

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL, MERCADO DE TRABAJO Y EDUCACIÓN

Por Luisa Montuschi\*

**(UCEMA – Academia Nacional de Ciencias Económicas)**

El empleo constituye hoy una de las cuestiones que mayor inquietud genera tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo. Las economías han pasado por una suerte de etapas sucesivas hasta un presente que parece caracterizado por una nueva revolución tecnológica que ha sido identificada como una Cuarta Revolución Industrial. No cabe duda de que los sistemas de educación vigentes han fallado en adaptarse a las cambiantes características de nuestros países y de sus economías. Lo que demanda la educación para el mañana es un mayor énfasis en la creatividad, la competencia y la capacidad para relacionarse con los demás. El aprendizaje a lo largo de la vida ya es una realidad para quienes alcanzaron los mayores niveles de educación formal necesarios para quienes ocupan los puestos de más alto nivel. Dentro de los cambios operados no cabe duda que ocupa un rol fundamental la **Inteligencia Artificial**, que constituye la más importante derivación operada en la *computer science* relacionada con la construcción de máquinas inteligentes que se espera igualen o superen la capacidad del pensamiento y del comportamiento humano. Esto puede sintetizarse manifestando que la IA “replica o simula la inteligencia humana en las máquinas”.

Código JEL: L63, O33

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL, MERCADO DE TRABAJO Y EDUCACIÓN

Luisa Montuschi\*

El empleo constituye hoy una de las cuestiones que mayor inquietud genera tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo<sup>1</sup>. El creciente y sostenido desempleo parece ser una de las características de la nueva economía globalizada. Por otro lado, desde la década de los ochenta, el mundo ha estado presenciando un cambio en las características y modalidades del empleo vinculado con los impactantes cambios tecnológicos que se han ido produciendo en las economías.

Las economías han pasado por una suerte de etapas sucesivas hasta un presente que parece caracterizado por una nueva revolución tecnológica que ha llevado a muchos a identificarla como una Cuarta Revolución Industrial. Se sostiene que estaríamos frente a una revolución tecnológica que habría de modificar de manera fundamental la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos, de una manera que poco tiene en común con importantes cambios pasados. A esta revolución se la denomina la “Cuarta Revolución Industrial”<sup>2</sup>.

---

\* Academia Nacional de Ciencias Económicas – UCEMA

[lm@ucema.edu.ar](mailto:lm@ucema.edu.ar)

Las opiniones expresadas en este artículo son de la autora y no necesariamente reflejan las de la Universidad del CEMA.

<sup>1</sup> Cf., Frey, Carl Benedikt & Osborne, Michael A., 2017, “The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?” **Technological Forecasting and Social Change**, Elsevier, vol. 114(C), páginas 254-280.

<sup>2</sup> Cf. Schwab, K., 2016, **The Fourth Industrial Revolution**, World Economic Forum.

La Primera Revolución Industrial se dio a fines del siglo XVIII con la introducción de facilidades mecánicas de producción posibilitadas por el agua y el vapor. A principios del siglo XX con la introducción de producción masiva gracias a la división del trabajo y la energía eléctrica se genera la Segunda Revolución Industrial. A principios de los setenta con la introducción de la electrónica y las tecnologías de la información y la comunicación, que posibilitan una mayor automatización de la producción, aparece la Tercera Revolución Industrial. Y hoy nos enfrentamos con la Cuarta Revolución Industrial generada a partir de la Tercera y caracterizada por una fusión de tecnologías que está borrando los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas a una velocidad sin precedentes, a una tasa exponencial. La amplitud y profundidad de los cambios anuncia la transformación de enteros sistemas de producción, management y gobernancia. Y la educación constituye uno de los aspectos que se habrán de ver afectados en mayor medida por estos cambios que habrán de alterar la forma misma en que se habrá de desarrollar nuestra vida futura.

Algunos autores pretenden ver en este desarrollo una mera prolongación, y eventualmente ampliación, de los efectos iniciados en los años setenta con la emergencia de la Tercera Revolución Industrial. Pero existen fundadas razones para considerar como absolutamente novedosas las transformaciones asociadas con el nuevo fenómeno.

Un aspecto que no ha sido suficientemente considerado en la mayoría de los análisis es el referido a la educación. Como bien hace notar un informe de 2016 del World Economic Forum<sup>3</sup> “de acuerdo

---

<sup>3</sup> Cf. World Economic Forum, 2016; **Op. Cit.**, enero 2016.

con una estimación corriente el 65% de los niños que ingresan hoy a la escuela primaria terminarán trabajando en tipos de empleos completamente novedosos que aún no existen en el presente”.

No cabe duda de que los sistemas de educación vigentes han fallado en adaptarse a las cambiantes características de nuestros países y de sus economías y no aseguran, tal como no lo hace el enfoque tradicional, el acceso a sistemas adaptables y flexibles que permitan un aprendizaje a lo largo de toda la vida, tanto de jóvenes como de adultos, y les faciliten la adquisición de las competencias necesarias para sobrevivir en una sociedad cambiante debido a las sucesivas revoluciones industriales. Y que, en todo caso, que aprendan a aprender en cada ciclo.

Si bien algunos cambios ya se han instalado en nuestra sociedad, no puede evitar plantearse la cuestión de cuál sería el sistema educativo que mejor prepararía a la gente para hacer frente a las profundas modificaciones que se están produciendo en la sociedad y en el mundo del trabajo del cual forman parte.

Se ha flexibilizado el uso de la mano de obra. Se ha reformado en muchos países la legislación laboral eliminando conquistas históricas para facilitar el uso de la mano de obra. Ha crecido el empleo temporal y han disminuido los asalariados con contrato con estabilidad laboral y protección legal y el desempleo afecta principalmente la oferta de trabajo no calificado y a aquellos que no logran recalificarse al haber desaparecido su trabajo habitual.

Lo que demanda la educación para el mañana es un mayor énfasis en la creatividad, la competencia y la capacidad para relacionarse con los demás. Deberá formar personas versátiles y prácticas que puedan llegar a ser productivas y a no depender de los demás. No

sólo debería facilitar la transición de los jóvenes al mundo del trabajo sino ayudarlos luego a ser continuos aprendices a lo largo de su vida adulta. El aprendizaje a lo largo de la vida ya es una realidad para quienes alcanzaron los mayores niveles de educación formal para los que ocupan los puestos de más alto nivel o tienen los recursos financieros necesarios.

Por supuesto, los docentes no pueden estar ajenos a tales cambios. Ellos, en buena medida, son los responsables de que los sistemas educativos no hayan sabido o podido adaptarse a tales cambios. Si ellos son los facilitadores del aprendizaje y los difusores del conocimiento también debe considerarse una obligación que asuman el deber de adquirir las competencias y habilidades para hacerlo y que se ubiquen en una línea de aprendizaje continuo.

Sin embargo, la escuela actual aparece impermeable a tales desarrollos y, de acuerdo con una encuesta de la consultora McKinsey, los docentes aparecen satisfechos con su trabajo y con lo que imparten. Y ante eso cabe entonces plantear qué es lo que debería enseñarse hoy para poder utilizarse en el 2030 y en los años siguientes.

Existen fundadas razones para considerar como absolutamente novedosas las transformaciones asociadas con el nuevo fenómeno cuya amplitud parece aún difícil de estimar. Tres son las principales razones o factores que se han presentado en favor de esta hipótesis. Las mismas se refieren a la velocidad a la que operan los cambios, a su alcance y su impacto en los sistemas<sup>4</sup>. En cuanto a la velocidad, como ya se mencionara más arriba, los cambios se están

---

<sup>4</sup> Cf. Schwab, K., **Op.Cit**, 2016.

produciendo a una velocidad exponencial con efectos disruptivos no sólo en las actividades de las industrias sino también en la vida de las personas<sup>5</sup>. Y los desarrollos tecnológicos que hoy ya nos rodean son tan sorprendentes que hace pocos años los habríamos considerado una historia de ciencia ficción: la robótica, la inteligencia artificial, vehículos autónomos, drones, impresiones 3- D, Internet de las cosas, nanotecnología, biotecnología, ciencia de los materiales, computación cuántica y más.

Parece claro que hoy nos enfrentamos con la Cuarta Revolución Industrial construida a partir de la Tercera que está caracterizada por una fusión de tecnologías que está borrando los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas a una velocidad sin precedentes, a una tasa exponencial. Y la amplitud y profundidad de los cambios anuncia la transformación de los enteros sistemas de producción, management y gobernanza. Y la educación constituye uno de los aspectos que se habrán de ver afectados en mayor medida por estos cambios que habrán de alterar la misma forma en que se habrá de desarrollar nuestra vida futura.

Dentro de los cambios operados, aunque aún no hayan alcanzado una evolución universal, no cabe duda que ocupa un rol fundamental la Inteligencia Artificial. La Inteligencia Artificial (IA) constituye la más importante derivación operada en la *computer science* relacionada con la construcción de máquinas inteligentes que se espera igualen o superen la capacidad del pensamiento y del comportamiento humano. Lo anterior puede sintetizarse manifestando que la IA “replica o simula la inteligencia humana en las máquinas”.

---

<sup>5</sup> Que las van incorporando en sus vidas y actividades diarias casi sin tener conciencia de ellas.

Este tema ya había sido planteado en 1950 por Alan Turing<sup>6</sup> quien iniciaba su artículo con la pregunta “*Can machines think?*”. Luego señalaba que era necesario determinar que máquinas había que considerar y enfatizaba el hecho de que convenía orientarse hacia los sistemas digitales, en el sentido de máquinas que podían manipular los dígitos binarios y reescribirlos en la memoria de acuerdo con reglas muy simples. Y hacía notar que los sistemas digitales son universales.

Si se quiere remontar más en la historia puede señalarse que en 1637 René Descartes planteó ideas similares a las muy posteriores de Turing<sup>7</sup> en su conocida obra el **Discurso del Método** en la cual afirmaba que los autómatas eran capaces de reaccionar ante interacciones humanas, pero carecían de la capacidad de responder de manera adecuada a lo que se decía en su presencia, tal como lo haría un humano. Tampoco creía que eso podría lograrse en algún futuro.

Como era esperable, la propuesta de Turing dio lugar a muchas objeciones y es interesante notar que este autor presentó un análisis de las objeciones que consideró más destacadas respecto del planteo de que se considere que las máquinas puedan pensar. A continuación, se presenta una breve síntesis de las principales.

1. Objeciones teológicas: pensar es una función del alma inmortal del ser humano. Las máquinas no tienen alma y no se debe intentar usurpar el poder de Dios en la creación de las almas.
2. Objeciones al pensamiento de las máquinas: las consecuencias del eventual caso en que las máquinas pudieran pensar serían terribles

---

<sup>6</sup> Cf. Turing, A.M., (octubre 1950), “Computing Machinery and Intelligence”, **Mind 59.**

<sup>7</sup> Al parecer Turing era muy consciente de la obra de Descartes.

pues las capacidades de pensamiento de las máquinas serían mayores que las de los humanos.

3. Objeciones matemáticas: se utilizan teoremas matemáticos (Gödel) para mostrar que hay límites a las preguntas que una máquina puede responder.
4. Objeciones de conciencia: ¿puede una máquina tener una mente y tener experiencias conscientes?
5. Objeciones por varias limitaciones: Turing nota que, con suficientes capacidades de almacenamiento, las máquinas podrían comportarse de infinitas maneras.
6. Objeciones por informalidades de comportamiento
7. Objeciones por percepciones extrasensoriales (telepatía, precognición, psicoquinesia, ...)

En vista de todas las objeciones presentadas, que cuestionaban seriamente el punto de vista de Turing respecto del futuro de las máquinas, este autor y científico elaboró un test que se proponía medir la capacidad de una máquina para hacerse pasar por humano mediante una prueba de conversación entre la misma y una persona humana. Si la persona no lograba identificar el hecho de que estaba conversando con una máquina, esta debía ser considerada “inteligente”.

Han transcurrido setenta años y el enorme y expansivo desarrollo de la IA ha planteado muchas cuestiones y debates que exceden ampliamente los planteos originales de Turing. Y que también dificultan la aceptación generalizada de una única definición de la IA.

Como señaló Jeremy Achin (Data Robot CEO) “IA es un sistema de computación capaz de llevar a cabo tareas que usualmente solían

requerir la inteligencia humana”. Por su parte, Norvig y Russell<sup>8</sup> señalan que hay cuatro diferentes enfoques respecto (o que definen) el campo de la IA.

1. Pensar como humanos
2. Pensar racionalmente
3. Actuar como humanos
4. Actuar racionalmente

Los dos primeros se refieren a procesos de pensamiento y razonamiento que imitan a los humanos. Los enfoques 3 y 4 se refieren a comportamientos que pueden ser de androides o robots.

El extraordinario desarrollo de la IA ha ido acompañado por un crecimiento paralelo del *Machine Learning* (ML)<sup>9</sup>. Ambas actividades forman parte de la *computer science*, están correlacionadas entre sí y constituyen elementos esenciales para crear sistemas inteligentes. Pero deben señalarse las diferencias básicas que existen entre ambos conceptos.

La IA es un concepto mayor y más abarcador orientado a la creación de sistemas inteligentes que replican y simulan la capacidad del pensamiento y comportamiento humano (*learning and problem solving*). ML constituye una aplicación o subconjunto de IA que permite a las máquinas aprender a partir de datos o experiencias pasadas, sin necesidad de ser explícitamente programadas, con el objetivo de poder dar resultados cuidadosamente correctos.

---

<sup>8</sup> Cf. Stuart Russell and Peter Norvig, 2020, **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, 4th ed., Pearson.

<sup>9</sup> Cf. Bishop Christopher, (2008), **Pattern Recognition and Machine Learning**, Springer Verlag, Berlin.

En el presente se trabaja con una IA cuyo nivel no se considera demasiado fuerte pero se señala que el futuro de la IA habrá de ser una IA fuerte que, sin dudas, habrá de implicar mayores niveles de inteligencia que puede llegar a superar la de los humanos.

Como resulta evidente al analizar la cuestión de la IA no puede dejarse de lado el crecimiento paralelo que se ha ido operando en el ML. ML permite a un sistema computerizado hacer predicciones y/o tomar decisiones utilizando para ello datos históricos fidedignos. Se ha propuesto una clasificación de ML en tres tipologías:

1. Aprendizaje supervisado
2. Refuerzo de aprendizaje
3. Aprendizaje no supervisado

Debe tenerse siempre presente que ML no es lo mismo que IA.

1. IA es un concepto amplio relativo a las máquinas capaces de realizar tareas de manera inteligente y creativa.
2. ML constituye una aplicación de IA fundada en la idea de que puede darse a las máquinas acceso a los datos y dejar luego que aprendan por sí mismas.
3. En IA las máquinas muestran una apariencia general inteligente.
4. En ML las máquinas se hacen cargo de los datos y aprenden de ellos.

Es frecuente observar confusiones entre ambos conceptos (IA y ML) y, en consecuencia, es conveniente señalar varias diferencias pertinentes entre los mismos, entre sus objetivos y su forma de operar. Se detallan a continuación aquellas que se consideran más relevantes.

1. IA trabaja (o se ocupa) en crear un sistema inteligente que pueda llevar a cabo varias tareas complejas.

2. ML trabaja (o se ocupa) en crear máquinas que puedan llevar a cabo sólo las tareas específicas para las cuales se la entrenó y se la entrena.
3. IA es una tecnología que permite a una máquina simular el comportamiento humano.
4. ML es un subconjunto de IA que permite a una máquina aprender automáticamente de datos pasados y para ello no es necesario contar con una programación explícita.
5. El objetivo de IA es conseguir que un sistema de computación inteligente resuelva problemas complejos de igual modo en que lo harían los humanos.
6. El objetivo de ML es permitir a las máquinas aprender de los datos de modo tal que de sus acciones se puedan obtener resultados muy cuidados.
7. IA opera para crear un sistema inteligente que incluye aprendizaje, razonamiento y autocorrección, a fin de poder llevar a cabo varias tareas complejas
8. ML opera para crear máquinas que puedan llevar a cabo sólo las tareas específicas para las cuales se las entrena y que incluyen aprendizaje y autocorrección cuando se introducen nuevos datos.

### **La robótica**

Se señala y analiza que la **robótica** es la rama de la ingeniería mecánica, de la ingeniería electrónica y de las ciencias de la computación, que se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura y aplicación de los robots. El inicio de la **robótica** actual puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventó en 1801 una máquina textil

programable mediante tarjetas perforadas. Michael Brady define a la robótica como a “la conexión inteligente entre percepción y acción”<sup>10</sup>.

Los desarrollos observados en esta disciplina han llevado a muchos a identificarla con la IA. Pero no es así. Ambas pueden coincidir en pequeñas proporciones. La robótica es la rama de la tecnología que se ocupa de los robots físicos. Y los robots son máquinas programables que pueden llevar a cabo una serie de acciones autónomas o semiautónomas.

Deben señalarse tres elementos importantes que están presentes en la robótica.

1. Los robots interactúan con el mundo físico mediante sensores y activadores.

2. Los robots son programables.

3. Usualmente los robots son autónomos o semiautónomos.

Algunos piensan que los robots deberían ser capaces de pensar y de tomar decisiones. Eso supondría cierto nivel de IA en los robots. Pero esto no aparece como requisito indispensable. Muchos robots no son inteligentes. Solo una pequeña proporción lo es. La robótica se orienta a diseñar, construir y programar robots físicos que puedan interactuar con un mundo físico. Y la IA implica programar la inteligencia.

---

<sup>10</sup> Cf. M. Brady, Lester Gerhardt and H.F. Davidson, (Eds.), (1984), **Robotics and Artificial Intelligence**, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

## **Efectos de la IA en los mercados laborales y la educación**

La rápida e importante expansión de la IA ha originado un claro temor relativo a una eventual pérdida de empleos que la misma puede generar (como señalaba Keynes en 1930 “A new disease is technological unemployment”). Incluso hay claras referencias y argumentos alarmistas respecto del fin del trabajo de los humanos<sup>11</sup>. Sin embargo, una observación y evaluación cuidadosa de lo ocurrido en el mercado de trabajo en épocas recientes no corrobora tales temores. Sin embargo, no puede dejar de tenerse presente que todo cambio tecnológico tiene un claro efecto sobre el mercado de trabajo. Entre esos factores causales pueden señalarse los cambios en el software, en la robótica y, sobre todo, en la inteligencia artificial. Y, con toda justeza, se ha enfatizado el hecho de que los efectos derivados de la IA son claramente superiores a los restantes. Y las ocupaciones mayormente afectadas por la IA serán aquellas con un mayor contenido de habilidades y habrán de afectar principalmente a los trabajadores con mayor nivel educativo y mayores ingresos, mientras que en el caso de trabajadores con bajos ingresos y niveles educativos serán los más expuestos a lo que podríamos identificar como “la competencia de los robots”<sup>12</sup>.

En el ya citado trabajo de Acemoglu y Restrepo<sup>13</sup> se enfatiza lo que ellos denominan efecto desplazamiento cuya importancia y volumen enfatizan, cuestionando el argumento presentado por muchos autores en el campo de la macroeconomía y de la economía laboral,

---

<sup>11</sup> Cf. Acemoglu D. and Pascual Restrepo, “Artificial Intelligence, Automation and Work, (2019) **National Bureau of Economic Research**, University of Chicago Press.

<sup>12</sup> Cf. Webb Michael, “The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market”, Stanford University, Noviembre 2019.

<sup>13</sup> Cf. Acemoglu D. and Pascual Restrepo, **Op.Cit.** (2019)

en el sentido de que las tecnologías que implican considerables aumentos en los niveles de productividad siempre habrán de producir aumentos en la demanda de trabajo. En el análisis presentado por Acemoglu y Restrepo estos autores sostienen que un efecto desplazamiento no resultará en un aumento del producto por trabajador sino que el mismo originará un desconexión de los salarios y el producto por trabajador y, como consecuencia, una caída en la participación de los salarios en el ingreso nacional.

Sin embargo, el punto de vista sostenido por Acemoglu y Restrepo no parece contar con una aceptación generalizada. Muchos autores identifican una fusión de tecnologías que estaría borrando los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas a una velocidad sin precedentes, a una tasa exponencial. La amplitud y profundidad de los cambios anuncia la transformación de enteros sistemas de producción, management y gobernanza. Y existen fundadas razones para considerar absolutamente novedosas las transformaciones asociadas con el nuevo fenómeno.

Tres son las principales razones o factores que se han presentado en favor de esta hipótesis. Las mismas se refieren a la velocidad a la que operan los cambios, a su alcance y a su impacto en los sistemas<sup>14</sup>. En cuanto a la velocidad, como ya se mencionara más arriba, los cambios se están produciendo a una velocidad exponencial con efectos disruptivos no sólo en las actividades de las industrias sino también en la vida de las personas<sup>15</sup>. Hoy nos parece normal estar conectados en forma instantánea con personas en todo

---

<sup>14</sup> Cf. Schwab, K., P. **Op.Cit.**, 2016.

<sup>15</sup> Que las van incorporando en sus vidas y actividades diarias casi sin tener conciencia de ellas.

el mundo a través de instrumentos móviles con gran capacidad de almacenaje y poder de procesamiento. Y los desarrollos tecnológicos que hoy ya nos rodean son tan sorprendentes que, como ya se mencionara al comienzo, es probable que los hubiésemos considerado una historia de ciencia ficción.

Es cierto que la evolución de la IA ha eliminado muchos puestos de trabajo, pero, simultáneamente, ha creado y transformado otros y el balance para algunos aparece como positivo. Sin embargo, hasta el presente, tanto en medios populares de la prensa como en entornos académicos, se ha generado un debate alrededor de una dicotomía que no se condice con la realidad. Por un lado, se sostiene que la IA y la robótica se habrán de traducir en el fin del trabajo humano. Pero, por otro, se sostiene el punto de vista opuesto de que hay que mirar en los desarrollos tecnológicos del pasado que se tradujeron en incrementos en la demanda de trabajo y en los salarios y que no hay razón para suponer que en el presente los cambios habrán de ser sustancialmente distintos y desfavorables para el trabajo humano.

Ya está asumida la existencia de un potencial en la IA y en la robótica para reemplazar actividades antes ejecutadas por los trabajadores humanos con un importante efecto desplazamiento en el empleo, que también habrá de afectar los ingresos asalariados. Pero, también habrá de generarse una potencial demanda de nuevas habilidades en el mercado de trabajo generadas por la IA que se habrán de reflejar en nuevas y ampliadas demandas de educación.

### **La Inteligencia Artificial y los procesos educativos**

Desde fines del siglo pasado se vienen produciendo cambios en los sistemas educativos desde que se aceptó el surgimiento de la llamada Sociedad de la Información (SI). Pero en el siglo XXI se ha

reconocido a una nueva **Sociedad del Conocimiento (SC)** que sería el escalón superior de la Sociedad de la Información. Sin duda, los cambios están procediendo muy rápido y hoy ya tenemos que referirnos a una **Inteligencia Artificial** que estaría afectando el mundo del trabajo y los procesos educativos.

Las nuevas tecnologías generadas por la IA están creando y destruyendo habilidades, pero uno de los aspectos más destacables de los nuevos desarrollos está dado por la creciente importancia que la mente humana está asumiendo en los procesos laborales. En un futuro dominado por tareas intensivas en inteligencia serán las actividades repetitivas y más rutinarias las que serán más fácilmente desplazadas. Una consecuencia importante de estos procesos de cambio está dada por las profundas transformaciones que se están produciendo en la organización del trabajo y de la producción. Así se observa una creciente descentralización del trabajo y del management en los procesos productivos, la emergencia de nuevas formas organizativas (subcontratar, externalizar, redimensionar, contratar consultores), el avance de nuevas formas de trabajar (trabajo part-time, trabajo temporario, tiempo de trabajo flexible, autoempleo).

Otro aspecto de mucha importancia del nuevo mundo del trabajo es la identificación de los sectores que más están contribuyendo a la creación de los nuevos empleos. Si bien es cierto, como se dijo más arriba, que las industrias basadas en el saber están desplazando a las industrias intensivas en mano de obra o en habilidades, esto nos cuenta sólo una parte reducida de la historia de los cambios ocupacionales. Por una parte, se está produciendo un cambio en la mezcla ocupacional dentro de las industrias que puede llegar a modificar de modo significativo la demanda de habilidades. Así, por

ejemplo, puede esperarse que la industria de la construcción llegue a tener una proporción creciente de arquitectos, investigadores de mercado y planificadores asistidos por computadoras y menos trabajadores manuales. Las fábricas, crecientemente automatizadas e informatizadas, tendrán más empleados técnicos y administrativos. Por lo tanto, no se trata sólo de la declinación global del empleo industrial sino de los cambios en la composición de los trabajadores que permanezcan en el sistema productivo. Pero, la cuestión que probablemente reviste mayor importancia en el nuevo mundo del trabajo estaría dada por el hecho de que la mayor parte de los nuevos empleos están creándose en el sector de los servicios personales. Y este sector está formado por personas que trabajan por cuenta propia o por sociedades y negocios muy pequeños (Pymes). Se trata de un sector con un alto grado de personalización, moderadamente calificado, con pequeño aporte de tecnología, sin inversiones importantes ni diferencias entre sexos. Su potencial de creación de empleos es importante pues dada su misma naturaleza existe una seria limitación en la posibilidad de sustituir trabajo por capital<sup>16</sup>. No se trata de empleos en el sentido tradicional, para toda la vida, protegidos y bien pagados. Muchas veces son puestos temporarios, inseguros y desprovistos de protección formal. Pero también muchos de estas ocupaciones en servicios temporarios serán ricos en información y requerirán un alto grado de entrenamiento<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Ha sido notable el crecimiento de estos servicios en los últimos tiempos. Esto se ha observado en los servicios a los hogares, servicios de comida y bebida, servicios para empresas, servicios de educación y cultura, servicios de turismo, servicios de salud y cuidado personal.

<sup>17</sup> Podemos citar como ejemplos de esto el cuidado de ancianos y enfermos, las tareas de seguridad y mantenimiento y hasta las actividades de cocina.

Estos cambios ya se han instalado en nuestra sociedad y esto nos lleva a plantear la cuestión inmediata de cuál sería el sistema educativo que mejor prepararía a la gente para hacer frente a las profundas modificaciones que se están produciendo en la sociedad y en el mundo del trabajo del cual forman parte. Es cierto que la educación es, en general, un espejo de la sociedad. Pero ella no debe ser considerada culpable de los defectos de la sociedad que le dio origen ni exigirse que se convierta en el motor del cambio. Pero, es justo que se le pueda pedir que tenga suficiente flexibilidad y adaptabilidad para reflejar el mundo del presente y no ser una imagen del mundo del pasado.

No cabe duda de que parte de los cambios que la IA ha generado en el mercado de trabajo han sido positivos tanto para el empleo como para los ingresos asalariados. Sin duda, los procesos educativos tienen un rol preponderante para inducir cambios en la fuerza laboral. Eso puede darse por las nuevas demandas que se originan en la vigencia de la IA como por los cambios que la misma IA (y el ML y la Robótica) aplicadas a dichos procesos educativos generan en la educación.

Pero no puede dejar de tenerse en cuenta que la vigencia de la IA ha también originado desequilibrios en el mercado de trabajo entre las crecientes demandas que se derivan de los nuevos desarrollos y las habilidades prevalecientes en la fuerza laboral. En tales circunstancias resulta evidente que la oferta de educación debe tender a adaptarse a las nuevas demandas del mercado de trabajo. Pero, también pueden generarse cambios en los procesos educativos que no se originan en los procesos tecnológicos, sino que se deben a iniciativas generadas en la propia educación.

Adoptar la tecnología de la IA en la educación habrá de transformar, de manera positiva, la forma en que enseñamos y aprendemos. Y, sin duda, habrá de mejorar el aprendizaje, extenderlo y profundizarlo. Pero, no puede dejar de tenerse en cuenta que la educación también deberá ajustarse a las nuevas demandas laborales generadas por la aplicación de la IA en los mercados de trabajo.

Existen muchas alternativas orientadas a la aplicación de la IA a los procesos educativos, con distintos alcances y objetivos, pero dentro de una perspectiva general de mejorar tales procesos, y la IA debe ser considerada como un instrumento de indiscutible relevancia para los educadores.

Se ha señalado que la conexión entre IA y la educación comprende tres áreas: 1) El proceso de aprender con IA, que implica utilizar los instrumentos de IA en el aula. 2) Aprender acerca de la IA (sus tecnologías y técnicas). 3) Prepararse para la IA, es decir que se trata de hacer posible para todos los habitantes la comprensión del impacto potencial de la IA en las vidas humanas.

Debe tenerse presente que la IA no reemplaza a los educadores como muchos temían, y aún temen, y que la misma sirve de apoyo a la capacidad humana y le permite llegar mucho más lejos operando en conjunto, uno al lado del otro. Es claro que para iniciar el proceso de implementación de la IA en los procesos de aprendizaje es indispensable determinar *a priori* los objetivos estratégicos que habrá de asumir la IA en una organización y lograr en la misma la conjunción entre la cultura, el talento y la tecnología.

Una vez decidida la adopción del nuevo enfoque deberá procederse a una aplicación adecuada de la IA a fin de mejorar los procesos educativos. Para ello habrá que personalizar la educación y a la IA le

corresponderá individualizar los conocimientos y necesidades del estudiante procediendo al ajuste de sus estudios e incrementando la eficiencia de los mismos. La IA habrá de generar contenidos inteligentes en los programas educativos, que se actualizarán diariamente y toda vez que lo haga la IA. También habrá de contribuir a la automatización de tareas docentes y administrativas. Ello permitirá a los docentes concentrarse en sus actividades específicas imposibles de ser delegadas a la IA. También la IA facilitará las tutorías para estudiantes ausentes y los mantendrá al día. Y a los estudiantes con necesidades especiales (reducción audición y/o visión y otras limitaciones) les podrá asegurar el acceso a la educación toda vez que resulta posible generar los instrumentos de la IA adecuados a tales fines. El enfoque que presidirá todos los desarrollos previsibles en materia de la educación y el entrenamiento orientados por la IA será el del **lifelong learning** o el aprendizaje a lo largo de toda una vida orientada por la IA. La formación no habrá de terminar en el sistema de educación formal, sino que deberá continuar a lo largo de todo el ciclo vital y, como resulta obvio, deberá comprender mucho más que las meras competencias técnicas. De este modo se habrán de facilitar carreras profesionales más flexibles, aumentará la empleabilidad de las personas y la relación con la IA enriquecerá la vida post laboral.

En definitiva, puede asegurarse que la IA habrá de resultar beneficiosa para todos los estudiantes que habrán de ver facilitado su acceso al aprendizaje, con un mejor nivel de compromiso y una menor presión. La IA habrá de contribuir a la adaptación de los contenidos de aprendizaje basados en las interacciones de los estudiantes, sus logros y sus emociones y ayudarlos a aprender mejor, más rápido y más enfocados al futuro.

Para facilitar estos procesos de adaptación al nuevo entorno definido por la IA se esperaría que en la educación básica los educandos hayan “aprendido a aprender ...” y que se hayan generado instrumentos para poder hacerlo y también se hayan generado las actitudes adecuadas al marco en que deberán desarrollar sus actividades. Pero también hay que enfocarse en la educación de los docentes y en los procesos de aprendizaje a lo largo de la vida que deberían caracterizar sistemas de educación flexibles y adaptables.

Lamentablemente en la Argentina, con excepciones, muchos docentes, en particular los sindicalizados, no parecen haber asumido esta necesidad hacia el futuro<sup>18</sup>. De acuerdo con algunas encuestas no consideran como una estrategia de mayor impacto para la escuela secundaria la “Mejora de las propuestas de capacitación y perfeccionamiento docente”<sup>19</sup>. Y en las negociaciones paritarias el tema no forma nunca parte del temario que se presenta. Estas situaciones aparecen claramente corroboradas en los resultados de las pruebas APRENDER.

De todas maneras, los cambios que con la IA ya se han instalado en nuestra sociedad, nos llevan a plantear la cuestión inmediata de cual sería el sistema educativo que mejor prepararía a la gente para hacer frente a las profundas modificaciones que se están produciendo en la sociedad y en el mundo del trabajo del cual forman parte. Es cierto que la educación es, en general, un espejo de la sociedad. Pero la IA está cambiando a dicha sociedad y, en consecuencia, es justo y adecuado pedir al sistema educativo (y a sus integrantes) que tenga

---

<sup>18</sup> Como ha quedado bastante claro durante el curso de la pandemia.

<sup>19</sup> De hecho, esta estrategia figura solo en el quinto lugar respecto de otras alternativas propuestas. Y tampoco forma parte del temario en las negociaciones paritarias.

suficiente flexibilidad y adaptabilidad para reflejar el mundo del presente y no ser mera una imagen del mundo del pasado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acemoglu D. and Pascual Restrepo, (2019), "Artificial Intelligence, Automation and Work, **National Bureau of Economic Research**, University of Chicago Press.

Bishop Christopher, (2008), **Pattern Recognition and Machine Learning**, Springer Verlag, Berlin.

Brady M., Lester Gerhardt and H.F. Davidson, (Eds.), (1984), **Robotics and Artificial Intelligence**, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Frey, Carl Benedikt & Osborne, Michael A., (2017), "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?" **Technological Forecasting and Social Change**, Elsevier, vol. 114(C), páginas 254-280.

Schwab, K., (2016), **The Fourth Industrial Revolution**, World Economic Forum.

Stuart Russell and Peter Norvig, (2020), **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, 4th ed., Pearson.

Turing, A.M., (octubre 1950), "Computing Machinery and Intelligence", **Mind 59.**

Webb Michael, (Noviembre 2019), "The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market", Stanford University,.