**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

**Seminario: Construcción de la Informática Educativa**

**Profesor: Dr. Diego Fernandez Slezak**

**Carga horaria: 48 horas reloj (3 créditos)**

# Introducción

La educación es una pieza fundamental de nuestra cultura que influye en todos los aspectos de la sociedad. A medida que el mundo avanza hacia las sociedades basadas en la información, el contraste entre los enfoques educativos tradicionales y los retos reales que enfrentan los estudiantes y graduados se está volviendo cada vez más intenso.

Vivimos en una era digital, donde una fracción significativa de estudiantes y profesores tienen sus propias computadoras portátiles, tablets, teléfonos inteligentes, etc. A lo largo y ancho del planeta, se están implementando iniciativas que entregan computadoras portátiles de bajo costo a todos los estudiantes de primaria y secundaria, por ejemplo, el programa One Laptop Per Child (OLPC) en Uruguay con el programa CEIBAL, donde toda la población de las escuelas primarias -unos 400.000 niños y sus maestros- están utilizando la misma plataforma digital.

Este nuevo fenómeno social tiene el potencial de hacer un cambio profundo en la educación de millones de niños alrededor del mundo. El hecho de que todas las tareas de aprendizaje y de enseñanza estén representadas en el mismo entorno digital es una oportunidad notable para las aplicaciones educativas, así como para la investigación y las intervenciones educativas. Esta herramienta permite la observación en tiempo real del proceso de aprendizaje y enseñanza, mientras que los alumnos y profesores interactúan en clase o en casa, para acceder a diferentes expresiones de los procesos de pensamiento de los estudiantes y para analizar los alcances de diferentes estrategias educativas en distintas edades.

# Inteligencia artificial: de Turing a AlphaGo

El término Inteligencia Artificial nació en el verano de 1956 en el simposio organizado en Dartmouth College. Grandes pensadores del mundo de la computación confluyeron en un evento organizado para discutir acerca de la inteligencia que podría emerger de una computadora y vaticinaron que las máquinas serían tan inteligentes como los humanos en menos de una generación.

Siguiendo algunos de los descubrimientos más importantes de la neurología del momento, el desarrollo de esta inteligencia artificial estaba inspirada en las redes neuronas, dando nacimiento a la teoría de redes neuronales, es decir la interconexión de grandes cantidades de entidades con un comportamiento similar a la de las neuronas, por ejemplo, el Perceptrón definido por Rosenblatt. Desde la discusión acerca de los perceptrons en 1969 por Minksy & Pappert, la comunidad que estudia y desarrolla la Inteligencia Artificial ha visto cómo las redes neuronales eran pronosticadas como la inteligencia del futuro, luego olvidadas en la década del 80 y 90 para verlas reaparecer en los últimos años.

La inteligencia artificial tiene como uno de sus pilares la construcción de autómatas inteligentes capaces de resolver un amplio rango de problemas. Esta intención aplicada ha sido extremadamente exitosa: hoy, las torres de control, los aviones y el tránsito de las ciudades se manejan sobre premisas de la inteligencia artificial.

Uno de los hitos más importante en este campo ha sido el triunfo de DeepBlue ante el campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov. DeepBlue era una supercomputadora desarrollada por IBM diseñada para jugar al ajedrez. Su principal característica era su poder de cómputo masivamente paralelo, que le daba una capacidad de hacer fuerza bruta sobre las movidas posibles en el tablero de ajedrez y seleccionar la mejor jugada. Este desarrollo ha seguido creciendo: hoy en día, juega mejor al ajedrez cualquier máquina (aún un teléfono) que el mejor de los grandes maestros.

Si bien este desarrollo resultó un gran avance en el área, ha sufrido críticas respecto a su utilidad. En definitiva, DeepBlue “sólo” calculaba muy rápidamente muchas posibles movidas. En este sentido, nuevamente IBM decidió imponerse otro desafío: una computadora que fuera capaz de ganarle a un humano en el juego Jeopardy. Este juego consiste en responder preguntas de conocimiento general como, por ejemplo: ¿cuál es la capital de Sri Lanka? Para ello, la computadora contaría con conexión a Internet en donde podría consultar la información necesaria para contestar la pregunta. En este nuevo escenario, el desafío ya no era (solamente) calcular muy rápido, sino también decodificar la pregunta, buscar los datos en la web, y luego elaborar una respuesta.

En este caso, decodificar la pregunta propone muchos problemas a resolver. Por un lado, debe interpretarse el audio con la pregunta para su transcripción. Luego, la computadora debe poder “leer” esta pregunta para elaborar una consulta en su virtualmente infinita base de datos: internet. Una vez decodificada la pregunta, se debe interpretar los resultados. Es conocido que prácticamente cualquier búsqueda en la web genera millones de resultados en los buscadores. Elegir cuál de ellos es el mejor para la elaboración de la respuesta no resulta un desafío menor. En 2011, el sistema Watson creado por IBM le ganó al campeón mundial de Jeopardy por una diferencia abrumadora.

Esta evolución tecnológica, lo es tanto en el poder de cómputo como en los algoritmos utilizados. El sitio TOP500, reúne las supercomputadoras instaladas alrededor del mundo y realiza una competencia para definir cuál es la supercomputadora más veloz del planeta. En el año 1996, año en que Deep Blue ganó la primera partida a Kasparov, la computadora más veloz tenía una potencia de 368.2 GFLOPS, es decir más de 300 mil millones de operación de números con coma (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones) por segundo. Hoy en día, el ranking 2016, indica que la computadora más potente provee más de 93 PFLOPS, es decir un millón de veces más que en 1996.

Tanto el sistema AlphaGo como Deep Blue tienen en común que ambos están basados ​​en la búsqueda de árboles de decisión y funciones de evaluación de posición. La idea básica es que para elegir el próximo movimiento, se evalúan todos los movimientos posibles y luego - para cada uno de esos movimientos - todas las respuestas posibles del oponente. Y así, sucesivamente... Este procedimiento de anticipación crea un árbol de ramificaciones de futuras movidas posibles a partir del estado actual del juego.

El problema es que no se puede mirar demasiado lejos en el juego, ni considerar todos los movimientos y movimientos posibles ya que todo el árbol hasta el final del juego es demasiado grande. En el caso particular de estos juegos, resulta mucho más grande para Go que para el ajedrez; para tener una idea de la magnitud, la cantidad de variantes a analizar serían más que el número de átomos en el universo. La forma en que cualquier motor de juego basado en árboles, incluyendo Deep Blue y AlphaGo, limita el tamaño del árbol es mediante la poda de movimientos poco interesantes y sólo invertir su presupuesto computacional en las líneas de juego más prometedoras

Las diferencias entre AlphaGo y Deep Blue resultan de la diferencia entre los juegos de Go y Ajedrez en particular. Principalmente, es muy difícil evaluar la fuerza de una posición de tablero en Go en medio del juego. En cambio, en el ajedrez existen muchísimas técnicas de evaluación para decir quién tiene ventaja dado un tablero particular. Por otro lado, como comentamos anteriormente, la cantidad de ramas del árbol de decisión es mucho más grande en Go.

Las consecuencias de estas diferencias son las formas en que Deep Blue y Alpha Go evalúan la fuerza de una posición de tablero y eligen qué partes del árbol deben podar. Deep Blue usó una compleja función de evaluación, creada a partir de técnicas clásicas de evaluación sumado a reglas escritas a mano reflejando la sabiduría de los mejores jugadores de ajedrez.

AlphaGo en contraste utiliza una combinación de redes neuronales y el aprendizaje de refuerzo para aprender (de millones de juegos históricos, además de juegos que juega contra sí mismo), cómo evaluar las posiciones del tablero y la figura que son más fuertes. Básicamente, la red neural aprende a reconocer patrones de piedras en el tablero, y el aprendizaje de refuerzo evalúa los resultados futuros. Como dijimos, AlphaGo necesita podar drásticamente el árbol de decisión por lo que también utiliza una red neuronal que aprende qué líneas de juego debe considerar. Además, incorpora una simulación (llamada Monte Carlo) para simular múltiples posibilidades de juego y decidir la mejor poda y jugada a analizar.

En resumen, las diferencias principales entre AlphaGo y Deep Blue son: 1) AlphaGo utiliza una red neuronal auto-aprendida para evaluar las posiciones del tablero. Deep Blue, en cambio, utiliza una función codificada por un humano. 2) AlphaGo utiliza una función también aprendida para seleccionar los movimientos más prometedores a evaluar. 3) AlphaGo utiliza simulación de Monte Carlo para evaluar aún más las posiciones del tablero, simulando partidas a partir de la posición actual.

# Descubriendo y simulando la inteligencia humana

El desarrollo de aplicaciones utilizando las técnicas de la Inteligencia Artificial ha mostrado resultados espectaculares en diversas tareas. Sin embargo, los fundadores de la inteligencia artificial se propusieron otra gesta que resulta mucho menos próspera: generar autómatas capaces de resolver problemas simulando la inteligencia humana [2], es decir que pueda camuflarse con un ser humano, con sus aciertos, con sus errores.

Desde un comienzo, la computación (la inteligencia artificial) se la asoció al cálculo matemático, al pensamiento formal. Turing hablaba de la -- hoy llamada -- "Máquina de Turing" como un sistema basado en la introspección de un matemático realizando cuentas, operaciones matemáticas. Un proyecto interdisciplinario de investigadores de la ciencia cognitiva y la computación ha llevado a cabo un programa de ingeniería inversa para detectar las operaciones involucradas en el cálculo aritmético.

Una gran serie de estudios durante varias décadas ha mostrado la existencia de un sistema de cálculo aproximado, de carácter universal [3]. Este sistema está presente a los pocos días de vida [4], y es ubicuo en todas las culturas (aún en aquellas que no tienen ningún tipo de escolaridad matemática) [5] y está presente incluso cuando esté opacado por un sistema simbólico.

Como demostración sencilla, cualquier persona tarda más en responder si 52 > 31 que si 52 > 17 [6]. Si bien desde un punto de vista formal ambas operaciones son equivalentes, en un sistema analógico, la segunda resulta más sencilla y esta huella es observable - de hecho es inevitable - aún en personas con gran formación matemática [7]. De la misma manera, nociones de geometría (aún geometrías no euclídeas sobre una esfera) son universales y están presentes mucho antes de ser formalizadas y simbolizadas en la educación formal [8].

Este tipo de descubrimiento abre nuevas perspectivas para el entendimiento del cerebro humano, pero sobre todo presenta un desafío importante para las Ciencias de la Educación. Entender el soporte sobre el cual se está interviniendo en el proceso de enseñanza/aprendizaje resulta fundamental en la sociedad moderna de la información. Este conocimiento no puede ser obviado y necesariamente debe tener un impacto en las estrategias utilizadas en el ambiente educativo.

# Educación: un enfoque interdisciplinario

De la misma manera que conocer la arquitectura de un procesador permite optimizar el código para ejecutar programas, conocer la arquitectura detrás del cómputo humano permite la optimización de la actividad educativa.

Hoy en día, nadie discute la importancia trascendental de la interdisciplina que introduce un nuevo enfoque para estudiar los sistemas complejos. Según Rolando García [9]:

“...un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada, en la cual los elementos no son «separables» y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente”.

Como bien plantea García, los elementos que componen un \emph{sistema complejo} no pueden ser separados y analizados por diferentes disciplinas de forma independiente.

En los últimos años ha habido un crecimiento importante en la actividad multidisciplinaria, que intenta abordar la investigación atacando el problema desde diferentes perspectivas de forma independiente.

Este concepto se separa mucho de la definición de **interdisciplina**, enfoque necesario para abordar la investigación de sistemas complejos de forma integral, donde el estudio está orientado a las interacciones de fenómenos que pertenecen a dominios diferentes. Estos diversos dominios implican la interacción de un equipo interdisciplinario de investigadores, para lo cual deben definir un marco conceptual común, que permita la articulación de estas formaciones en ciencias disímiles [10].

Es esta interacción entre la formación especializada y el enfoque interdisciplinario que posibilita la generación de actividades de investigación altamente fructíferas. R. García dice:

“De ahí que la interdisciplina implique el estudio de problemáticas concebidas como sistemas complejos y que el estudio de sistemas complejos exija la investigación interdisciplinaria”.

Podemos imaginar pocos sistemas más complejos que el Sistema Educativo, teniendo en cuenta la variedad de actores y expectativas. De ahí la necesidad imperiosa de incorporar tantas disciplinas como sean posibles para el estudio y la evolución de este complejo entorno. En los últimos años, equipos de investigación proveniente de las Neurociencias y la Computación han incursionado en la investigación sistemática en temas de Educación.

Una de las estrategias más utilizadas por los investigadores es la introducción de ejercicios en forma de juegos, tanto físicos como juegos de computadora. Los juegos han mostrado aumentar significativamente la motivación de los estudiantes y en consecuencia la efectividad de las intervenciones cuando se utilizan adecuadamente. Varios proyectos proponen la introducción de juegos en el aula como parte de las actividades educativas [14-16].

Algunos autores proponen un juego basado en la competencia para estimular el aprendizaje [17]; otros sugieren juegos centrados en el usuario para estimular la educación superior [18]. En resumen, muchas iniciativas introducen diferentes juegos como estrategia para estimular el aprendizaje en los niños.

La capitalización de estas ideas a través de juegos e intervenciones informáticas basadas en nuestro conocimiento de la arquitectura del procesador humano (el cerebro) es parte de un esfuerzo creciente en estos días [11].

La educación tradicional en las escuelas consiste en el aprendizaje supervisado, donde los maestros comunican el conocimiento en las aulas y asisten a preguntas individuales de los niños. Por lo general, las aulas son pobladas por muchos estudiantes por maestro, y por lo tanto los maestros tienen muy poco tiempo con cada niño.

Durante más de 20 años, los Tutores Cognitivos han apoyado a los estudiantes individuales para el aprendizaje guiado, ayudando a los maestros que tienen muy poco tiempo para pasar con cada niño individual. Estos tutores han mostrado resultados comparables a la tutoría humana [12]. Esta implementación se basa en la instalación del software correspondiente en cada computadora o en una conexión constante a Internet. Por lo tanto, esta solución resulta adecuada para el uso de los tutores en los laboratorios de computación en las escuelas o experiencias de pequeña a mediana escala [13].

En los últimos años, el término "Flipped classroom" se ha popularizado, principalmente impulsado por publicaciones en The New York Times [19] o en la prestigiosa revista de artículos científicos *Science* [20]. En esencia, "Flipped Classroom" significa que los estudiantes obtienen la primera exposición a contenido nuevo fuera de la clase, usualmente a través de videos educativos o clases filmadas, y luego usar el tiempo de clase para hacer el trabajo más difícil de asimilar ese conocimiento, a través de la consulta a los docentes o actividades de aula como por ejemplo debates o discusiones.

Estos nuevos abordajes están fuertemente sustentados en la masiva disponibilidad digital de material educativo en diversos formatos. Una de las iniciativas más conocidas es la Khan Academy (https://www.khanacademy.org/). Este sitio consta de una biblioteca de más de 3000 videos y ejercicios asociados, desafíos interactivos y evaluaciones. Incluso, algunas instituciones están estudiando la posibilidad de invertir la organización del aula, haciendo uso de estos contenidos [22].

**Contenidos**

**Unidad 1**

El recorrido histórico-conceptual a la Informática como objeto de conocimiento y su evolución hasta llegar a las TIC. Evolución de la Ciencia de la Computación en la encrucijada entre ciencia-tecnología-aplicaciones. Diferenciación a Ofimática. Los diferentes lenguajes de programación y las interfaces de comunicación. Los problemas con tratamiento informático y las metodologías de modelización. Tratamiento informático de los datos y sus modelizaciones. Las comunicaciones entre computadoras.

**Unidad 2**

Surgimiento del “Pensamiento Computacional”. Abordajes para enseñar programación a niños y adolescentes, (Papert y Logo en la década de los 80’s). Propuestas modernas para enseñar a programar con entornos gráficos (Alice, Scratch, etc.), sin computadoras (CS Unplugged), con entornos de simulación (eg, StarLogo), con tabletas (eg, ScratchJr), con robots (eg, N6-Max, BeBots, Kibo), o con entornos mixtos. Iniciativa “La Hora del Código” y “Program.ar”.

**Unidad 3**

Neurociencia y Educación. Identificación de procesos cognitivos para la intervención educativa basada en evidencia proveniente de estudios cognitivos. Intervenciones educativas masivas mediante el uso de plataformas digitales. Introducción a los tutores inteligentes.

**Unidad 4**

BigData y Educación. Nuevas técnicas de extracción de información en grandes repositorios de datos con aplicación a educación. Aplicación a toma de decisiones. Pedagogía cuantitativa. Medición de nuevos canales de comunicación, celulares, tablets, etc.

1. **Metodología**

La propuesta metodológica se centra en el análisis documental de proyectos educativos y artículos científicos de la temática de cada módulo con el objeto de determinar las variables teóricas a trabajar durante el desarrollo del seminario. Este análisis se sostendrá a partir del intercambio activo de los alumnos y de la lectura analítica de la bibliografía seleccionada.

Además, se propone analizar exhaustivamente diferentes paradigmas de materiales educativos con soporte en las TIC con el propósito de determinar las estructura comunicacional, tecnológica y didáctica que los sustentan.

El seminario cuenta con una “Actividad inaugural” en la que se presenta el programa y la propuesta pedagógica integral del mismo. Para dar consistencia a la propuesta pedagógica integral y las actividades previstas, al inicio de cada semana se presenta la “Propuesta de la semana” en la que se ofrece un texto que integra todas las decisiones desarrolladas en los puntos anteriores acerca de la lectura obligatoria, las referencias de enriquecimiento, las sugerencias para la lectura, el carácter de la propuesta didáctica y las actividades a realizar incluyendo el carácter individual o grupal y las modalidad de producción prevista. A lo largo de la semana se realizan las actividades previstas y diseñan situaciones de intervención acordes por parte del docente. A partir de la segunda semana la presentación de la “Propuesta de la semana” incluye una reseña de las actividades de la semana previa incluyendo análisis críticos de lo sucedido y eventuales orientaciones nuevas u ajustes en el conjunto de la propuesta.

1. **Evaluación**

La evaluación abarca la producción y fundamentación de las actividades obligatorias propuestas a lo largo del desarrollo del Seminario y un trabajo final de integración teórica.

Como tema de evaluación final, a partir de casos seleccionados, los alumnos profundizarán el análisis de materiales educativos informáticos de estructuras diferentes, teniendo en cuenta las dimensiones tecnológicas, curriculares, comunicacionales y sus relaciones con los paradigmas de la Informática Educativa. Dada la relevancia de las relaciones entre desarrollos, soportes y paradigmas, será alentada la formulación de hipótesis acerca de las condiciones de producción y de recepción de los materiales elegidos como casos de análisis.

Criterios de evaluación

* Precisión de la fundamentación.
* Suficiencia de las lecturas y fuentes bibliográficas seleccionadas para fundamentar el análisis.
* Pertinencia de las relaciones establecidas entre el análisis de los materiales elegidos y el marco teórico del campo de la Informática Educativa
* Coherencia y cohesión del texto escrito

# Referencias

1. Minsky, Marvin, and Seymour Papert. "Perceptrons." (1969).
2. Turing, Alan Mathison. "On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem." *J. of Math* 58.345-363 (1936): 5.
3. Dehaene, Stanislas. *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP USA, 2011.
4. Brannon, E. M. (2002). The development of ordinal numerical knowledge in infancy. *Cognition*, *83*(3), 223-240.
5. Dehaene, Stanislas, et al. "Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures." *Science* 320.5880 (2008): 1217-1220.
6. Dehaene, Stanislas, and Rokny Akhavein. "Attention, automaticity, and levels of representation in number processing." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 21.2 (1995): 314.
7. Dehaene, Stanislas. "Précis of the number sense." *Mind & language* 16.1 (2001): 16-36.
8. Izard, Véronique, et al. "Flexible intuitions of Euclidean geometry in an Amazonian indigene group." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108.24 (2011): 9782-9787.
9. García, Rolando. "Sistemas complejos." *Barcelona: Gedisa* (2006).
10. Aboelela, Sally W., et al. "Defining interdisciplinary research: Conclusions from a critical review of the literature." *Health services research* 42.1p1 (2007): 329-346.
11. Posner, Michael I., and Mary K. Rothbart. *Educating the human brain*. American Psychological Association, 2007.
12. Aleven, Vincent and Kenneth R. Koedinger. "An effective metacognitive strategy: Learning by doing and explaining with a computer-based Cognitive Tutor." *Cognitive science* 26.2 (2002): 147-179.
13. Koedinger, Kenneth R., et al. "Intelligent tutoring goes to school in the big city." (1997).
14. Liu, Tsung-Yu, and Yu-Ling Chu. "Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation." *Computers & Education* 55.2 (2010): 630-643.
15. Rosas, Ricardo, et al. "Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students." *Computers & Education* 40.1 (2003): 71-94.
16. Green, C. Shawn, and Daphne Bavelier. "Action video game modifies visual selective attention." *Nature* 423.6939 (2003): 534-537.
17. Burguillo, Juan C. "Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance." *Computers & Education* 55.2 (2010): 566-575.
18. Ebner, Martin, and Andreas Holzinger. "Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering." *Computers & education* 49.3 (2007): 873-890.
19. Fitzpatrick, Michael. "Classroom lectures go digital." *The New York Times* 24 (2012).
20. Mazur, Eric. "Farewell, lecture?" *Science* 323.5910 (2009): 50-51.
21. Anderson, Lorin W., David R. Krathwohl, and Benjamin Samuel Bloom. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational*

*objectives*. Allyn & Bacon, 2001.

1. Thompson, Clive. "How Khan Academy is changing the rules of education." *Wired Magazine* 126 (2011): 1-5.