intermedios de la construcción por hora trabajada

A: residuo de Solow o Productividad Total de los Factores (PTF)

s: participación de los factores productivos en el valor de la producción

Esta metodología permite descomponer la evolución de la productividad laboral en sus principales fuentes o causas:

- i. Incrementos en la dotación de capital por insumo trabajado (intensidad de capital)
- ii. Incrementos en la cantidad de materiales e insumos intermedios por hora trabajada (intensidad de insumos)
- iii. Calificación de la fuerza de trabajo
- iv. Mejoras en la organización productiva y eficiencia independientes de la dotación de factores (PTF)

En los dos primeros casos implica un aumento de la producción de la firma, sector o economía en su conjunto resultantes del aumento en la intensidad de capital o en la intensidad de insumos, como consecuencia de cambios de precios relativos que incentiven la sustitución de un factor productivo por otro, sin que ello implique automáticamente una mejora global en la eficiencia o en la organización del proceso productivo. El caso de mejoras en la productividad incorporada en nuevos bienes de capital también se corresponde al primer caso, ya que de hecho implica un crecimiento en la intensidad de capital.

<sup>4</sup>-Donde  $d \ln X / dt$  expresa la tasa de crecimiento proporcional de la variable X. La expresión surge de restar el crecimiento del factor trabajo a la descomposición del crecimiento de la producción desde el punto de vista de los factores productivos que contribuyen con la misma.



Si el incremento en la intensidad de capital o de insumos por hora trabajada se produce por reducción del empleo, sin dudas tiene repercusiones sociales negativas; se produce una mejora en la eficiencia productiva, pero en el corto plazo puede dar lugar a incrementos de la tasa de desempleo (no necesariamente persistentes en el largo plazo).

Por último, el término A: la PTF expresa las ganancias de eficiencia atribuibles a que la función de producción se traslada positivamente como consecuencia de mejoras en la organización del proceso productivo independientes de la acumulación de factores y de cambios de precios relativos factoriales. Dado que, por definición, la PTF es un residuo, diversos fenómenos productivos pueden explicar las ganancias de eficiencia.

A continuación, se realiza un listado no exhaustivo de algunos fenómenos que incrementan la eficiencia (o el ahorro de costos) en la construcción, y que pueden ser captados en la PTF como ganancias de eficiencia propias del sector:

- a. Incremento en la utilización de la capacidad instalada: aumento de las horas máquina por unidad de capital, horas hombre por ocupado. Disminución de costos de ajuste y learning by doing en la adaptación y aplicación de nuevos de materiales y equipos (que implican una disminución en el tiempo de ejecución de obra)
- b. Economías de escala
- c. Activos intangibles no medidos explícitamente
- d. Innovación de insumos primarios e intermedios/“cambios de calidad”
- e. Innovación en la organización de la obra de construcción: por tecnologías blandas, cambios en el layout
- f. Innovación de producto

Asimismo, un conjunto de fenómenos que hacen a la interacción del sector con el resto de la economía pueden también contribuir a incrementar sus ganancias de eficiencia:

- i. Externalidades de capital humano<sup>5</sup>: no sólo entre empresas del sector. Una mejora en la educación de la población permite una serie de fenómenos de interacción y beneficios no pecuniarios que puede aprovechar la firma (por ejemplo, puede reducir indirectamente los tiempos de ejecución de obra, incentivar la calidad de la obra final, reducir los costos de ajuste y de learning by doing).
- ii. Externalidades de capital: la acumulación del capital a nivel macroeconómico puede producir economías de escala a nivel firma<sup>6</sup>.
- iii. Complementariedades estratégicas entre sector público y privado: pueden incrementar la eficiencia del sector. Por ejemplo: una vinculación más cercana entre el INTI (y otras instituciones públicas de I+D pública) con la cadena de valor de la construcción, análoga a la existen-

<sup>5</sup>-Ver Azariadis y Drazen (1991), Lucas (1990), Coremberg (2010) y Pastor y Serrano (2005).

<sup>6</sup>-Romer (1986).

te entre el INTA y el sector agropecuario<sup>7</sup>.

iv. Bienes públicos e infraestructura: análogamente al caso anterior, una mejora en la infraestructura o en la capacidad de proveer infraestructura pública permite reducir costos en el transporte de materiales a la obra, e incluso en la construcción de la infraestructura pública asociada a los complejos edificios (alumbrado público, señalización, cloacas, alcantarillado, etc.) mejorando la productividad "social" ex post de las obras construidas<sup>8</sup>.

v. Externalidades de redes: la coordinación y los modos de organización de las cadenas de valor, pero sobre todo las posibilidades de disponer de una infraestructura pública más eficiente pueden dar a lugar a externalidades de redes que se produzcan en la logística de aprovisionamiento de materiales<sup>9</sup>.

Las ganancias de productividad de largo plazo, por lo general, se asocian a los fenómenos de innovación, que son los que realmente empujan la frontera de posibilidad de producción de los sectores productivos analizados. Las innovaciones generan mejoras de eficiencia, que analíticamente quedan incluidas en la PTF. Pero no todas las ganancias de eficiencia se originan en la innovación. Por lo tanto, resulta necesario conocer la metodología a los fines de identificar que fenómenos quedan incluidos en la PTF.

En el Gráfico 5, se presenta la evolución de la PTF para los países analizados anteriormente durante el periodo 1995-2005.

La caída en la eficiencia de la construcción parece haber sido la regla. Importantes países desarrollados presentaron una caída en la eficiencia del sector reflejada en la variable PTF: España, Estados Unidos, Italia, Japón, Francia, Unión Europea (ex15) al igual que los países latinoamericanos incluidos en la muestra. Australia, Finlandia, Reino Unido y Corea del Sur presentan un dinamismo positivo de su productividad total de factores.

Sin embargo, la declinación de la productividad puede ser consecuencia de una reacción procíclica de la PTF a una caída en la demanda o como consecuencia de una menor eficiencia en un contexto de crecimiento de la producción y acumulación de factores productivos. Un análisis comparativo de las fuentes de crecimiento puede arrojar luz sobre el carácter particular o más general que puede haber tenido el de crecimiento de la construcción en Argentina. El cuadro N/6 presenta el perfil del crecimiento de la productividad laboral de la industria de la construcción para el conjunto de países analizados pertenecientes a la OECD.

Los materiales e insumos de la construcción aparecen como la variable de mayor peso en el crecimiento de la productividad laboral del sector en todos los países de la muestra. Si bien la calificación de la mano de obra ha tenido un papel menor en general, se destaca su especial contribución en el caso de países asiáticos como Japón y Corea. La contribución del capital TIC ha sido particularmente notable en el caso de Estados Unidos.

El análisis de las fuentes del crecimiento del sector sugiere

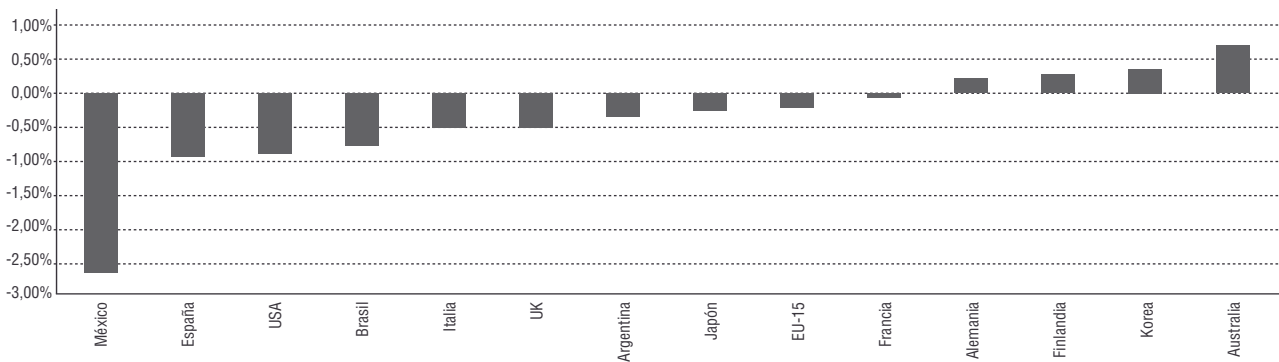
asimismo que incrementos en el uso de factores productivos (principalmente capital) no necesariamente redundan en mejoras de productividad laboral. De hecho, una mayor incorporación de factores productivos puede estar acompañada de un uso ineficiente de los mismos como ha sido el caso en Europa, Estados Unidos y Japón. En España, Italia, Japón, así como en Argentina, Brasil y México, el magro desempeño de la productividad laboral fue acompañado por caídas en la eficiencia.

En definitiva, durante el periodo 1995-2005, el dinamismo de la productividad laboral estuvo explicado por una incorporación creciente de materiales, insumos y servicios de la construcción, en tanto que el aporte de los servicios de capital ha sido menor. No obstante, las ineficiencias organizacionales en el uso de los factores en el sector construcción impiden que la nueva innovación tenga una difusión e impacto pleno sobre la productividad laboral. Asimismo, no puede obviarse las particularidades del régimen macroeconómico, el mercado de trabajo y otras restricciones institucionales pueden ejercer una influencia independiente sobre la productividad laboral a largo plazo.

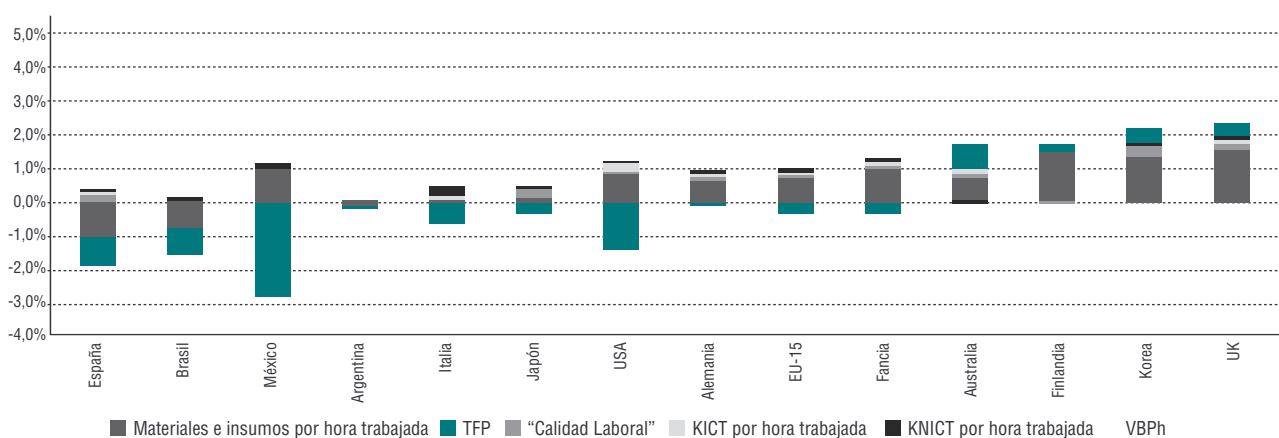
<sup>7</sup>-Romer (1990).

<sup>8</sup>-Murphy, Shleifer, y Vishny (1989).

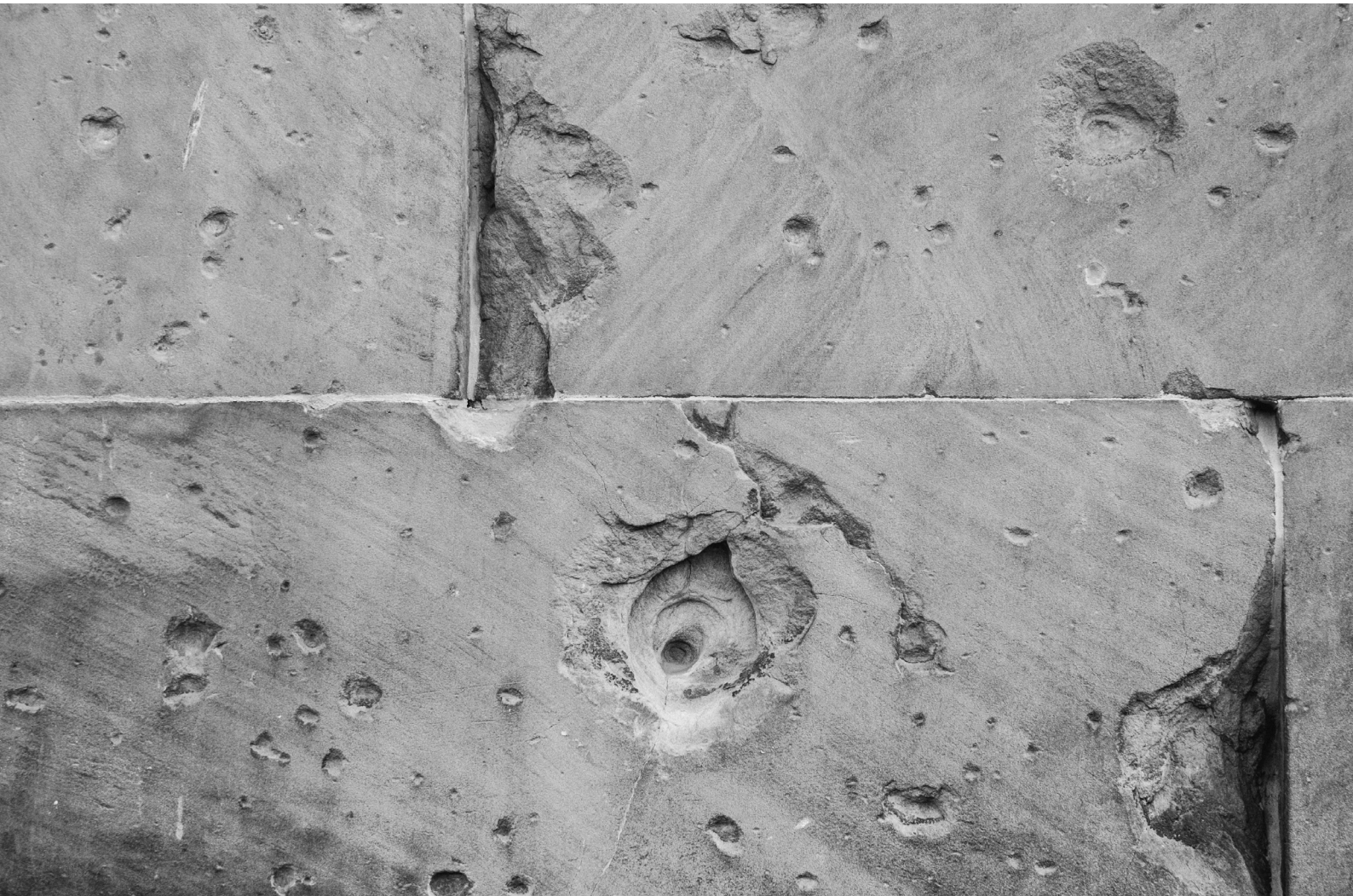
<sup>9</sup>-Externalidades de redes refiere a aquellos beneficios no pecuniarios que percibe un usuario de una red cuantos más usuarios disponga. También puede dar a lugar a externalidades negativas si existe congestión. En general se las asocia con las telecomunicaciones, el funcionamiento de internet o la logística, pero puede realizarse una analogía directa con los modos generales de negocios en red descriptos para la cadena de valor anteriormente si se incluye las necesidades y negocios de logística de traslado de materiales y capital a las ubicaciones de las obras.



Cuadro 5/ Crecimiento de la Eficiencia-Productividad Total de los Factores (PTF), sector construcción Países seleccionados, 1995-2005. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND en base GGDC.



Cuadro 6/ Fuentes de crecimiento de la productividad laboral en el sector construcción. Países seleccionados, 1995-2005. Fuente: Centro de Estudios de la Productividad-Base ARKLEMS+LAND y EUKLEMS. \* Argentina: K incluye KICT y PTF Incluye calidad laboral.



# 3/ EXPLORANDO LA FRONTERA: DIEZ TENDENCIAS EN INNOVACIÓN QUE IMPACTARÁN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Las innovaciones tecnológicas sucedidas en las últimas décadas, han tenido un impacto diverso a nivel internacional. La productividad laboral presenta un estancamiento e inclusive una declinación importante sobre todo en el caso de nuestro país. Por ello resulta importante, la identificación de las principales innovaciones que pueden tener un impacto disruptivo en el sector construcción a los fines de cambiar la tendencia declinante en la productividad laboral y con ello mejorar la rentabilidad del sector. El análisis prospectivo de las innovaciones disruptivas en el sector permitirá anticiparse con una actitud pro activa, aprovechando las múltiples potencialidades y reinventar un sector, corrigiendo sus debilidades históricas, de cara a la nueva era.

Para ello se realizó estudios de casos y numerosas entrevistas y consultas a ingenieros, arquitectos, físicos, químicos expertos en materiales, constructores y diseñadores que se encuentran en la frontera del conocimiento en éste área. Las principales diez tendencias identificadas se presentan a continuación.

## 3.1/ BIG DATA

El Foro Mundial de Davos en 2015 bautizó al fenómeno de la multiplicación de datos en Internet ("Big Data") como "el nuevo petróleo". La producción anual de datos en Internet se multiplicó por 20 en la última década, según un informe de la empresa Cisco, y ver todos los videos que hoy se suben a la red en una semana le tomaría a una persona un millón de años, en jorna-

das de 12 horas diarias. La tendencia es exponencial: Gartner calcula que para 2010 habrá más de 50.000 millones de dispositivos conectados a Internet ("IoT"), lo que implicará una explosión de datos disponibles gigante comparada con la actual.

En la industria de la construcción, la revolución de los datos ya empezó, aunque se encuentra en etapas muy iniciales y por ahora está más extendida en países industrializados, por dos motivos: disponibilidad de tecnología y métodos de construcción. El análisis de datos a gran escala va a producir más cambios en aquellas industrias muy fragmentadas, con poca coordinación y comunicación entre las distintas "tribus" que la componen (sucede con la salud, el transporte, la energía y también con la construcción), porque el Big Data vuelve mucho más evidentes las ganancias de colaboración.

Facilita una dinámica de ahorro de costos: sólo la masificación del sistema BIM (BuildingInformationModel) ya produjo ahorros acumulados del orden del 3%. De acuerdo al informe de innovación en construcción del World Economic Forum 2016, de una encuesta con empresarios del sector consultados surge que el BIM está visto como el factor de disrupción (en términos de ahorros de costo) con mayor potencial en el corto plazo, inclusive por encima de la masificación de nuevos materiales o de la automatización de tareas en las obras.

De acuerdo a IDC, para 2020 habrá un stock de información acumulada en la nube equivalente a 44 zettabytes (un zettabyte es un 10 elevado a la 23). La mayor diferencia en el stock de datos con respecto a la actualidad vendrá por dos corrientes intensas: la información que generen los dispositivos de Internet de las Cosas (lo que redundará en una visión

mucho más holística de nuestro ciclo de vida cotidiano) y de los trillones de conversaciones generadas en distintas plataformas, como Facebook o GoogleChat, que con los avances en la computación cognitiva se transformarán en datos utilizables en modelos de negocios. En suma, la combinación de un océano inusitado de información potenciada por algunas avenidas de la inteligencia artificial (particularmente la que se conoce como “deep learning”) llevará a un Building Information Model mucho más potente y eficaz que el de las actuales versiones.

Las construcciones empiezan a verse como un proceso en el que se maximizan beneficios y se minimizan costes económicos y ambientales por varias décadas, y este nivel de coordinación sólo es posible con la actual capacidad computacional. Esta revolución probablemente tarde algo más en desplegarse en la Argentina, porque nuestro proceso de construcción es distinto al de EE.UU. o Europa, tiene menos especificaciones previas y se va definiendo más sobre la marcha de la obra, pero eventualmente llegará.

A nivel de construcción industrial, el aumento exponencial de sensores y otros dispositivos conectados a la web provocará un fenomenal ahorro de costos por el traspaso de un “paradigma de mantenimiento retrospectivo” a uno de “mantenimiento anticipativo”. Hoy en día hacemos mantenimiento de nuestras máquinas con el paradigma de arreglar las cosas cuando se rompen. Debido a esto, la tasa de activos ociosos en ámbitos industriales es muy alta, mientras buscamos técnicos y compramos repuestos. Una vez que tenemos máquinas instrumentadas con sensores y procesamiento de datos, vamos a pasar a la modalidad anticipativa, donde la máquina (un ascensor del edificio, por ejemplo) llama al técnico con antelación, antes de que se rompa. Esto va a mejorar el uso de capital.

Al localizar a todas las personas y los objetos y poder analizar su movimiento en tiempo real, se van a poder aplicar los algoritmos de Big Data para buscar patrones ineficientes y mejorar continuamente los procesos. La industria de la construcción es una de las más complejas en términos de gestión de procesos, dado que hay mucha variabilidad -de todo tipo- entre un sitio y otro. IoT sumada al análisis van a posibilitar tener una mirada mucho más profunda sobre estos procesos y aumentar su eficiencia a través de gestión dinámica.

## 3.2/ INTELIGENCIA COLECTIVA Y GLOBALIZACIÓN

¿Quién puede tener la mejor ocurrencia para remodelar su casa? ¿Un arquitecto amigo, un gran estudio o un estudiante de arquitectura rumano que, desde su PC, envía una propuesta genial para la refacción? La creatividad e innovación a través de alternativas de “inteligencia colectiva”, lo que en el vocabulario empresarial se puso de moda como crowdsourcing (nutrirse de

las masas o multitudes), está ganando volumen e intensidad, gracias a las nuevas tecnologías. La palabra fue acuñada en un artículo de la revista Wired de julio de 2006, que llevaba las firmas de Jeff Howe y Mark Robinson. Su definición exacta es “el acto de una empresa o institución de delegar una función que antes era hecha en forma interna en una red de muchas personas a través de una convocatoria abierta”.

Aunque los procesos de construcción están condicionados por un sinnúmero de especificidades locales (leyes, regulaciones, clima, cultura) lo que propician el Big Data y las nuevas herramientas de co-creación es que estas barreras dejen de ser elevadas y que la creatividad y la capacidad de innovar decanten como el valor diferencial de un estudio de arquitectos o de un desarrollador inmobiliario.

Al reducirse las ventajas por ser equipo local y conocer el territorio, el potencial de globalización aumenta. Un estudio argentino que gana fama, por ejemplo, con la construcción de hospitales modelo puede replicar su expertise en cualquier lugar del planeta planificando una estructura dinámica –con flujo de costos a varios años- anclada en datos locales provistos por GPS, elaborando un producto ultra-sofisticado para el cual convoque a profesionales (arquitectos, ingenieros, diseñadores) de todo el mundo que trabajan en conjunto en una herramienta de co-creación tipo Mura.li, desarrollada por programadores argentinos en el barrio de Palermo.

A nivel global, las expectativas con el crowdsourcing son grandes. La consultora Gartner predice que para 2017 la mitad de los fabricantes de bienes van a nutrirse del 75% de la innovación a partir de este tipo de iniciativas abiertas que ya son moneda corriente en multinacionales como Unilever, Coca-Cola o Pepsi. El caso que se cita siempre como fundacional es el del spot de Doritos emitido en el Superbowl de 2009, que surgió de una convocatoria abierta y fue el más visto de aquel año.

François Pétavy, experto francés en el tema, estimó que en el mundo ya hay diez millones de personas atentas a este tipo de llamados. “Así como e-Bay permitió en su momento que surgiera un nuevo ecosistema comercial con ideas que no llegaban al mercado por falta de escala, el crowdsourcing baja las barreras para que emerja una nueva clase creativa global, un océano de talento que estaba latente y no se usaba -sostiene-. Vemos infinidad de estudiantes o amateurs que en su tiempo libre pueden ganar dinero con una tarea innovadora que los llena y los divierte. Entramos en una era de trabajo multimodal, en la que uno puede expresar su creatividad embarcándose en alguno de los miles de proyectos de crowdsourcing que hoy se ofrecen en Internet.”

En paralelo con el crecimiento exponencial de dispositivos de acceso rápido a Internet en todo el mundo, el fenómeno de la inteligencia y el talento colectivos, interconectados como nunca antes, está siendo objeto de estudio interdisciplinario. Tal vez uno de los proyectos más interesantes y ambiciosos al respecto sea “TheCollectiveIntelligenceHandbook”. Se trata de un libro digital que impulsan en forma conjunta el MIT y la Universidad de Stanford. Está estructurado sobre temas como la interacción entre la inteligencia colectiva y la inteligencia artifi-



cial; las raíces evolutivas de estos procesos y los mercados de predicciones. Y, como no podía ser de otra forma, está abierto a “comentarios y correcciones de las multitudes”.

En el campo de la construcción esta megatendencia impacta de lleno, y los proyectos que se nutren de ella se multiplican. La iniciativa “Wiki-House” es una de las más conocidas: un sitio que se propone sacarle el jugo a la inteligencia colectiva para el sector de la construcción. Dos de sus principios: “Es más fácil transportar recetas que tortas y galletitas” (frase de John Maynard Keynes, el padre de la macroeconomía moderna) y “Hay que ser perezoso como un zorro” (no tratar de “inventar la rueda” todo el tiempo y apelara soluciones que ya se pensaron en otros lugares del mundo). La economía del conocimiento en todo su esplendor.

### 3.3/ UNA NUEVA DIMENSIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN

La tecnología tridimensional avanza en el terreno de la construcción: el primer edificio de oficinas fabricado totalmente con una impresora 3D y completamente funcional abrió sus puertas en Dubai a fines de mayo de 2016. Las instalaciones, en las que se invirtieron 125.000 euros, ocupan 250 metros cuadrados y se ubican en el centro de uno de los siete emiratos que conforman Emiratos Árabes Unidos. Las oficinas albergan la principal actividad de la DubaiFutureFoundation cuyo CEO, Saif al Aleeli, aseguró que el proyecto ha supuesto un ahorro del 70% en los costos de producción.

Se trata de una tecnología que cambia completamente la forma de construir. En julio del año pasado se supo que las empresas chinas WinSun y ZhuodaGroup compiten por la vanguardia en este mercado donde, por ahora, se fabrican en 3D paneles que luego se trasladan para ensamblar viviendas en pocas horas, mucho más baratas y que pueden resistir terremotos de nueve grados en la escala de Richter.

Hay dos tendencias para resaltar en este campo. Una es que la reducción de costos puede resultar ideal para cerrar la brecha habitacional en países pobres o en lugares de catástrofe, que necesitan una reconstrucción rápida. La otra es el inicio de una era de “formas redondeadas”: las formas rectas pertenecen a una época en la que la escala mandaba, y con la impresión 3D esta restricción deja de tener sentido.

Aunque los científicos están coqueteando con la idea de impresiones tridimensionales desde hace décadas, recién en los últimos años comenzaron a comercializarse modelos de máquinas a precios atractivos para el mercado masivo (en el orden de los 2000 dólares). Parecen noticias de una novela de ciencia ficción, pero ya se pudieron “copiar” con éxito órganos humanos (vejigas y orejas), grandes partes para aviones y ob-

jetos arquitectónicos. ¿Qué pasará en tan sólo 20 o 30 años, cuando para todos sea posible imprimir lo que quieran con tan solo el costo de la materia prima? ¿Qué significará tener fronteras o sistemas de transporte en un mundo donde productos físicos se mueven a través de Internet? ¿Qué valor tendrán las patentes y las marcas registradas cuando la copia de un producto sea exactamente igual a la original? “Las implicancias para los gobiernos y las políticas públicas de la impresión 3D en las próximas décadas serán enormes”, plantea el físico AndreiVazhnov en su libro: Impresión 3D: cómo va a cambiar el mundo (Baikal).

¿Cuáles pueden ser los impactos de la tecnología de impresión 3D sobre la economía global? El primero y más obvio es el de las modificaciones en la logística: ya no serán necesarios los viajes de grandes cargueros transatlánticos para trasladar productos desde China o el sudeste asiático hacia los centros de consumo, porque las mercancías se fabricarán -según un criterio de eficiencia económica y de menor contaminación ambiental- “en el barrio de al lado”.

Una segunda ola de cambios afectará nuestra cotidianeidad: “Estamos acostumbrados a que nos rodee una geometría regular, de líneas rectas y círculos, y eso tiene que ver con una lógica de escalas de producción industrial. La impresión 3D va a tener como único costo la materia prima, y por lo tanto cada uno va a poder elegir la forma que quiera para sus objetos cotidianos. Van a adquirir mucho protagonismo los diseñadores”, vaticina Vazhnov.

El tercer frente de impactos económicos tiene que ver con “la muerte del inventario”: ya no será necesario tener productos en stock. La economía real replicará la lógica del “longtail” -la “larga cola”- descrita por Chris Anderson, el ex editor de Wired, en su libro homónimo: nichos de mercado que en la vieja economía no eran rentables ahora comenzarán a serlo. Anderson, un fanático de la tecnología de impresión 3D -su último libro es sobre este tema-, cuenta en The Long Tail cómo los cambios en la comercialización de libros y de música en Internet permitieron la explosión de pequeños segmentos que, en la década pasada, por costos de distribución y de stockeo, no eran rentables. Esa misma lógica se trasladará a los bienes físicos, como los insumos para la industria de la producción.

### 3.4/ CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE Y ECONOMÍA CIRCULAR

El sector de la construcción es el mayor consumidor global de recursos y materias primas. Se estima que cada año la industria consume la mitad de la producción mundial de acero y unos tres mil millones de toneladas de otras materias primas que son utilizadas para hacer viviendas, edificios corporativos y comerciales y obras de infraestructura. Sólo en los Estados

Unidos se estima que el segmento genera el 40% de los residuos sólidos que descarta la mayor economía del mundo por año. Los edificios son también responsables de entre el 25% y el 40% del consumo global de energía. Este volumen involucra una cantidad importante de minerales, metales y residuos orgánicos que podrían reutilizarse y reducir el impacto ambiental.

Por la dimensión de las externalidades negativas que provoca en el medio ambiente, la construcción se volvió un actor muy observado y relevante para los esfuerzos públicos y privados involucrados en promover lo que se conoce como “economía circular”, que contempla la reutilización de la mayoría de los recursos que se usan.

En paralelo, en la última década la denominada “agenda verde” tomó un vigoroso protagonismo en la agenda pública y social. Necesitamos varios planetas para producir lo que demandará la sociedad de consumo en los próximos años: somos algo más de 7.000 millones de personas, seremos 9.000 millones en 2030 y unos 12.000 millones antes de cambiar de siglo. En esta tendencia hay implícito un crecimiento inusitado de los centros urbanos, que en la actualidad suman a nivel global 200.000 nuevos habitantes por día. El deterioro del medio ambiente, en ámbitos científicos, ya dejó de ser un tema “polémico” y hay consenso en la necesidad de actuar rápido. Meses atrás, el semanario británico *The Economist* tituló que la contaminación ya es al cambio climático lo que el tabaco al cáncer.

El cambio climático, a su vez, está provocando que aumente la frecuencia e intensidad de catástrofes naturales, especialmente de inundaciones, que requerirán renovados esfuerzos en materia de construcciones que resistan estos embates. Las catástrofes existen desde que se formó el planeta, pero por motivos recientes su poder de destrucción está en ascenso, según el último Reporte Global de Desastres que publicó Naciones Unidas. Por un lado, el cambio climático está incrementando la frecuencia de eventos extremos. Por el otro, la tendencia a la urbanización hace que la mayor densidad de las ciudades suba el riesgo de que se lamenten víctimas. Es por eso que las iniciativas de innovación y creatividad para episodios catastróficos se volvieron una prioridad para gobiernos y organismos internacionales.

## 3.5/ INNOVACIÓN SILENCIOSA: LA REVOLUCIÓN DE LOS NUEVOS MATERIALES Y NANOTECNOLOGÍA

A menudo, la innovación se encuentra con sus propios problemas de “storytelling” (relato). Una de las críticas que se le hacen al concepto de singularidad (que el avance científico y

tecnológico tiene una trayectoria exponencial), es que la Ley de Moore, que indica que cada tres años se duplica la capacidad computacional, está encontrando su límite. Los más optimistas aseguran que hay otros campos en donde sí se están verificando caminos exponenciales. Uno de ellos es el de la “química de materiales”.

Hay una gran preocupación por generar nuevos materiales más sustentables, de materias primas recicladas, que resulten menos contaminantes, que ayuden al ahorro energético o directamente que intervengan en el proceso de generación de energía. Por ejemplo, los vidrios fotovoltaicos o las pinturas de grafeno funcionan, en ambos casos, como paneles solares.

También ha habido un gran avance la ingeniería de materiales en cuanto a la resistencia y la autoreparación, o bien de polímeros que a temperatura ambiente se funden en una sola pieza y tienen memoria de su forma, o de biocementos donde se autorreparan las fisuras por contener bacterias latentes que se activan con el agua. A todo esto, se le está agregando el plus de la nanotecnología, que justamente es la que permite dar a los materiales las características de mayor resistencia, menor mantenimiento, hidrofobia o refracción, según el objetivo deseado, y que se ve principalmente en pinturas, pisos y revestimientos. Los nuevos materiales son más livianos, resistentes, menos contaminantes y permitirán ahorros multimillonarios en materia de energía.

## 3.6/ EL FUTURO DEL MERCADO DE TRABAJO DE LA CONSTRUCCIÓN

Dentro del debate de la agenda de la disrupción, el futuro del mercado de trabajo tal vez sea una de las sub-discusiones más interesantes y relevantes, por los cambios y efectos sociales a gran escala que puede traer aparejada esta mega tendencia.

De acuerdo a un trabajo pionero realizado a fines de 2013 por los economistas de la Universidad de Oxford Carl Frei y Michael Osbourne, un 47% de la fuerza laboral de los Estados Unidos será potencialmente reemplazable por máquinas en los próximos 20 años. En América latina las cifras son mayores, porque el factor empleo sigue siendo más barato, en términos relativos, que el capital con respecto a los países más industrializados, y subsisten aún muchos puestos de trabajo de muy baja productividad.

A principios de 2016, el Banco Mundial (BM) “tradujo” el modelo de los economistas de Oxford a varios países de desarrollo intermedio. De un total de 40 países de desarrollo intermedio analizados, la Argentina resultó ser el que tiene más riesgo de que sus empleos sean reemplazados por robots e inteligencia artificial en el corto plazo. “Desde un punto de vista tecnológico, las dos terceras partes de los empleos del mundo en



desarrollo pueden automatizarse”, sostiene un apartado del informe “Los dividendos digitales” del BM, que luego aclara que este proceso demorará más que en los países ricos, porque la base tecnológica para la adopción de avances disruptivos está más atrasada, y porque los salarios bajos producen incentivos para que muchas de las ocupaciones sigan siendo realizadas por humanos durante un tiempo. En el análisis del organismo, la Argentina supera por lejos en potencial de automatización (de más del 60% de su estructura de empleo) a otros países como la India, Sudáfrica, Uruguay, China y el promedio de todas las naciones de la OCDE.

En octubre pasado, un trabajo de economistas y físicos de la firma Accenture llegó a un porcentaje potencial de automatización del 49% en los próximos 15 años para la Argentina, un índice grave, pero algo menos dramático que el del BM. Aquel estudio reveló que las mujeres están mejor preparadas para los cambios que se vienen: “El cambio tecnológico operará como «fuerza igualadora»: un 16% más de mujeres (con respecto a los hombres) tienen trabajos que son altamente potenciales en la era digital, en tanto que un 15% menos de mujeres se desenvuelven en empleos que tienen probabilidades de ser automatizados”, concluyó el relevamiento.

A nivel internacional, el debate por el futuro del empleo está al rojo vivo entre los economistas, con un bando (el de los pesimistas) que viene ganando volumen sobre el de los optimistas, a partir de novedades muy recientes sobre inteligencia artificial y otras tecnologías exponenciales. Según el economista Eduardo Levy Yeyati<sup>10</sup>, “en la Argentina, en un contexto de estancamiento, con motores de crecimiento de baja demanda relativa de empleo, la inevitable apertura tecnológica puede profundizar la caída de la participación laboral y la concentración de ingresos y riqueza”.

El estudio del BM advierte que la respuesta de políticas públicas al dilema pasa por dar educación de mayor calidad y más ajustada a las necesidades, “en un ámbito donde las reformas tardan muchos años en dar frutos”.

¿Cuáles son las estadísticas de este potencial de automatización para el sector de la construcción? La respuesta depende del tipo de categoría de empleo que se analice. De las 702 profesiones analizadas en el modelo de Frei y Osbourne, las vinculadas a la construcción se encuentran en la parte intermedia del ranking, como “parcialmente automatizables”. Esto es, no desaparecerán, pero pueden cambiar en forma sustancial. Como en todas las áreas de la economía, aquellos puestos vinculados a “control” o “vigilancia” son los que primero cederán su lugar a dispositivos conectados a Internet. En un rango de riesgo intermedio aparecen las tareas más manuales, y finalmente las actividades de managers o directores de obra se ubican en los puestos de menos riesgo de automatización. Ingenieros y arquitectos verán reemplazadas sus actividades más rutinarias y se revalorizarán sus habilidades creativas.

Un punto importante en lo que tiene que ver con los recursos humanos de la construcción fue señalado en un informe del World Economic Forum: para las nuevas generaciones de trabajadores (especialmente los millenials), el sector de la cons-

<sup>10</sup>-Difícil escapar: a esta revolución todos estamos expuestos. 27 de marzo de 2016, La Nación (<http://www.lanacion.com.ar/1882927-difcil-escapar-a-esta-revolucion-todos-estamos-expuestos>).

trucción no es un segmento aspiracional para hacer carrera. Si el rubro quiere volverse un imán para el mejor talento –y este es un desafío crucial- debe incorporar más tecnología, diseño y prácticas innovadoras. De acuerdo a un estudio de la consultora Deloitte en 2016, en el que se relevó la opinión de 300 gerentes o CEOs de distintas compañías, la “falta de innovación” ya se convirtió en la principal razón que esgrimen los ejecutivos a la hora de abandonar una empresa.

## 3.7/ INFRAESTRUCTURA PARA UN NUEVO MUNDO

Cada uno de los vectores discutidos en la agenda de la innovación tiene sus propias “economías” emergentes. Hay académicos que ya detectaron en los Estados Unidos un componente de aumento de precio en áreas suburbanas vinculado a la expectativa de masificación de vehículos automanejados (“self-driving cars”): vivir a dos horas del trabajo tiene un costo menor si ese trayecto se puede hacer sin el stress ni la atención puesta en conducir, sino aprovechando el tiempo para trabajar, dormir o entretenerse. ¿Cuán lejos estamos de un escenario de este tipo? Según ElonMusk, el empresario que fundó Tesla, Space X y Solar City, entre otros emprendimientos, dentro de diez años “estará prohibido para los seres humanos manejar”. Esto es: serán tan evidente la diferencia en cuanto a accidentes de tránsito (cada año mueren 1,3 millones de personas en este tipo de tragedias) de vehículos conducidos por inteligencia artificial en relación a los conductores de carne y hueso, que las propias sociedades les reclamarán a sus gobiernos que tomen esta medida drástica.

Musk es el principal impulsor del “HyperLoop”, llamado también el “quinto medio de transporte” (luego del auto, el barco, el avión y el tren): cápsulas con personas que se desplazan por un tubo entre ciudades, a más de 1.000 kilómetros por hora.

Iniciativas como las dos antes mencionadas, de ocurrir finalmente, requerirán enormes obras de infraestructura. Y lo mismo sucede con la mayoría de las proyecciones que combinan tecnologías exponenciales y sectores en plena disrupción, como el de las energías alternativas, el del transporte, la salud, la educación, etc. Cada uno de estos vectores lleva asociado, en su avance, la necesidad de nuevas obras de infraestructura.

Para que los países puedan disfrutar de un crecimiento sostenido y sustentable, las obras de infraestructura son fundamentales. De acuerdo a una estimación de 2014 del Fondo Monetario Internacional, si las economías avanzadas invirtieran un 1% adicional de su PBI en infraestructura, alcanzarían un 1,5% de suba del producto adicional luego de cuatro años.

Actualmente se estima que el mundo invierte cada año unos 2,5 billones (millones de millones) de dólares en telecomunicaciones, transporte, provisión de electricidad, agua y otros servicios. Un reporte del Global McKinseyInstitute (“Bridging

Global Infrastructure Gap”) asegura que esa cifra es insuficiente, y que sólo para mantener el actual nivel de crecimiento sin erosionar el stock de capital, sería necesaria una inversión global del orden de los 3,3 billones de dólares. Un 60% de esa brecha o déficit se localiza en países en vías de desarrollo como la Argentina.

## 3.8/ EL PESO DE LA DEMOGRAFÍA

En un mundo de sistemas complejos y de conexiones cada vez más intensas, los pronósticos en materia de tecnología son extremadamente difíciles de hacer, por la gran cantidad de variables y factores que inciden en ellos. Hay una megatendencia, sin embargo, que tiene muchas más chances de ser anticipada: a menos que haya una guerra planetaria, una epidemia u otra catástrofe de proporciones bíblicas, sabemos con bastante nivel de aproximación cómo será la pirámide poblacional en 10, 20 o 50 años.

Los académicos que estudian estos fenómenos suelen explicar que observar los cambios demográficos equivale a “ver crecer el pasto”, por su lentitud, pero al final del día son inexorables. El largo plazo en el que se mueven estas variables hace que a menudo los gobiernos y empresarios subestimen su impacto.

En el plano de la construcción, las características demográficas deberán ser tenidas en cuenta como un eje central de la futura demanda por vivienda e infraestructura, por ejemplo, con la previsión de un creciente protagonismo de barrios y edificios con comodidades para el creciente segmento de los adultos mayores.

A nivel global, se espera que la cantidad de personas con más de 65 años llegue a los 1000 millones en 2020 (un 22% de la población global) y a los 2000 millones en 2050. En uno de los trabajos académicos más citados sobre este tema, “Las implicaciones del envejecimiento poblacional para el crecimiento económico” (2011), de los economistas David Bloom, David Canning y GuntherFink, se discuten los principales descubrimientos de este campo. En primer término, los riesgos de una “japonización” de la economía global, con menores tasas de crecimiento al aumentar la carga de gastos en salud y en servicios sociales que debe solventar la población económicamente activa.

En la Argentina, uno de los trabajos más completos realizados en esta materia es “los años no vienen solos”, que editó el Banco Mundial con artículos de José Fanelli, Rafael Rofman y Oscar Cetrángolo, entre otros académicos. Allí se destaca la ventana de oportunidad demográfica de la Argentina, todavía con una estructura joven, pero convergiendo a pirámides más a la europea a partir de 2030. “La población adulta en la Argentina pasará del 10,4% del total en 2010 al 19,3% en 2050 y al 24,7% en 2100”, plantea la investigación del Banco Mundial. Aunque las naciones desarrolladas pudieron “enriquecerse antes de volverse viejas”, países como la Argentina corren esta

carrera contra reloj y no está claro que lleguen si la planificación de las políticas públicas no es la adecuada.

El problema, del lado de los incentivos de los funcionarios, es que, si bien la demografía tiene un impacto enorme y a menudo predecible, en este rubro las dinámicas son tan lentas que bajan la motivación para la toma de decisiones que anticipen este cuadro de problemas.

“Peter Drucker da muchos ejemplos interesantes de cómo a pesar de que los cambios demográficos son enormes y más predecibles, casi nadie actúa sobre ellos porque se desenvuelven en un horizonte de tiempo más largo que el típico plazo de tres-cinco años al que apuntan funcionarios y ejecutivos”, explica AndreiVazhnov, director académico del Instituto Baikal. “Un ejemplo clásico es el de las universidades de los Estados Unidos que hicieron mucha inversión en expandir su capacidad durante el famoso baby boom después de la segunda guerra mundial, y después fueron sorprendidos en los años 70 por la caída dramática en la cantidad de nuevos alumnos, aunque el fin de baby boom fue completamente predecible”. En este sentido, el envejecimiento en países desarrollados puede representar una oportunidad de negocios de oro para la Argentina, Uruguay y Chile. “La Argentina siempre fue famosa por su clima y naturaleza, su buena comida y es una de los destinos top en América latina para turismo médico. Comparado con el resto de Latinoamérica, tiene una buena percepción de seguridad en el exterior, y a eso se suma que la crisis financiera hizo que el poder de compra de muchos jubilados en el exterior perdiera fuerza, con lo cual se buscan opciones más económicas para el retiro”, dice el físico ruso radicado en la Argentina.

## 3.9/ VIVIR LA EXPERIENCIA ANTES DE LEVANTAR PAREDES

En el último año, la realidad virtual protagonizó una revolución inédita: no hay convención de negocios y tecnología que no muestre los avances en este campo como apuesta central para captar la atención; empresas de este rubro de las que apenas se conocen datos logran capitalizaciones de más de mil millones de dólares y todos los negocios “experienciales” (entretenimiento, turismo, gastronomía) corren el riesgo y la oportunidad de ser profundamente modificados por este nuevo conjunto de tecnologías.

“Hasta ahora estábamos acostumbrados a pensar en experiencias de realidad virtual a través de los sentidos de la vista y del oído; más en el área de entretenimiento, con videojuegos y películas”, apunta Felipe Kusserow, un economista argentino que inició su propia empresa de contenidos para este segmento. “La novedad ahora es que empieza a haber dispositivos que combinan todos los sentidos”, agrega. Uno de los proyectos más asombrosos en esta línea es el de Project Nourished, una

firma en la que trabajan ingenieros, diseñadores, nutricionistas y chefs, y que apunta a lanzar al mercado en breve experiencias virtuales de gastronomía: en un plato se sirve un sustituto vegano de gelatina (una comida transparente con la apariencia de arroz) y mediante distintos dispositivos que simulan sabor, olor y textura (además de la visión de otro alimento), uno puede tener la sensación de estar comiendo sushi o una torta de chocolate.

La realidad virtual de alguna manera «hackea» nuestro cerebro, y las posibilidades que trae son infinitas. Para la industria de la construcción, implicará un camino de ida y vuelta con múltiples posibilidades. Por un lado, propiciará la evolución del render más allá de los modelos 3D en pantallas actuales: permitirá que personas vivan la experiencia de habitar o de pasear por un edificio antes de que se construya, con las consiguientes posibilidades de mejorarlo antes de comenzar a levantar paredes. Por otro lado, permitirá que construcciones ya hechas puedan ser disfrutadas en forma virtual por aquellos que así lo deseen en todo el mundo, si la limitación de tener que estar presente en ese espacio físico.

De todas las tecnologías exponenciales que hoy están acelerando, las del campo de la realidad virtual pueden ser una apuesta interesante para la Argentina, porque es mano de obra intensiva y requiere habilidades de producción de contenidos de calidad que hoy nuestro país tiene. El impacto del precio del hardware en la ecuación se está reduciendo.

La empatía que genera esta tecnología es su principal diferencial. Las principales firmas de tecnología también están apostando a una mayor integración de la realidad virtual y el mundo de la creatividad. Tilt Brush es un proyecto de Google para permitir a artistas crear sus obras en ambientes virtuales. SculptVR es una empresa que sitúa a quien quiera en un ambiente “tipo Minecraft” donde se puede crear cualquier cosa con las herramientas que uno tiene y luego se las puede imprimir en 3D. Meta es una de las compañías líderes en realidad aumentada y busca ayudar a los diseñadores a poder interactuar con sus creaciones mientras las diseñan al estilo Tony Stark. Y mediante su iniciativa de “AugmentedCreativity”, Disney está trabajando en poder ver un holograma de lo que se está dibujando en tiempo real.

## 3.10/ EL FACTOR HUMANO: LA INNOVACIÓN EN VÍNCULOS

Cada año, la sociedad japonesa vota por el “kanji” o carácter representativo de los doce meses anteriores. La iniciativa se lanzó en 1995, luego del gran terremoto de Kobe, y en ese entonces la gente votó por “Shin”, que significa terremoto. En 2004, año del tsunami, optaron por “Sai”: “desastre”. Pero con la catástrofe de 2011 -un terremoto y tsunami que dejó 20.000 desaparecidos-, la reacción fue distinta: los japoneses

no eligieron un kanji descriptivo del evento en sí, sino de lo que pasa con la sociedad en estas situaciones disruptivas: nuevos acercamientos, colaboraciones, nuevas relaciones (por ejemplo, muchos cuentan que conocen a sus vecinos por primera vez cuando ocurre una tragedia). El carácter representativo fue “Kizuna”, que significa vínculo o intercambio entre personas: literalmente, acercar a las partes.

Japón es, por lejos, el país con mayor uso de tecnología del mundo. En 2011 tenían todo tipo de robots, drones y sensores en estado de alerta, y así y todo vivieron un desastre de dimensiones bíblicas. Tras el tsunami, hubo muchos que pedían redoblar la apuesta tecnológica. Sin embargo, se impuso la idea de “humanizar” la innovación, de generar procesos disruptivos de vínculos y de colaboración.

La historia de Japón es interesante porque se trata de un país que suele adelantar varios años la agenda de innovación con respecto al resto de Occidente. La humanización del proceso de innovación es un fenómeno incipiente y difuso, pero que gana protagonismo. La innovación estuvo por mucho tiempo capturada por los avances tecnológicos, en los últimos años, sin embargo, se han desarrollado nuevas disciplinas que buscan enfocar los procesos de innovación en las personas: “Ciudades a escala humana”, “Diseño centrado en la persona” o el “emprendimiento social” representan diferentes manifestaciones de un mismo fenómeno.

Existe un sesgo fuerte cuando nos imaginamos el mediano y largo plazo a “sobre-tecnologizar” ese pronóstico, y eso lo podemos ver en cualquier libro de nuestra infancia, según los cuales para esta época todos deberíamos estar viviendo en ciudades acuáticas o colonias espaciales. En *Volver al Futuro tres* hay autos y skates voladores (hooverboards): nada de eso pasó, y sin embargo MartyMcFly supuestamente viajaba a octubre del año 2015. En “2001 Odisea del Espacio”, filmada en 1969, Stanley Kubrick se imaginó un futuro espacial, pero todas las mujeres que aparecen en el film son asistentes, secretarías o azafatas: el director no previó la revolución laboral de género de los setentas.

En materia de construcción, esta visión implica que muy probablemente habrá cambios culturales, sociales o de humor colectivo que modifiquen la demanda del sector en un futuro, y que existen altas chances de que no las estemos evaluando porque sólo nos enfocamos en la avenida de los avances científicos y tecnológicos. Estas modificaciones son todavía más difíciles de predecir, tal vez porque implican mirar dentro de nosotros mismos como seres humanos, algo más complejo que mirar hacia afuera, al contexto y a la tecnología.

# 4/ CÓMO APROVECHAR LAS NUEVAS INNOVACIONES DISRUPTIVAS EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Una vieja leyenda sobre la invención del ajedrez, en la India en el siglo VI D.C, se convirtió en una de las favoritas de economistas y tecnólogos para describir el panorama de cambios radicales que enfrentan las personas, las empresas y los gobiernos en el marco del debate por la innovación. La historia cuenta que el juego ciencia fue ideado por un hombre muy inteligente que viajaba a Pataliputra, la ciudad capital del Imperio Gupta. El viajero aprovechó su visita para mostrarle su creación al emperador, quien quedó tan impresionado con el juego que le ofreció al inventor que eligiera su recompensa. “Lo único que deseo es poder darle de comer a mi familia”, dijo el hombre, “colocad un grano de arroz en el primer casillero del tablero, dos en el segundo, cuatro en el tercero y así sucesivamente, siempre duplicando la cantidad del casillero anterior, hasta completar los 64 casilleros”.

El emperador, impresionado por la aparente modestia del inventor, aceptó de inmediato. Hasta el casillero número 32 (la mitad del tablero) la cantidad de arroz aumentaba en términos razonables: 4.000 millones de granos de arroz es lo que produce un campo grande por año, algo factible de pagar para el emperador, y ese fue el número resultante de elevar dos a la potencia 32. El problema sobreviene en la segunda mitad: para el casillero 64, la cantidad de granos requerida supera al monte Everest, y es más que toda la producción mundial de arroz de la historia. Erik Brynjolfsson, director del Centro para los Negocios Digitales del MIT, recurre a esta leyenda para describir “la dimensión desconocida” que enfrentan hoy individuos, gobiernos y empresas a partir de la difusión de tecnologías exponenciales, en su libro “La segunda era de las máquinas”, que escribió en co-autoría con el científico Andrew McAfee.

“Entramos en la segunda mitad del tablero de ajedrez, y las reglas son completamente distintas”, dijo Brynjolfsson en diálogo con los autores de este informe. “Hay gente muy asustada y otra muy entusiasmada con este debate, yo creo que en general se comete un error: tanto los pesimistas como los optimistas se preguntan qué le hará la tecnología a la Humanidad, y la pregunta relevante es al revés: qué haremos nosotros con la tecnología”, explica. Para el académico, se viene una etapa de decisiones importantes, sobre qué valores se priorizarán.

Una breve aproximación a la polémica alrededor de los efectos que ha tenido la innovación sobre el crecimiento de la economía americana a la salida de la última crisis global puede arrojar luz acerca de las grandes líneas sobre las que se puede elaborar recomendaciones acerca de cómo aprovechar las innovaciones disruptivas en términos de crecimiento y productividad.

Para ello se toma en cuenta un breve análisis realizado por Co-remberg (2015b). La innovación asociada a la nueva economía del conocimiento ha dividido las aguas en la profesión entre quienes ven en ello un gran crecimiento del producto potencial de la economía mundial y aquellos que señalan un posible estancamiento. Mokyr (2014), afirma que el ahorro de tiempo que producen las aplicaciones (apps) de los teléfonos móviles o la mejora en la calidad y prestación de los productos gracias a la aparición de nuevos materiales es innegable y no está necesariamente incorporado en las mediciones de actividad económica. Brynjolfsson (2013) afirma que la globalización es una consecuencia del poder y ubicuidad de la actual tecnología digital y que en todo caso se está asistiendo primero a una reestructuración de los empleos y sectores, con efectos recesivos en el corto plazo, orientados a las calificaciones y

organizaciones hacia la nueva economía de la información y que en todo caso el efecto sobre el PIB se verá en el futuro cercano. En cambio, autores como Tyler Cowen (2011) observa con cierto escepticismo sobre los efectos reales que estos fenómenos tienen sobre el crecimiento futuro sobre todo por la adopción y adaptación rápida a las innovaciones de las redes sociales y por el escaso impacto que estas tienen sobre el proceso productivo y por tanto sobre la productividad efectiva de la economía. Robert Gordon (2012, 2014) ha testado que el actual boom informático iniciado en la década de 1960 genera una tendencia de crecimiento de largo plazo del PIB de Estados Unidos mucho más baja que el auge originado en la electricidad a fines del siglo XIX. Otros autores suscriben la hipótesis sobre el estancamiento de largo plazo de la economía americana desde otros puntos de vista: efectos de hysteresis de la reciente crisis global sobre el financiamiento disponible para la innovación, Tilman y Phelps (2010) así como de los efectos depresivos a largo plazo de una posible secularización de una tasa real de interés nula, Summers (2014) o la consecuencia de una creciente concentración de la riqueza, Piketty (2014).

Sin embargo, se deben tomar en cuenta las enormes dificultades de valorización económica de los “resultados o outcome” los fenómenos disruptivos asociados a la nueva economía (redes sociales, internet, big data). Muchos de los beneficios son no pecuniarios, más bien tienen las características de bien público, y los productos o servicios generados tienen enormes cambios de calidad específicos que dificulta su medición aun mediante métodos econométricos ya que sus características son cambiantes o más bien la novedad del servicio o producto que se presenta en algunos casos es radicalmente distinta a su modelo original. Análogamente al caso de la I+D, los beneficios futuros y presentes que ésta genera son difíciles de medir directamente y no hay más remedio que dejarlos librados a su inclusión indirecta como externalidades en la Productividad Total de los Factores (PTF).

La declinación secular de la productividad de la mano de obra del sector construcción toma ahora otro carácter adicional: no solo se debería a las posibles ineficiencias del proceso constructivo, así como también a las dificultades organizativas a lo largo de la cadena de valor, ceteris paribus la macroeconomía por supuesto, sino también a las dificultades de captación de estadística de mejoras en la “calidad” del producto final que impacta más que en el PBI, en el bienestar “subjetivo” de los hogares.

Brynjolfsson y Mc Afee (2011) brindan recomendaciones generales desde la microeconomía de cómo abordar la problemática de aprovechar las innovaciones disruptivas en términos de eficiencia y productividad. Los autores han puntualizado que para que tengan efecto las innovaciones sobre el crecimiento y la productividad, resultan necesarias una serie de inversiones complementarias, cambios organizacionales (e incluso institucionales) y la generación de nuevas capacidades que permitan adaptar exitosamente las innovaciones.

Entre las inversiones complementarias se pueden enumerar: publicidad, marketing, capacitación de la mano de obra, eficiencia energética, etc. Estrategia colaborativa, modo de fun-

cionamiento, nuevas formas de contratación pueden a su vez mejorar el funcionamiento de la cadena de valor de un sector. Por último, regulaciones e interacciones entre sector público y privado tiene un impacto aún más relevante que la innovación -in site- dentro de una firma en tanto impacta al conjunto de la cadena de valor y no a un eslabón en particular.

La velocidad de la innovación versus la implementación de las inversiones complementarias impacta notablemente sobre el empleo, producción y eficiencia de un sector. El cambio tecnológico es más rápido que los cambios organizacionales en las firmas y en las instituciones. El efecto “status quo” de los desplazados por las nuevas innovaciones puede bloquear su difusión generalizada en un sector o en toda la economía. El efecto de las innovaciones sobre la productividad puede sentirse mucho después como consecuencia de que la adaptación exige romper con el “status quo” de los factores productivos existentes en una firma. Las inversiones complementarias necesarias toman tiempo y no siempre son tenidas en cuenta a la hora de “instalar” las nuevas innovaciones en el layout, etc.

En este contexto, el sector de la construcción enfrenta una “hoja de ruta” compleja, llena de oportunidades y desafíos. De las páginas anteriores se desprenden una serie de elementos a tener en cuenta:

- 1) La importancia de la flexibilidad: En esta “segunda mitad del tablero de ajedrez” el rango de escenarios futuros posibles es tan amplio que una sola estrategia es segura: contar a nivel organizacional con una flexibilidad extrema, que permita “pivotar” hacia nuevos modelos de negocios si la tecnología crea un contexto conveniente. Guibert Englebienne, uno de los fundadores de Globant, habla de “empresas plastilina”: la firma que creó creció con un modelo de negocios completamente distinto al que imaginaron sus fundadores cuando la lanzaron en 2001.
- 2) Un observatorio de frontera: Muchos de los principales avances científicos y tecnológicos que están disruptiendo o tienen el potencial de disruptir el negocio de la construcción hoy ocurren en laboratorios y centros que están “fuera del radar” de las empresas. Como la velocidad de estos cambios es tan alta, es un factor crítico enterarse cuanto antes de las oportunidades que ofrecen estos avances. Asistir a ferias y convenciones y participar de discusiones en foros y redes sociales del sector donde se disemina primero esta información puede ser una herramienta de productividad prioritaria, a la vez que considerar que entramos en una era de “aprendizaje permanente”: los cambios y la acumulación de nueva información son tan rápidos que ya no existe el plan de recibirse a los 25 años, hacer un master y nunca más reinventar la ocupación.
- 3) Atraer nuevo talento-Maestro Mayor Obras 2.0: La batalla del futuro se juega en la captación del mejor talento, que hoy tiene como norte a las firmas de tecnología y a aquellas que ven como más innovadoras. Aggioronar prácticas, incorporar tecnología mostrar agilidad tiene,



para el sector de la construcción, la ventaja adicional de volverse un segmento más atractivo y aspiracional para que las y los jóvenes más talentosos quieran ingresar a trabajar. El “maestro mayor de obras 2.0” requerirá muchas de sus mejores habilidades del pasado pero también otras nuevas, en particular de manejo de la interface con los nuevos dispositivos de automatización de la construcción.

4) Agenda medioambiental: Al igual que hay “tecnologías exponenciales” (que crecen con una dinámica como la descrita en la “segunda mitad del tablero de ajedrez”), lo mismo parece estar sucediendo con algunas tendencias sociales. Una de las agendas sobre las que se están produciendo cambios más acelerados –a nivel de concientización de las empresas, los actores políticos y la sociedad en general- es la del cuidado del medio ambiente. A su vez, todos los avances vinculados al BIM (Building Information Model) permitirán contar con mejores herramientas para estimar a priori los costos y beneficios ambientales de un determinado proyecto y optimizar la obra a efectos de cuidado del medio ambiente. La relación entre esta hoja de ruta y los costos y modelos de negocios de la construcción es cada vez más intensa, y obliga a una estrategia de extrema proactividad para estar a la vanguardia en los temas de economía circular y sustentabilidad.

5) Transversalidad: Hoy la disrupción –como se vio en las páginas anteriores- está presente en todas las partes del modelo de negocios de la construcción: la arquitectura, el diseño, los materiales, la logística, las finanzas, etc. Por eso es conveniente tener un espacio de innovación multidisciplinario, en el que participen actores de todas las etapas del proceso de construcción.

6) Empleo y agenda pública: La denominada “economía del conocimiento”, que durante años gozó de una imagen pública muy buena, en esta nueva era de bajo crecimiento y estancamiento del empleo está comenzando a recibir críticas justamente porque –salvo excepciones- genera pocos puestos de trabajo y porque como trabaja con productos intangibles tiene más chances de diseñar estrategias para minimizar el pago de impuestos. Por su carácter de uso intensivo de trabajadoras y trabajadores, la construcción tiene en esta arista una avenida de posicionamiento muy interesante para plantarse en la agenda de discusión pública. La de la generación de empleo formal y de calidad.

7) Internacionalización: Con el avance del big data y la inteligencia artificial, el carácter “local” comenzará a perder peso en un mundo de estudios especializados que podrán competir cada vez con mayor fluidez por proyectos en distintos lugares del mundo. Habrá una mayor competencia con actores globales, pero también una oportunidad para salir a vender expertise a otros países.

8) Más allá de la tecnología-Deep Learning: Más allá de los avances tecnológicos, es importante seguir de cerca

otras tendencias, de tipo cultural, social y demográfico, que tienen el potencial de incidir sobre el negocio de la construcción tanto o más que la tecnología. El avance del “trabajo en casa” requerirá otro tipo de viviendas e infraestructuras; y el aumento del protagonismo del segmento poblacional “+65” también tendrá un impacto importante, por mencionar sólo dos tendencias no tecnológicas que a menudo se subestiman en la planificación de los negocios. Una historia de cierre: En el primer trimestre de este año, por primera vez un algoritmo (Alpha Go) pudo ganarle al campeón europeo de Go, Lee Sedol, considerado el mejor jugador del mundo. Es un logro que estaba pronosticado para 2020, y llegó cuatro años antes. El Go, un juego milenarino chino, es más sofisticado en varios órdenes de magnitud que el ajedrez (tiene tantos movimientos posibles como átomos hay en el universo), con lo cual el dilema para los constructores del algoritmo no podía ser atacado por el mismo camino de Deep Blue, la computadora que logró derrotar a Garry Kasparov hace casi 20 años. Se optó por una avenida de la inteligencia artificial que se conoce como “deep learning”: la máquina aprende igual que un humano, analizando y extrayendo lecciones de cada partida que se le ingresa, con la diferencia que puede procesar millones de partidas por hora. Dos semanas atrás, Google (la empresa dueña de Alpha Go), anunció que aplicó el mismo algoritmo para optimizar el ahorro de energía en sus servidores, y logró un 20% de reducción de costos. El dilema involucraba una decisión enormemente compleja, con centenares de variables en juego, algo muy similar a lo que sucede en el campo de la Construcción. Para este tipo de definiciones, Deep Learning es una alternativa definitivamente superadora. Y eso que, en materia de inteligencia artificial, los expertos aseguran que aún estamos en la “edad de piedra”: la historia recién empieza.

9) Planificación, Coordinación y Cooperación: la planificación temprana y compartida de los grandes proyectos de infraestructura, así como compartir la información entre eslabones de la cadena, la asociatividad horizontal en un modelo de cooperación puede reducir notablemente los costos iniciales de un proyecto de construcción.

10) Complementariedad Público-Privada: las nuevas formas de contratación como PPP (participación público-privada) puede mejorar la accesibilidad al financiamiento de las obras así como la existencia de una banca de desarrollo, pero cabe mencionar que no pueden ser sustitutos a largo plazo de la profundización del mercado de capitales y la eficiencia del sistema bancario que el país requiere.





# 5/ CONCLUSIÓN

La creciente exigencia por sostenibilidad medioambiental, seguridad y confort de la edificación residencial, así como el impacto sobre la demanda de nuevos tipos de infraestructuras de las nuevas tecnologías e innovaciones de procesos en la actividad productiva están impactando en la frontera productiva del sector. No obstante, la evidencia presentada en este documento, es que estos fenómenos no han hecho sentir un impacto relevante en el conjunto del sector construcción. La productividad laboral de la construcción en el mundo sigue evolucionando por debajo de otros sectores. Especialmente notable, resulta el estancamiento e incluso declinación de la productividad de la mano de obra en Argentina.

Problemas organizacionales, ineficiencia en el uso de los factores productivos y la falta de complementariedad entre sector público y privado impiden que la nueva innovación tenga una difusión e impacto pleno sobre la productividad laboral. Asimismo, no puede obviarse las particularidades del régimen macroeconómico, el mercado de trabajo y otras restricciones institucionales pueden ejercer una influencia independiente sobre la productividad laboral a largo plazo, sobre todo en nuestro país.

Para que tengan efecto las innovaciones sobre el crecimiento y la productividad, resulta necesario una serie de inversiones complementarias, cambios organizacionales e incluso institucionales y la generación de nuevas capacidades que permitan adaptar exitosamente las innovaciones. El efecto de las innovaciones sobre la productividad puede sentirse mucho después como consecuencia de que la adaptación exige romper con el “status quo” de los factores productivos existentes en una firma. Las inversiones complementarias necesarias toman tiempo y no siempre son tenidas en cuenta a la hora de “instalar”

las nuevas innovaciones en el layout, etc.

La problemática local imprime un desafío adicional al aprovechamiento de las innovaciones del sector construcción. La inexistencia de una banca de desarrollo bien fondeada y eficiente, la falta de recurrencia hasta hace poco al crédito internacional para el financiamiento de la infraestructura, así como también la reducida profundidad del sistema financiero y del mercado de capitales constituye una restricción fundamental para que las inversiones complementarias tengan efecto de eficiencia esperado.

El aprovechamiento de las nuevas innovaciones disruptivas, así como de las innovaciones continuas en materiales y nuevos modos organizacionales de la cadena de valor de la construcción constituyen por lo tanto un desafío y una oportunidad insoslayable para dinamizar la productividad, la rentabilidad y el crecimiento de la inversión en construcción.



# 6/ REFERENCIAS

- Azariadis, C. y Drazen, A. (1990), "Threshold externalities in economic development", en *Quarterly Journal of Economics*, 105, 501-526.
- Banco Mundial (2016). *Digital dividends*. The World Bank, Washington.
- Bernanke, B. y Parkinson, M. (1990), *Procyclical Labor Productivity and Competing Theories of the Business Cycle: Some Evidence from Interwar U.S. Manufacturing Industries*. NBER WorkingPaper Series, # 3503.
- Bloom, D. E., Canning, D., & Fink, G. (2010). Implications of population ageing for economic growth. *Oxford review of economic policy*, 26(4), 583-612.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *Race against the machine*. Digital Frontier, Lexington, MA.
- Brynjolfsson, Erik (2013): *Wired for Innovation: How Information Technology is Reshaping the Economy*, MIT Press.
- Coremberg, A. (2009), *Midiendo el capital y la productividad en una economía inestable – el caso argentino*. De la Paradoja de Solow a la Maldición de los Recursos Naturales.
- Coremberg, A. (2010), *Measuring productivity in unstable rich economies*.
- Coremberg, A. (2015a). *Inversión Necesaria y su Impacto en la Economía Argentina ¿Cuánto necesitamos invertir para crecer?* . Área de Pensamiento Estratégico, CAMARCO.
- Coremberg, A. (2015b), "Introducción", en Coremberg, A. (editor) *PROGRESOS EN MEDICIÓN DE LA ECONOMÍA*. Asociación Argentina de Economía Política. Editorial Temas. Buenos Aires.
- Coremberg, A. y F. Pérez, (2010, eds.): *Fuentes del crecimiento y productividad en Europa y América Latina*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Francisco Pérez y J.C. Robledo (2010): *Cambios en el patrón de crecimiento de la economía española: 1970-2007*. Capítulo 8n
- Frey, C. B., y Osborne, M. A. (2013). *The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation*. Working paper, Oxford University, Oxford. U.K.
- Gordon, R. J. (2012). *Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds* (No. w18315). National Bureau of Economic Research.
- Gordon, R. J. (2014): *The Demise Of U.S. Economic Growth: Restatement, Rebuttal, And Reflections*, NBER WP 19895, 2014
- Gragnolati, M., Rofman, R., Apella, I., & Troyano, S. (2014). *Los años no vienen solos*. Argentina: Banco Mundial.
- Hobsbawm, E. (2007). *Interesting times: A twentieth*

th-century life. Pantheon.

- IMF (2014). The Time is Right for an Infrastructure Push. World Economic Outlook, chapter 3. October, 2014
- Lucas, R. (1990), "Why doesn't capital flow from rich to poor countries?", en The American Economic Review. Vol. 80. No 2. 92-96.
- McKinsey Global Institute (2016). Bridging Global Infrastructure Gaps. McKinsey & Company
- Mokyr, Joel (2014): What Today's Economic Gloom-sayers Are Missing, WSJ august 8 2014.
- Murphy, K., Shleifer, A. y Vishny, R. (1989), "Industrialization and the big push", en The Journal of Political Economy, Volume 97, Issue 5 1003-1026.
- OECD (2001), Measuring Productivity - OECD Manual - Measurement of Aggregate and Industry-level productivity growth.
- Pastor, J.M. y Serrano, L. (2005), "Efficiency, endogenous and exogenous credit risk in the banking systems of the Euro Area", Applied Financial Economics, 15(9), 631-649.
- Phelps, E. y Tilman, L. (2010): Wanted: A First National Bank of Innovation. Harvard Business Review January-February 2010
- Piketty, Thomas (2014): Capital in the 21st Century. Harvard University Press, March 2014
- Romer, P. (1986), Increasing returns and long-run growth. The Journal of Political Economy, Vol. 94, No. 5. 1002-1037.
- Romer, P. (1990), Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, 1990, vol. 98, no. 5.
- Tyler Cowen (2011): The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better. Dutton Ed. USA
- World Economic Forum (2016). Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology. WEF



FO  
DE  
CO

FONDO PARA EL DESARROLLO  
DE LA CONSTRUCCIÓN



CÁMARA ARGENTINA  
DE LA CONSTRUCCIÓN