

# ENSEÑANZA NAVAL Y ENTORNO 4.0

Alfonso VALLÉS SALES



*Las personas son en las que hay que tener fe, no en la tecnología.*

Steve Jobs.



VIVIMOS en un mundo digital. Durante los últimos dos años hemos generado más datos que en toda la historia de la humanidad. Datos que son el corazón del funcionamiento de las tecnologías de la automatización inteligente que integran el denominado entorno 4.0. Un entorno conectado que aproxima las personas a las máquinas y, en buena parte aún fundamentado en ideas y conceptos del siglo XX, como información, algoritmos, datos, incertidumbre, informática, inferencias, optimización, etc. Un entorno cuyos bloques han comenzado a emerger antes que los principios para integrarlos de una forma coherente. La obsesión por el dato, su medición y discernimiento requieren objetividad y paciencia. No todo lo que es cuantificable

cuenta, y no todo lo que cuenta es cuantificable. Nos enfrentamos a un mundo en el que las nuevas tecnologías, la conectividad, lo autónomo, la digitalización de la realidad y tantas fuerzas conectadas confluyen en la creación de un *statu quo*. Un entorno que, aun con sus limitaciones, que son reales y aconsejan bajar el tono de lo puramente tecnológico, avanza irreversiblemente. La respuesta requiere visión, estrategia y liderazgo.

A cada organización le corresponde dar sentido a las tecnologías conforme a su misión. Ante el reto de la transformación digital, la *Visión de la Armada 4.0* traslada la oportunidad de analizar el entorno desde diferentes perspectivas, entre estas la formación.

2013

4.4 ZETTABYTES

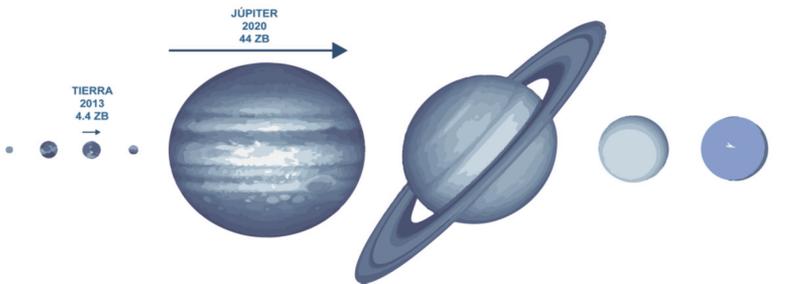
En 2013 había casi tantos bits en el Universo Digital como estrellas en el universo físico



2020

44 ZETTABYTES

Si equipáramos los datos de 2013 al diámetro de la Tierra, en 2020 llegarían casi al diámetro de Júpiter



Tendencia de crecimiento del universo digital según IDC (*International Data Corporation*).  
(Autora: MEGV).

Sin duda las tecnologías disruptivas van a ser protagonistas de esta nueva época, pero más aún lo serán las personas, con una formación que las capacite para navegar en unas aguas todavía sin sondar y poner rumbo hacia la organización 4.0. La formación es el elemento que permitirá a las organizaciones ser disruptivas y no objeto de la disrupción.

Los buques de la Flota evolucionan hacia plataformas modernas y altamente tecnificadas. Unos sistemas de sistemas que cubren con sus sensores el dominio de la mar, el litoral, el espacio aéreo y la vigilancia del ciberespacio. Un entorno multidominio adecuado para la aplicación de la inteligencia artificial que permita a las dotaciones una eficiente gestión de la fusión de los datos para mejorar la consciencia de la situación y facilitar la toma de decisiones. En este entorno el dato estructurado constituye una ventaja competitiva si lo son las personas que lo deben interpretar.

La Armada es una organización heredera de una experiencia acumulada por las personas que la integran. Ha estado presente en todas las revoluciones industriales que han cambiado el mundo (la máquina de vapor, la electricidad e internet). La experiencia es un patrimonio propio de la Armada, un activo capaz de dar sentido y navegar en el profundo océano tecnológico al que nos enfrentamos con rumbo propio y sin ruptura con nuestro presente.

Dar sentido es también analizar y reconocer la contribución de la enseñanza naval al esfuerzo transformador de la organización. La tecnología en sí no es transformativa, lo es la formación, como proceso humano que integra a los alumnos y a los profesores de las escuelas de la Armada en experiencias compartidas de aprendizaje. Un proceso transformador que cuenta con más de 300 años de experiencia en la formación de los oficiales. Un proceso al que contribuyeron personajes como Jorge Juan. Un precursor del valor del cálculo diferencial e integral que incorporó a la Enseñanza Naval, dando sentido a la tecnología en el preludio de la Primera Revolución Industrial. Un innovador de la formación que la modernizó con la lógica de las matemáticas y la interpretación del dato.

Hoy, como hace 300 años, la Enseñanza Naval es relevante. Los grandes retos que plantea el entorno 4.0 requieren personas que conecten datos, conceptos e ideas del siglo XXI, con competencias clave, como creatividad, pensamiento crítico, resolución de problemas complejos, junto a los valores permanentes de la formación militar, como liderazgo y determinación. Un reto menos relacionado con películas de ciencia ficción que con la necesidad real de formar para interpretar y poder configurar una tecnología adaptada a la Armada conforme se hace más presente y adquiere mayor relevancia. Un modelo que integra titulaciones del sistema educativo general de grado universitario y de formación profesional con la formación militar. Un proceso de esfuerzo para responder a las necesidades de la Flota y que asegura las competencias para entender y resolver los cometidos en cada nivel de responsabilidad integrando las nuevas tecnologías para evitar un sistema de Enseñanza Naval desconectado.

La capacidad de «aprender a aprender» a lo largo de la vida profesional resulta clave. Esta competencia debe asegurarse en la enseñanza de formación y en todas las escalas y, junto a la experiencia, permitirá interactuar en diferentes contextos y versatilidad. La combinación de la mejor inteligencia de las personas de la Armada con la artificial más avanzada dará como resultado una organización con una inteligencia colectiva aumentada y centrada en lo que es relevante, las personas. Con este objetivo, la creación de las condiciones del aprendizaje en el entorno 4.0, fomentando la colaboración, es una actuación estratégica y reafirma que el cambio más importante no es tecnológico, sino de sentido a través de la formación.

Por todo ello, conviene desarrollar un análisis para construir una visión clara y autónoma de la Armada desde la formación en el que se debe evitar la tendencia a subestimar los efectos de la tecnología en el corto plazo y a subestimar su impacto en el largo plazo, como señala la Ley de Amara. Al final, como también señalan los expertos, la única diferencia real entre los escépticos y los entusiastas es cuestión de tiempo. En definitiva, saber reconocer y aprovechar las oportunidades en el ámbito del aprendizaje que se abren con la automatización inteligente y adaptarse a un nuevo tiempo, donde la formación debe contribuir a dar sentido a la tecnología en la Armada.



Innovaciones emergentes según Gartner (2017). (Autora: MEGV).

## El ciclo tecnológico en perspectiva. Evolución de la enseñanza naval

Para situarnos en el momento de gran innovación que vivimos es conveniente mirar hacia atrás y analizar la transformación digital desde la pasada década de los 80. Aproximadamente cada diez años asistimos a un cambio de ciclo protagonizado por las tecnologías digitales. Todas ellas han generado profundas transformaciones en las formas de acceder, procesar, crear y distribuir conocimiento, en algunos casos sin advertirlo. La Armada no ha sido ajena a este proceso, incorporando las tecnologías a bordo de los buques de la Flota. Un proceso también presente en la Enseñanza Naval.

Los ordenadores con implantación en la industria corresponden al inicio de la década de los 80, con una potencia de procesado diez veces superior cada cinco años (según la Ley de Moore). En los 90 se produjo un momento de gran innovación con internet, la aparición de las *webs* y la extensión de los ordenadores para uso personal. En el 2007, el lanzamiento del iPhone supuso un hito en la forma de comunicarnos, distinta al ordenador: la tecnología móvil. Sin digerir esta última ola transformadora entramos en un nuevo ciclo: el final del principio de la inteligencia artificial. Una tecnología que ha atravesado inviernos prolongados desde la década de los 50 en que la NASA puso su foco en ella, y que ha irrumpido con los asistentes virtuales. La interacción con las máquinas vía voz, en lugar de por teclado, supone una gran disrupción y permite anticipar su futuro empleo en los buques. Una tendencia que, unida a otras tecnologías, como la cadena de bloque de datos (*blockchain*), el análi-

EVOLUCIÓN		BUQUES DE LA ARMADA			ENSEÑANZA NAVAL	
AÑO	ENTORNO TECNOLÓGICO	BUQUES	CONTROL DE PLATAFORMA	SISTEMAS DE COMBATE	TIC	
1980	Procesador 286 Velocidad de procesado 6 MHz		SICP FFG administra 700 señales digitales a 166 Hz	Calculadores AN/UJK-20 AN/UJK-7		Simulador Clase FFG
1990	Pentium Velocidad de procesado x11 DEEP BLUE		SICP Patiño administra 1.000 señales digitales a 10 MB	Calculadores AN/UJK-43 AN/UJK-44	Hispasat 1B	Primer curso Programador
2000	Pentium IV Velocidad de procesado x256		1 SICP F-100 administra 10K señales digitales a 100 MB 2 DIANA F-100 a 100 MB			PITEA (Plan de Innovación de las Tecnologías para la Enseñanza en la Armada)
2002	Creación de Wikipedia			3 SCF-100 (Baseline S1)		Escuela Antonio de Escaño Simulador Clase Galicia
2004	Pentium M Velocidad de procesado x290			Aula Guerra Electrónica (EW) Aldebarán	Lanzamiento Xtar-EU	UVICOA (Universidad Virtual Corporativa de la Armada)
2006	Pentium D Velocidad de procesado x546					Simuladores navegación ENM Simulador táctico ENM/CIA Curso Mantenimiento SICP F-100 Aula SACCOMAR
2008	Lanzamiento IPHONE		CESADAR (Centro de Supervisión y Análisis de Datos de la Armada)			CVDEF (Campus Virtual Corporativo de la Defensa) 3 Aula ACO LAB F-100 Simulador Clase F-100 1
2010	Televisión 3D Asistente virtual SIRI		4 SICP Juan Carlos I administra >50K señales digitales a 1 GB DIANA JCI a 1 GB	5 SC SCOMBA SC F-100 (Baseline S2)	6 Visión Ciberdefensa (JEMAD)	Aula CISCO Especialidades complementarias oficiales SC y CP Simulador DIANA 2
2012	Impresora 3D			SC F-100 (Baseline S2)	7 Iperización terminales SECOMSAT	Simulador navegación ESENGRA Curso Automatización Industrial Simulador SCOMBA-T
2014	Google Glass RV					6   Curso Ciberdefensa Armada Aula ACO LAB F-100 (S2/S3) 5 4 Simulador multiplataforma COMPLEX
2016	SONY Playstation RV SG Alpha Go				8 Terminales SECOMSAT Bibanda	
2025	Inteligencia Artificial					7 Aula SATCOM Bibanda Aula COMPLEX 4.0 8

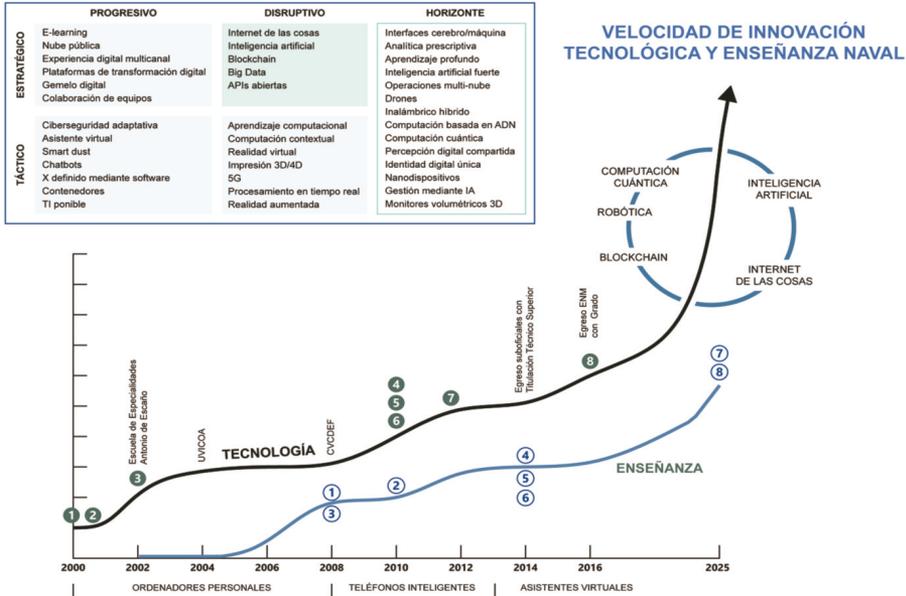
Evolución tecnológica de los buques de la Armada y la Enseñanza Naval.  
(Autor: Escuela de Especialidades «Antonio de Escaño»).

sis de datos en la nube, la computación cuántica, el Internet de las Cosas y la robótica, constituyen el horizonte tecnológico de las próximas décadas.

Los ciclos identificados anteriormente han tenido su reflejo en una evolución de la ingeniería de sistemas de nuestros buques en las áreas de Sistemas de Combate, Control de Plataforma y Tecnología de Comunicaciones e Información (TCI), con un aumento exponencial de la capacidad de procesado de señales digitales en los buques de la Armada, singularmente en los Sistemas Integrados de Control de Plataforma (SICP). Esta evolución, que no es solo tecnológica sino que requiere un cambio de mentalidad para apoyar a los buques del futuro de la Armada, se ha concretado en el Concepto Logístico que, con vocación integral, involucra a toda la organización.

Por su parte, la Enseñanza Naval ha ido incorporando de una forma incremental y continuada las innovaciones tecnológicas mediante diferentes actuaciones.

Así, en el área de Control de Plataforma se han implantado cursos de Automatización Industrial y de Operación y Mantenimiento de los SICP. En el área



Curva de innovación tecnológica y Enseñanza Naval. Adaptación de *The Exponential Growth of Technology*. Hacker Noon. Datos ZDNet (2017). (Autora: MEGV).

TCI/CIS, cursos de Programación, Administración de Redes, Satélite, Ciberdefensa, etc., a los que se añaden los del área de Sistemas de Combate, particularmente SCOMBA y AEGIS. Dicho proceso ha ido acompañado de un importante esfuerzo en potenciar la capacidad de simulación para la enseñanza en el área de Navegación, Táctica, Sistemas de Combate, Sistemas de Comunicaciones Navales y Control de Plataforma. Convergente con lo anterior, se ha desarrollado en la Armada la enseñanza en entornos virtuales, tanto en UVICOA como en el Campus Virtual Corporativo de la Defensa. Asimismo, se ha realizado un proceso de potenciación de la infraestructura docente (laboratorios, aulas multimedia, internet, etc.) para la implantación del modelo de formación en la Armada (CUD de Marín y Núcleos de Formación Profesional en las Escuelas de Ferrol y Cartagena) establecido en la Ley de la Carrera Militar.

### El fin del principio de la era de la Inteligencia Artificial

Han transcurrido más de 60 años desde que se lanzó una cuestión considerada en su momento utópica: ¿es posible construir máquinas inteligentes, máquinas que puedan pensar?

Hoy la Inteligencia Artificial es una tecnología ubicua con impacto en nuestra vida diaria. Un área fundacional para muchos sectores del entorno 4.0 que es incompatible con una cultura de cajas negras o silos de información. Es importante advertir que, según refleja el *Global C-suite Study* que ha publicado IBM, este año el 80 por 100 de todos los datos del universo digital se encuentran en las organizaciones y no en internet. Compartir, por tanto, es clave para colaborar en el entorno 4.0. En ella convergen la ciencia cognitiva, matemáticas, computación, razonamiento y filosofía, pues abre un debate ético.

El pasado mes de abril, la UE ha identificado la Inteligencia Artificial como un ámbito estratégico para el futuro de una Europa competitiva. Son varios los países socios y aliados que la han incluido en sus planes nacionales de inversión en ciencia y capital humano. Entre las áreas de actuación se ha identificado la de Seguridad y Defensa y la de Formación. España no ha sido ajena a esta prioridad estratégica y ha colaborado con la creación de un grupo de sabios sobre Inteligencia Artificial. Las primeras conclusiones llevan a que en España hace falta un esfuerzo en la educación digital, menos zonas de confort, menos enfoques apocalípticos y más Inteligencia Artificial.

De cara a su análisis, conviene advertir el estado de su desarrollo. Desde el aprendizaje automático o computacional (*Machine Learning*), donde hoy nos encontramos, hasta el profundo (*Deep Learning*) del futuro, pasando por las redes neuronales.

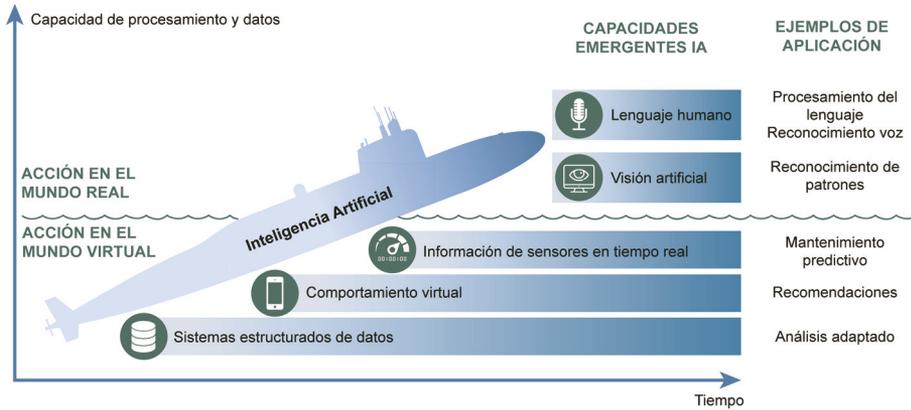
Actualmente, la Inteligencia Artificial, débil o específica, ya es capaz de craquear, en determinadas condiciones, la voz y la visión, permitiendo la interacción con las personas, la identificación de objetos y el reconocimiento de patrones ópticos abandonando el mundo virtual para emerger en el real.

Sin embargo, aún queda tiempo y existen muchos interrogantes para que pueda competir con las capacidades de las personas, entre estas, nuestro sentido común. Superamos a las máquinas en velocidad de procesamiento paralelo (reconocimiento de patrones) y somos peores en procesamiento secuencial (razonamiento lógico). Conviene reconocer este gran espacio, aún por recorrer, entre el principio y cualquier forma de punto final en la Inteligencia Artificial.

Inherente a su desarrollo es el *big data* y las variables que lo caracterizan.



Inteligencia Artificial. Niveles y clasificación.  
(Autora: MEGV).



Evolución emergente de la Inteligencia Artificial según BCG (*The Boston Consulting Group, 2017*). (Autora: MEGV).

Estas tecnologías identificadas en el Concepto de Apoyo Logístico e, integradas en la arquitectura digital I3D del Ministerio de Defensa, reivindican la importancia del dato estructurado y la necesidad de personas formadas en la Armada para su gestión.



Las 8 «V» del big data. Adaptación M-Brain (2016). (Autora: MEGV).

En el ámbito de la Enseñanza Naval, y referido al área de Simulación, se han producido notables avances que permiten nuevas experiencias en la formación. Si los datos son el combustible de los sistemas automatizados inteligentes, los interfaces de programación, los API, son su motor. En el simulador SCOMBA-T se dispone de un avanzado *software* que permite una comprobación continua y automatizada del funcionamiento de todos los elementos lógicos del sistema de combate en un nuevo entorno operativo modular multiplataforma. En relación con los SICP, la simulación de estos sistemas

de última generación COMPLEX reproducen con vistas 3D los sistemas embarcados en nuestros buques *Juan Carlos I*, *Cristóbal Colón*, *Cantabria*, *BAM* y futuro *S-80*.

A su vez, en el área de Energía y Propulsión, la infraestructura dedicada a la enseñanza de turbinas y motores ofrece un banco de pruebas para la investigación. En concreto para la experimentación de técnicas de Inteligencia Artificial y su apoyo a las diferentes técnicas de análisis de datos.

Por otro lado, el área de Seguridad Interior y, de forma más amplia, la supervivencia del buque y su dotación constituyen una línea de investigación de interés para diseñar sistemas automatizados inteligentes en buques. Un área crítica que integra todas las capacidades del buque, incluidos los sistemas vitales bajo el control del SICP. La respuesta inteligente de sistemas, válvulas y sensores de Seguridad Interior que permiten su reconfiguración automatizada y autónoma en escenarios de amenaza constituye un área para el desarrollo de la Inteligencia Artificial en apoyo de la seguridad de la dotación y del propio buque.

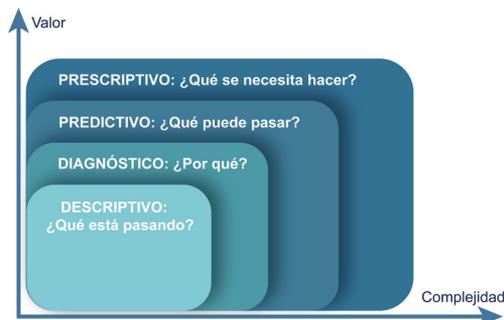


SICP-COMPLEX.

## El modelo de aprendizaje en el nuevo entorno

En un horizonte irreversiblemente digital y dominado por la Inteligencia Artificial al que nos dirigimos, resulta complejo anticipar un futuro modelo de aprendizaje encontrándose algunas tecnologías en pleno desarrollo y, por ello, sin poder descifrar hasta qué punto ofrecerán experiencias contrastadas más cercanas y aplicables para la formación de las personas. Ignoramos más de lo que podemos anticipar. Como señala el catedrático de Matemáticas de la Universidad de Oxford Marcus du Sautoy, «vivimos en una isla en un mar desconocido. Según crece la isla de conocimiento, también lo hace el litoral de ignorancia».

Los modelos de aprendizaje se fundamentan en tres grandes áreas. El contenido (planes de estudios y materia curricular), el contenedor (la evolución de las tecnologías) y el contexto (la creación de las condiciones para asegurar



Tipos de Análisis de Datos según *Principa.co.za* (2017). (Autora: MEGV).



Supervivencia e Inteligencia Artificial.  
(Autora: MEGV).

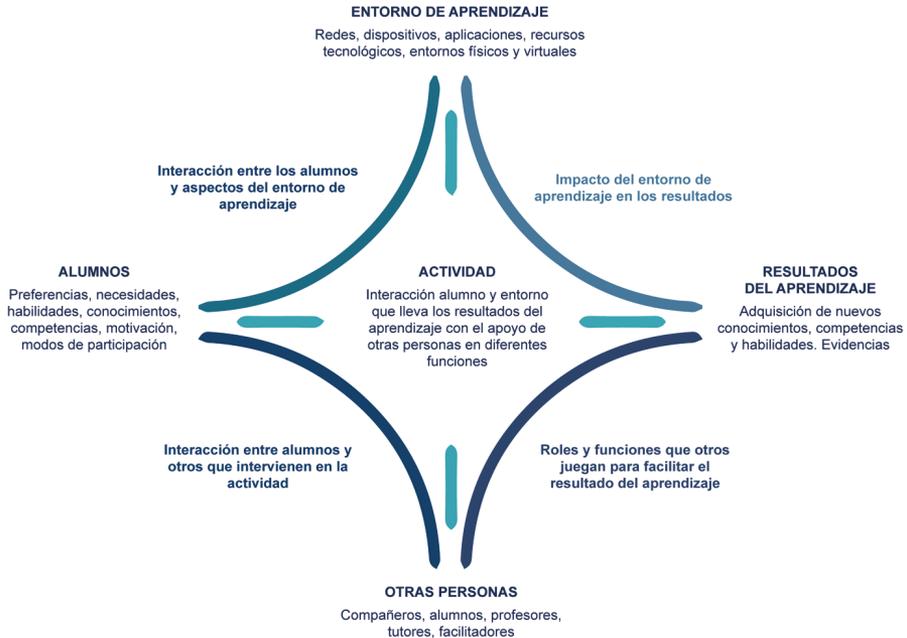
la convergencia entre las dos primeras). Su intersección representa la maximización del aprendizaje. Siendo las tres importantes, la creación de las condiciones para el aprendizaje adquiere mayor relevancia. El entorno 4.0 demanda ciertas adaptaciones. Un nuevo modelo, centrado en la actividad del aprendizaje y en la comprobación de las evidencias de su resultado. Requiere un cambio desde un sistema fundamentado en la transferencia de contenidos a un proceso continuo de aprendizaje, en el que el enfoque es la capacidad de los alumnos por aprender y adaptarse al entorno y en el que la tecnología es un medio, no un fin. En síntesis, un ciclo de búsqueda

del aprendizaje centrado y derivado de la acción.

En este proceso las escuelas deben evolucionar desde un cometido de guiar la transferencia de contenidos a otro de ofrecer un apoyo a los alumnos, conforme estos se hacen corresponsables de su propio aprendizaje.

Un proceso humano que se encuentra en la red, no solo referida a elementos tecnológicos, sino a la interacción de profesores y alumnos en experiencias formativas tanto en espacios físicos, virtuales, híbridos, formales e informales. Aun reconociendo que se puede ser creativo con tecnología o sin ella, no es posible concebir hoy un modelo de aprendizaje desconectado. No se trata de incorporar la tecnología para hacer lo mismo, sino para diseñar de un modo nuevo cosas nuevas. Como señalaba Alvin Toffler en su libro *El shock del futuro*, escrito en la década de los 70, los analfabetos en el siglo XXI serán aquellos que no sean capaces de aprender, desaprender y reaprender.

En la preparación hacia el futuro, la tecnología será el factor diferencial, solo si lo son las competencias del personal de la Armada, su creatividad, su empatía y, sobre todo, el uso de nuestra capacidad para resolver problemas complejos en un entorno cambiante e incierto. Por ello, las escuelas, junto a la experiencia de la organización, permitirán a la Armada llevar a cabo fórmulas de innovación con más sentido que las organizaciones que solo tienen una capa virtual.



Modelo de aprendizaje en el entorno digital. Adaptación *JISC* (2018). (Autora: MEGV).

Por otro lado, se pueden anticipar ciertas características del entorno, con impacto en la formación, en que las personas desarrollarán sus funciones en el entorno 4.0. Entre estas, la asistencia de herramientas y soportes de la Inteligencia Artificial; el aprendizaje en contextos de actividad colectiva facilitados por estas tecnologías, lo que dará como resultado una inteligencia reforzada a la organización; la automatización de tareas simples que pondrá el acento en nuevas competencias, como la toma de decisiones y la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración; también será necesario el aprendizaje continuo y rápido para utilizar sistemas complejos haciendo uso de tecnologías como la realidad aumentada o virtual y en ocasiones en colaboración con robots.

Trasladando lo anterior al ámbito de la Enseñanza Naval y reconociendo la dificultad que presenta el propio medio, la mar y las condiciones del embarque para el aprendizaje individual, son varios los elementos que permiten considerar positivamente la situación actual para avanzar en la adecuación al entorno sin que ello signifique romper con nuestro presente.

La Armada dispone de un modelo de enseñanza de oficiales y suboficiales con la obtención de títulos de grado universitario y de técnico superior

de formación profesional y ambos ofrecen un buen soporte de preparación tecnológica. La formación profesional, cuyas titulaciones se imparten en las escuelas de la Armada, resulta relevante. El entorno 4.0 requiere personas tituladas en grados de ingeniería, pero también profesionales que desarrollen su trayectoria en la vertiente más práctica de las tecnologías emergentes, y ofrece una oportunidad para revalorizar esta formación. Para ello, las familias profesionales de los diversos ciclos superiores de los suboficiales y en el futuro próximo los ciclos medios para marinería deberán ser analizados de forma permanente para asegurar su alineamiento con la transformación digital y su soporte efectivo a las especialidades de la Armada. La competencia digital deberá ser transversal a todas las especialidades, generando también innovación y transformación. Deberá permitir una capacidad de «aprender a aprender», clave para el desarrollo profesional, y de forma continua a lo largo de la trayectoria en base a una oferta renovada de cursos informativos y jornadas formativas con recursos en red. Una orientación práctica, asegurando la enseñanza presencial cuando sea relevante por su impacto, como es el aprendizaje de los sistemas vitales de los buques, así como con un mayor protagonismo de proyectos y trabajos docentes transversales de alumnos de distintas especialidades, sin dejar ninguna de ellas atrás.

Asimismo, no se deberá perder una capacidad de formación que asegure la actuación de mantenimiento a bordo, tanto a nivel lógico como físico. Esta podrá ser potenciada por el acceso a la tecnología (vídeo, realidad aumentada, etc.), pero ni reemplazada ni derivada a entornos virtuales. Para ello es imprescindible asegurar el equipamiento de los sistemas y equipos para las prácticas de los alumnos en las escuelas.

También es posible ampliar la red de aprendizaje fomentando la colaboración. Los centros e institutos de formación profesional, las universidades y los centros tecnológicos de la industria permite contemplar la colaboración de las escuelas en proyectos innovadores de formación tecnológica, con vocación naval y compartiendo recursos tecnológicos (robótica, energías renovables, realidad aumentada, etcétera). En síntesis, una formación práctica y centrada en las diferentes especialidades del personal de la Armada, bajo un soporte de la formación digital y abierta a la colaboración con otros institutos, centros de formación profesional, universidades y centros tecnológicos de la industria, contribuirá a poner de relieve el esfuerzo de las escuelas de la Armada en nuestra sociedad para asegurar las competencias de su personal en el entorno ciberfísico.

Por otro lado, en este ámbito, en el que las máquinas se hacen más inteligentes y la información se presenta en el momento preciso para la toma de decisiones, adquieren relevancia las competencias creativas, sociales y situacionales. La creatividad, la empatía, el trabajo en equipo, liderazgo y resolución, inherentes a la persona, cobran mayor sentido y juegan un papel funda-

mental. En el entorno 4.0 complejo e hiperconectado, el discernimiento y el juicio crítico, posibilitado por el pensamiento computacional, supondrá un desafío para la formación.

Asimismo, deberá hacerse un esfuerzo en la formación de los formadores. El profesor militar es clave. La reciente regulación de la capacidad para la docencia en el Ministerio de Defensa así lo establece. En el profesorado reside una importante experiencia de la Armada que no puede desvanecerse en un entorno tecnológico. Se deberá continuar fomentando cursos para su reciclaje, facilitando cápsulas formativas sobre aplicación de las tecnologías para la enseñanza. La forma de enseñar tecnología también deberá ser analizada.

En las escuelas, cuyos alumnos ya son nativos digitales, el papel del profesor será más trasladar experiencias de uso de las tecnologías en la Armada y menos la exposición de elementos fácticos. Contribuirá a este objetivo un perfil de profesor con dominio de la materia, compromiso y entusiasmo para compartir con los alumnos su experiencia en la Flota y en los órganos de mantenimiento. En definitiva, un profesor puede ser un magnífico profesional, como sucede en la Armada, independientemente de que su metodología sea más tradicional o más moderna.

### **Aportaciones de la tecnología en la formación**

El impacto de las tecnologías en los procesos de aprendizaje revela aún zonas grises. El elemento más inteligente es la propia aula, la experiencia colectiva de alumnos y profesores y los proyectos resultantes de diferentes áreas de especialidad. Es donde se debe generar la transformación. La capacidad de los algoritmos para aprender, leer textos, imágenes, audio, etc., sugiere un futuro de la formación distinto, donde la Inteligencia Artificial será protagonista.

Por otro lado, es conveniente distinguir el uso de la tecnología para la enseñanza respecto a la industria. Requiere un ejercicio previo. En primer lugar, comprender su aportación en términos inteligibles, los contenidos e intención pedagógica. Posteriormente diseñar su aportación en línea con los valores de la Armada, donde es importante contar con la experiencia de los profesores. Son los que pueden ofrecer una cartografía de los datos reales que intervienen y así asegurar un sistema pedagógico contrastado.

Como se ha indicado, la formación continua a lo largo de toda la trayectoria constituye una necesidad. La Inteligencia Artificial abre posibilidades para formar a personas de forma individualizada y adaptada. Hoy es complejo para los profesores integrar los diferentes ritmos de aprendizaje y estilos cognitivos presentes en una clase. Las soluciones de aprendizaje fundadas en la Inteligencia Artificial podrán ayudar a los profesores a desplegar métodos diferenciados mediante sistemas de tutorización inteligentes.

Otras aportaciones podrán ser la incorporación de contenido inteligente en el diseño de los currículos digitales y el apoyo virtual de las clases mediante técnicas de gamificación, visualización 3D, etcétera.

Por otro lado, las técnicas de realidad aumentada y virtual abren la capacidad de incorporar la realidad mixta en las escuelas. Se pueden identificar ciertas ventajas y desventajas. Entre las primeras, la visualización de conceptos que de otra forma es imposible reproducir, el aumento del interés de los alumnos, su motivación y la mejora de la comprensión de sistemas complejos. Entre las desventajas, un deterioro de la interacción humana de los alumnos, el coste, especialmente de dispositivos de realidad virtual, y las deficiencias *hardware* y *software* junto a su limitada capacidad de contenido. Sin duda estas técnicas, que ya han iniciado su empleo en las escuelas de la Armada, ocuparán un protagonismo destacado siempre que vengan acompañadas de la experiencia del profesor.

El gemelo digital nació como respuesta a una cuestión lanzada desde el espacio a la Tierra: *Houston, we have a problem*, una llamada a la comunidad científica y a la universidad resuelta con técnicas de Inteligencia Artificial. En las escuelas de la Armada su aportación para mejorar la cualificación de las personas podrá consistir en una doble vía: por un lado, disponer de una información compartida sobre una misma base de datos y en tiempo real para elaborar contenidos curriculares. Por otro, y en base a la anterior, ofrecer un aprendizaje actualizado de cada plataforma presencial, virtual o híbrida y conectado con los propios buques y centros tecnológicos de la Armada.

## **Conclusión. No es la tecnología, es el cambio**

El futuro de la Enseñanza Naval depende más de las personas que de robots. Un futuro que es presente, que es diferente y requiere interpretación. La velocidad es una característica del entorno conectado actual donde la tecnología ha ganado protagonismo. Aún faltan por descifrar variables para asegurar una tecnología al servicio de las personas, y no al contrario. Existen limitaciones que aconsejan bajar el tono tecnológico sin por ello minimizar los serios retos a los que nos enfrentamos. La adaptación no es una opción. La Visión Armada 4.0 supone implementar un cambio de mentalidad que debe reflejarse en la formación. El objetivo no debe ser la gestión del cambio digital, sino la propia gestión global del cambio del que la Armada es parte. Entre las palancas de actuación, la formación es crítica. Hoy no es concebible diseñar un sistema de enseñanza desconectado y la respuesta no puede hacerse exclusivamente desde la tecnología, sino de forma integral para encontrar un sentido. No es la primera revolución tecnológica a la que la Armada se enfrenta, pero sí la más profunda; pocas organizaciones han estado presentes en

todas ellas, pero la nuestra posee una gran experiencia fundamentada en las generaciones de personas que la integran, que debe permitir poner en marcha fórmulas de innovación con mayor sentido que las de organizaciones que solo tienen una capa virtual. Una innovación evolutiva más que disruptiva, una estrategia digital que será efectiva si lo son las personas que la ejecutan.

Las escuelas de la Armada han permitido entender y gestionar anteriores olas innovadoras. No es la tecnología, sino la formación lo que transforma. Todas las organizaciones pueden ver los datos, pero no todas están preparadas para transformarlos en rutas para avanzar. Son muchas las posibilidades que potencialmente podrán derivarse de las denominadas tecnologías que integran el entorno 4.0, fundamentalmente de la implementación de la Inteligencia Artificial, pero para navegar en este océano es necesario aumentar la conciencia sobre sus límites. La formación tendrá características distintas; el aprendizaje continuo, la corresponsabilidad en la formación y la centralidad de las competencias inherentes a las personas, que nos diferencian de las máquinas, permitirán interactuar en entornos en continua evolución, con perspectiva propia y sin romper con nuestro presente ni abandonar los valores y principios inherentes a la Armada.

La Armada dispone de un modelo de formación con capacidad de respuesta, una enseñanza con los soportes del CUD de Marín y los núcleos de formación profesional que debe asegurar la preparación digital de los miembros de la organización en sus diferentes escalas. Una enseñanza orientada a asegurar las competencias de las personas en cada nivel de responsabilidad y en respuesta a las necesidades de la Flota y que les permitan crecer en experiencia y formación a lo largo de la trayectoria.

Los modernos SICP, Sistemas de Combate y TIC han evolucionado, permitiendo la consideración del buque de la Armada como un núcleo tecnológico. Un sistema de sistemas con datos y sensores conectados. Su aprendizaje es incompatible con una cultura de cajas negras reacia al intercambio de información y a la colaboración.

El discernimiento del dato requiere planes de formación. No basta con digitalizar. Hoy, como hace 300 años, las matemáticas resuelven la complejidad, son clave, como lo es contextualizar el pensamiento computacional en la Enseñanza Naval. La experiencia del profesorado de las escuelas es un importante activo de la Armada que no debe desvanecerse. No todo es virtual. Existen elementos que deben ser preservados. La importancia de los sistemas vitales embarcados requiere asegurar una formación que podrá verse potenciada, no reemplazada, por la tecnología. El futuro de la enseñanza en la Armada está íntimamente ligado al presente de nuestros valores y al futuro de la educación, de la ciencia y de la tecnología en España. Los buques de la Armada, con sus datos y sensores conectados, son una oportunidad para la colaboración de las escuelas con la Universidad y la Industria en la investigación de la aportación de la automatización inteligente en el ámbito naval.

Una propuesta para avanzar en el desarrollo de la Inteligencia Artificial en el ámbito de la Seguridad y la Defensa en España. Apoyar esta navegación es reconocer la centralidad de la formación de las personas como objetivo para asegurar la misión de la organización en el entorno 4.0 con un sentido: el propio de la Armada.



Palo de señales de la Escuela de Especialidades «Antonio de Escaño». Anteriormente palo del destructor USS *Noa* y posteriormente del destructor *Blas de Lezo*. Este buque rescató al astronauta John Glenn en su regreso a la Tierra tras el primer vuelo espacial tripulado de la NASA. Las técnicas de Inteligencia Artificial empleadas en esta misión sirvieron para llevar al hombre a la Luna.

Glenn, aviador naval, coronel del USMC, senador y Premio «Príncipe de Asturias» de Cooperación Internacional, falleció en diciembre de 2016 en el período de Luna llena capturada en la imagen.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO BETANZOS, Amparo, presidenta de la Asociación Española de Inteligencia Artificial (AEPIA) y coordinadora del Grupo de Investigación LIDIA (Laboratorio de I + D en Inteligencia Artificial): *Conferencia impartida en el Curso de Especialidades Complementarias para Oficiales de la Escuela «Antonio de Escaño»* (26 de abril 2018).
- BARRO AMENEIRO, Senén, catedrático del Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial en la Universidad de Santiago de Compostela. Investigador del CITIUS (Centro Singular de Investigación en Tecnología de la Información en la USC. Director de la RedEmprendia: *Anticiparnos al porvenir de la automatización inteligente* (enero del 2018).
- CLEMARES, Fuencisla, directora general de Google España y Portugal: *X Premios Cinco Días 2017* (16 de noviembre 2017).
- COBO, Cristóbal, investigador asociado en el Instituto de Internet de Oxford: *La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento* (2016).

- DU SAUTOY, Marcus: catedrático de Matemáticas en la Universidad de Oxford y escritor. «Los que entienden matemáticas controlan el mundo». *El País*. Edición Digital (13 de abril de 2018).
- FRIEDMAN, Thomas L.: «While You Were Sleeping». *The New York Times* (16 de enero 2018).
- GARCÍA MARTÍNEZ, Javier, director del Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la Universidad de Alicante (NANOMOL): «Una nueva ciencia para otra era». *El Mundo*. Edición Digital (3 de marzo 2018)
- GERBERT, Phillip; JUSTUS, Jan; HECKER, Martin: *Competing in the age of Artificial Intelligence*. Boston Consulting Group (enero de 2017).
- Joint Information Systems Committee (JISC). *Designing learning and assesment in a Digital Age. A guide to technology-enhanced learning and teaching* (26 de enero de 2018).
- JORDAN, Michael: *Artificial Intelligence. The Revolution Hasn't Happened Yet* (19 de abril 2018).
- MARINIELLO, Mario: *An EU Strategy on Artificial Intelligence: What the Global Experts Think* (26 de abril 2018). European Political Strategy Centre.
- UTERMOHLEN, Karl: «4 Ways AI is Changing the Education Industry» (12 de abril de 2018). *Medium*.
- VALLÉS SALES, Alfonso, capitán de navío, director Cátedra Jorge Juan. Curso 2016-17: *Jornada Hábitat 4.0: hacia un mundo de personas y máquinas* (4 de octubre 2017).
- VERMULEN, Erik P. M.: «Using Education to Design the Future. Why the In-Class Experience Matters in a Networked World» (7 de enero 2018). «Education in a Digital Age» (13 de agosto de 2017). *Medium*.
- VILLANI, Cédric: *Donner un sens à l'Intelligence Artificielle* (marzo de 2018).
- WALKER, Mike J.: «Hype Cicle for Emerging Technologies», 2017. *Gartner* (21 de julio 2017).
- World Economic Forum. *Annual Meeting 2018. Creating a Share Future in a Fractured World* (23 al 26 de enero de 2018). *Eight Futures of Work. Scenarios and their Implications* (enero 2018). *Realizing Human Potential in the Fourth Industrial Revolution. An Agenda for Leaders to Shape the Future of Education, Gender and Work* (enero 2017).