

Integración de tecnologías, una mirada global en procesos de transformación digital

Clara Lucía Burbano González
Alex Armando Torres Bermúdez
Cristian Barria Huidobro



EMAVI
SELLO EDITORIAL



UNIVERSIDAD
MAJOR
para espíritus emprendedores

Catalogación en la publicación - Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez”

Integración de tecnologías, una mirada global en procesos de transformación digital/ editor científico Clara Lucia Burbano González-- Santiago de Cali : Sello Editorial Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” EMAVI; Universidad Mayor, 2023.

196 páginas: ilustraciones color y gráficos; 17x24 cm

Incluye referencias bibliográficas al final

ISBN (Impreso): 978-628-95947-2-0

ISBN (Digital): 978-628-95947-3-7

1.Colombia.Escuela Militar de Aviación (EMAVI) – 1.Seguridad Informática -- 2. Inserción de las Tecnologías -- 3. Transformación Digital --, i. Luna García, Huitzilopochtli (prólogo), ii. Burbano González, Clara Lucia (editor – autor), iii. Torres Bermúdez, Alex Armando (autor), iv. Barría Huidobro, Cristian (autor), v. Colombia. Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” (EMAVI), xx. Colombia. Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC).

Registro Catalográfico SIBFuP 991293886407231
607.3 23

Archivo descargable en formato MARC en:
<https://tinyurl.com/emavi> 991293886407231



©Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” (EMAVI)

©EMAVI Sello Editorial

©Universidad Mayor

© Clara Lucía Burbano González, Alex Armando Torres Bermúdez & Cristian Barría Huidobro.

Dirección

BG. Víctor Alexander Celis Herrera

Subdirección

CR. Fabián Andrés Salazar Ospina
Escuela de Formación y Jefe de Estado Mayor

Comando Grupo Académico

TC. Kenny Leonardo Moreno Delgado

Jefe Sección Investigación

MY. Héctor Fabio Calvo Valencia

1ra. Edición: 100 ejemplares

Santiago de Cali, Valle del Cauca, 2023

Sección Investigación EMAVI

Carrera 8 # 58-67 (La Base) Cali-Colombia

Teléfono: +57 (2) 488 1000, Ext. 68841

Apoyo Gestión de Publicaciones Científicas

PS. Diana María Mosquera Taramuel
diana.mosquerat@emavi.edu.co

Corrección de Estilo:

Raúl Eduardo Chacón Hernández

Diseño y Diagramación Editorial:

EF Business S.A.S.

Publicado en Colombia–Published in Colombia

Contenido relacionado

<https://www.emavi.edu.co/es/investigacion/editorial-emavi>

Las instituciones editoras de esta obra no se hacen responsable de las ideas expuestas bajo su nombre, las ideas publicadas, los modelos teóricos expuestos o los nombres aludidos por los autores. El contenido publicado es responsabilidad exclusiva de los autores, no refleja la opinión de las directivas, el pensamiento institucional de las Universidades editoras, ni genera responsabilidad frente a terceros en caso de omisiones o errores.

El Sello Editorial de la Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons, que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente.

Integración de tecnologías, una mirada global en procesos de transformación digital

Clara Lucía Burbano González
Alex Armando Torres Bermúdez
Cristian Barría Huidobro



Índice

Introducción.....	7
--------------------------	----------

Prólogo.....	11
---------------------	-----------

Capítulo 1. Impacto de la tecnología en contextos de formación para la Ingeniería.....15

Las Organizaciones y las personas en la Sociedad del Conocimiento y la Creatividad.....	17
La Globalización y la relación con las Tecnologías de la Información y Comunicación.....	19
Incidencias de la Tecnología – Ciencia – Ingeniería, en la Sociedad del Conocimiento con las TIC.....	20
Concepto de Ciencia (TIC), como actúa y cuál es su papel.....	21
Concepto de Técnica.....	24
Filosofía de la Tecnología Ingenieril.....	25
Modelo de Influencia en Institución de Educación Superior de Formación.....	27

Capítulo 2. Inserción de las Tecnologías y la Comunicación en Educación Superior.....29

Enseñanza y Aprendizaje mediado por Tecnologías de la Información, una relación creativa.....	29
En el marco del trabajo con TIC, se destaca la caracterización de la educación virtual.....	30
¿Brecha digital, qué pasa con las Tecnologías de la Información y Comunicación?.....	34
¿Qué tipos de brechas tecnológicas existen?.....	39
Interpretación Teórica de la Tecnociencia – Concepto de Ingeniería.....	43
Tendencias.....	46
Caracterización de la Tecnología y la Relación con la Ingeniería.....	50
Impacto de la adopción de tecnologías habilitadoras.....	53
Tecnologías habilitadoras de la transformación digital.....	55

Capítulo 3. Procesos de Transformación Digital en la Industria 4.0.....57

Estado del arte sobre la conceptualización de procesos de transformación digital.....	61
Procesos de Transformación Digital en el sector educativo.....	62
La sociedad y la industria 5.0 como fuerzas impulsoras de las Fuerzas Militares a nivel global.....	68
Educación del siglo XXI.....	83
Apropiación de Tecnologías Emergentes bajo la visión FAC - EMAVI 2042.....	90

Capítulo 4. Seguridad Informática95

Perspectiva teórica de la Seguridad Informática (S.I).....	95
Tecnologías de la Información (TI) y seguridad informática (S.I).....	101

Capítulo 5. Cuantificando la Proyección de la Fuerza Militar.

Un Estudio de Variables107

Los orígenes de la Fuerza.....	107
La Proyección de la Fuerza.....	110
Mecanismos para proyectar la Fuerza.....	120
Disecionando la proyección de la fuerza: Factores y su Medición....	126
El Desafío de la ponderación conjunta de velocidad, alcance, letalidad y precisión.....	145
El Factor invisible en el mundo civil y militar: el tiempo.....	150
Mecanismos de Sincronización Temporal.....	158
El Tiempo como Factor del Ciberespacio.....	171
Reflexiones sobre el Impacto del Tiempo para el mundo civil.....	172
Reflexiones sobre el impacto del tiempo para el mundo militar.....	179

Conclusiones Generales.....181

Referencias.....189

Información sobre los autores.....193

Introducción

En la presente era, el mundo está inmerso en un acelerado progreso tecnológico que redefine en su totalidad múltiples facetas de la sociedad y la industria. Esta revolución digital no solo transforma la manera en que nos comunicamos y trabajamos, sino que también está reformulando sectores cruciales como la educación, la ingeniería, la seguridad y hasta la proyección de fuerza militar. En este entorno de cambio constante, emerge un tema de profunda relevancia: la integración de tecnologías.

Los capítulos titulados “Impacto de la tecnología en contextos de formación para la Ingeniería”, “Inserción de las Tecnologías y la Comunicación en Educación Superior”, “Procesos de Transformación Digital en la Industria 4.0”, “Seguridad informática” y “Cuantificando la proyección de la fuerza militar: un estudio de variables” convergen en un enfoque global hacia la integración de tecnologías en diversas esferas. Desde la educación hasta la industria y la seguridad, se trata de adaptarse con destreza a las tecnologías con el objetivo de impulsar una auténtica transformación digital.

Dicho proceso de integración va más allá de simplemente adquirir herramientas tecnológicas; abarca también una comprensión profunda de su funcionamiento y una aplicación estratégica. La perspectiva global en la transformación digital requiere examinar cómo estas tecnologías convergen y se entrelazan en un mundo cada vez más interconectado. Es una exploración de cómo los avances tecnológicos pueden ser aprovechados para abordar retos, optimizar procesos y crear nuevas oportunidades en diversos contextos.

En esta dirección, el propósito del presente trabajo radica en explorar la integración de tecnologías desde una perspectiva mundial. Esto se logra al analizar cómo la tecnología está dando forma y transformando áreas como la educación, la industria, la seguridad y la proyección militar. Cada uno de estos aspectos constituye un pilar esencial en la comprensión de la transformación digital que está en marcha, y nos invita a considerar cómo estos elementos interactúan y se influyen mutuamente en un mundo cada vez más digitalizado.

A medida que avanzamos en la era digital, la integración de tecnologías emerge como un factor crítico para abrazar el cambio, fomentar la innovación y mantener la competitividad en un escenario en constante evolución. Esta perspectiva global no solo nos permite observar los avances tecnológicos de manera aislada, sino que también nos brinda la oportunidad de comprender cómo se entrelazan para formar una imagen más completa de la transformación digital que está dando forma a nuestro presente y futuro.

En este contexto de revolución digital que impacta diversas áreas de la sociedad y la industria, es imperativo abordar la integración de tecnologías desde una perspectiva global. Esta visión trasciende la mera adopción de herramientas tecnológicas e implica una comprensión profunda de su funcionamiento y su aplicación estratégica en diversos campos, abarcando desde la educación hasta la industria y la seguridad.

En este panorama, la Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” y la Universidad de Chile asumen un papel fundamental al formar a profesionales que estarán a la vanguardia de la transformación digital. El propósito del presente trabajo es desempeñar un rol crítico al preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que la tecnología ofrece en la actualidad.

Ambas instituciones comparten la responsabilidad de formar ingenieros informáticos capaces de comprender la interconexión global de las tecnologías y su influencia en diversos ámbitos, como la educación, la industria, la seguridad y la proyección militar. Estos futuros profesionales aplicarán los conocimientos adquiridos en el diseño, desarrollo y optimización de soluciones tecnológicas que tendrán un impacto concreto en la sociedad y la industria.

Prólogo

Es un honor dar la bienvenida a las primeras páginas de este libro, el cual representa para mí no solo un proyecto intelectual, sino también un desafío personal y profesional, pues en el vertiginoso panorama de la era digital, donde la tecnología desempeña un papel crucial como catalizador de cambios trascendentales, presento con entusiasmo esta obra titulada “Integración de Tecnologías: Una Mirada Global en Procesos de Transformación Digital”.

A lo largo de mi trayectoria profesional, he sido testigo de las asombrosas capacidades que las Tecnologías de la Información y la Comunicación poseen para transformar nuestra realidad, por tanto, como docente e investigador apasionado, mi objetivo es desentrañar los entresijos de esta revolución tecnológica, explorando su impacto en contextos educativos, industriales y de seguridad digital.

En el contexto dinámico de la revolución digital, la transformación digital se configura como un elemento unificador que entrelaza de manera sinérgica diversas tecnologías. La integración de tecnologías no solo implica la adquisición de herramientas avanzadas e inteligentes, sino también una comprensión profunda de su funcionamiento y una aplicación estratégica que trasciende las fronteras tradicionales. Este enfoque se vuelve especialmente crucial al considerar la complejidad de la sociedad contemporánea, donde la interconexión entre la educación, la industria, la seguridad y la proyección militar demanda una perspectiva global. Así, la transformación digital se revela como un fenómeno multifacético que influye y redefine de manera significativa cada rincón de nuestra realidad, desde la formación de ingenieros, la integración de tecnologías en ecosistema de industrias 4.0 y las estrategias de seguridad militar, generando un impacto sin precedentes en nuestra era.

Por tanto, me permito brindarles una breve imagen de lo que podrán encontrar en cada uno de los interesantes capítulos de esta obra: desde el impacto de la tecnología en la formación de ingenieros hasta la inserción de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación Formal e Informal, la inmersión en los procesos de transformación digital en la Industria 4.0, aspectos de seguridad informática y, finalmente, una detallada exploración sobre la proyección de la fuerza militar en un mundo cada vez más digital. Cada capítulo, meticulosamente elaborado, contribuye a develar las complejidades, retos y oportunidades que la integración de tecnologías ofrece en nuestra era de transformación digital.

En la introducción, los autores destacan la importancia de comprender las capacidades de las tecnologías para llevar a cabo una transformación digital efectiva. Más que la simple adquisición de herramientas, la integración implica una comprensión profunda y una aplicación estratégica. La perspectiva global en la transformación digital nos insta a examinar cómo estas tecnologías se integran en un mundo interconectado, aprovechando las tecnologías digitales para mejorar y transformar los modelos de negocio y las operaciones de una organización.

En el Capítulo I, “Impacto de la Tecnología en Contextos de Formación para la Ingeniería”, los autores profundizan en el ámbito de la educación, donde las tecnologías emergentes han reconfigurado la manera en cómo los ingenieros reciben su formación. Se analizan, por ejemplo, elementos relevantes para la correcta apropiación de las TIC con el objetivo de modernizar los sistemas educativos desde una perspectiva orientada hacia la “Nueva Sociedad de la Información o del Conocimiento”. Además, se detalla cómo la integración de tecnologías inteligentes, realidad virtual y la colaboración en línea están transformando la experiencia educativa, preparando así a los

futuros ingenieros para enfrentar los nuevos desafíos de un mundo cada vez más digital.

El Capítulo II, “Inserción de las Tecnologías y la Comunicación en Educación Superior”, se enfoca en la educación superior y examina detalladamente cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación están transformando los entornos educativos y la interacción entre estudiantes, contenidos y docentes desde la formación virtual como nuevo modelo descentralizado. Se examina cómo estas tecnologías no solo mejoran la comunicación, accesibilidad y la flexibilidad, sino que también fomentan un aprendizaje más participativo y colaborativo con el propósito de reducir las brechas digitales. Asimismo, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de las perspectivas conceptuales relacionadas con *la técnica, la tecnología, la ingeniería y la ciencia*, considerándolas como elementos fundamentales en los procesos de construcción del conocimiento.

En el Capítulo III, “Procesos de Transformación Digital en la Industria 4.0”, los autores se introducen en el ecosistema de la Industria 4.0, donde la confluencia de tecnologías se reconfigura de manera sustancial los procedimientos relacionados con diversas industrias, entre ellas, la militar y la educativa. Se destacan los componentes fundamentales que permiten una continuación cronológica hacia la Sociedad 5.0 e Industria 5.0. Estos paradigmas sitúan al ser humano como elemento central de la innovación tecnológica, con la finalidad de mejorar la calidad de vida, promover la responsabilidad social y contribuir a la sostenibilidad, todos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Organización de las Naciones Unidas.

El Capítulo IV, “Seguridad Informática”, enfatiza la relevancia de preservar la integridad de los datos y la información en el contexto de una interconexión global. El análisis se centra cómo la ciberseguridad

emerge como un pilar esencial para salvaguardar datos sensibles y garantizar la continuidad de operaciones en el entorno digital global. En este sentido, se resalta la notable incidencia de ataques cibernéticos en diversos entornos en Latinoamérica tanto sociales, industriales e incluso militares. Los autores subrayan la necesidad imperante de generar recurso humano de calidad con capacidades técnicas, tecnológicas y científicas, capaz de tomar decisiones fundamentales en entornos de ciberseguridad global y seguridad inteligente.

En el Capítulo V, “Cuantificando la Proyección de la Fuerza Militar: Un Estudio de Variables”, los autores indagan la convergencia entre tecnología, ataques y seguridad en el marco de la proyección efectiva de las fuerzas militares. Se analiza detalladamente la relación entre elementos que integran los mecanismos para proyectar la fuerza militar, entre ellos; letalidad, velocidad, precisión, alcance, tiempo, amenazas, defensas, entre otros, los cuales ejercen un impacto sustancial en el mundo militar.

Este libro representa un esfuerzo integral para comprender la complejidad de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en diversos ámbitos, desde la generación de modelos educativos disruptivos, la formación de Ingenieros con un enfoque en atender las necesidades específicas de los seres humanos, hasta la generación de estrategias de ciberseguridad nacional. Aspiro a que este libro incite a la reflexión y a la implementación de medidas, fomentando un diálogo substancial acerca de la manera en cómo podemos adoptar y administrar de manera efectiva la transformación digital que caracteriza la presente era.

Dr. Huizilopoztli Luna García

Universidad Autónoma de Zacatecas

Capítulo 1

Impacto de la tecnología en contextos de formación para la Ingeniería

Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología y en la que nadie sabe nada de estos temas.

Ello constituye una fórmula segura para el desastre. //

Carl Sagan¹

Es importante tener presente el avance que se genera en la Sociedad del Conocimiento, donde se encuentran procesos de digitalización en el modelo de negocio o cadena de valor de una organización, impactando el ámbito cultural y comunicativo. Desde esta perspectiva, una transformación no planificada afecta la manera en que nos desempeñamos, cómo compartimos, cómo nos relacionamos y aprendemos de los demás. Lo anterior permite comprender cómo evoluciona una sociedad a partir de los diferentes saberes para generar cambios en los procesos subjetivos de las personas.

Una identificación para la sociedad actual se encuentra directamente relacionada con el nivel de formación de los ciudadanos y la capacidad de

1 Sagan, C. (1996). *Ciencia y Tecnología: avances y retrocesos*. El País, 16-18.

innovación y emprendimiento que estos posean. Sin embargo, los saberes en nuestros días cuentan con fecha de caducidad, lo que nos obliga ahora más que nunca a establecer garantías formales e informales para que los estudiantes en formación actualicen constantemente sus capacidades y destrezas. Lo anterior permite comprender cómo se ha generado el ingreso a una sociedad cambiante y permanente para la formación de profesionales, como una actividad continua de formación y aprendizaje.

Tanto por las condiciones de trabajo como por las oportunidades sociales, se percibe la necesidad de contar con una ciudadanía con una formación de base lo suficientemente fundamentada como para que pueda darse una adaptación flexible a los cambios; y esta formación de base es la que debe proporcionar el sistema educativo obligatorio. Una formación que, frente a la temprana especialización que algunos plantean, debe atender a aspectos de formación general. Como consecuencia de ello, poco a poco nos vamos dando cuenta de que la división clásica entre el mundo del estudio y el mundo del trabajo está dejando de tener sentido.

La idea de que existe un tiempo para la formación (básica, inicial) en la que adquirimos un bagaje de conocimientos y saberes con necesidades para toda nuestra vida profesional no se mantiene hoy en día. La formación inicial es una formación básica que nos permite empezar a desenvolvernos en un contexto de globalización y cambio constante.

Sin embargo, el mercado laboral es todo menos estable. Muchas profesiones u ocupaciones surgirán en los próximos años que aún hoy en día no sospechamos de su existencia. Por otra parte, el incremento exponencial de conocimientos hace que lo que aprendemos en la formación inicial tenga una fecha de caducidad fijada. Como decía Delors en su informe, ya no basta con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites. Sobre todo, debe estar en condiciones de aprovechar

y utilizar durante toda la vida cada oportunidad que se le presente de actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber, y de adaptarse a un mundo en permanente cambio, que permite dar una respuesta a las demandas de desarrollo de los países. Es necesario modernizar sus sistemas educativos y profundizar en la apropiación de las TIC por parte de las nuevas generaciones, dado que estas tecnologías están vinculadas con las capacidades para procesar información y crear conocimiento.

*Sociedad del conocimiento, sus necesidades educativas y TIC
Términos “Sociedad de la Información”, “Sociedad Multimedia” y
más recientemente “Sociedad Documentaria”, “Sociedad en Red”.
Por lo que es innegable su utilidad e impacto social.*

Las organizaciones y las personas en la sociedad del conocimiento y la creatividad

Es importante destacar los términos para poder comprender el concepto de Sociedad del Conocimiento que nos refiere desde el ejercicio de la Práctica Pedagógica Universitaria en el Campo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Esto nos lleva a vislumbrar el uso de Internet como parte de las metodologías para impartir cursos de actualización permanente y, a su vez, nos lleva a reconceptualizar el rol del profesional frente al proceso de formación que se tiene desde que se encuentra en el rol de estudiante en las aulas de clase, para tener una retroalimentación del proceso. De ahí que nos generemos un primer cuestionamiento como punto de partida:

¿Cuál es el reto al que nos enfrentamos como profesionales en el uso y conocimiento de TIC?

Desglosando el término, podemos decir que una de las características más contundentes de la civilización moderna es la rapidez con la que

se producen los cambios. Las economías, incluyendo la estructura del mercado laboral y las calificaciones profesionales que este exige, se transforman radicalmente en el periodo de una sola generación. El impacto que esta situación produce suele denominarse “shock del futuro”, debido a las enormes dificultades con las que las sociedades procesan, analizan, comprenden e incluso sobreviven al constante estado de cambio. Aun así, “estos cambios estructurales no surgen de la noche a la mañana, sino que son parte de una evolución histórica, directamente vinculada al desarrollo tecnológico” (Toffler y Aleu, 1970)².

De ahí que se genere la afirmación de que el desarrollo de las TIC será una herramienta fundamental para favorecer un cambio positivo, siempre y cuando se utilicen de forma creativa y con vistas al bien común. El trabajo del conocimiento no constituye simplemente un nuevo sector, sino un eje transversal, un factor común presente en todas las actividades económicas contemporáneas mediadas por recursos de información y comunicación (RIC). Hoy en día, se tiene presente el uso de procesos en Seguridad de la Información, donde interviene el desarrollo del concepto de una “nueva economía de la mente del siglo XXI”, una economía que supone un constante aprendizaje dentro de sistemas muy complejos que combinan agentes humanos con máquinas inteligentes basadas en las TIC. Lo anterior integra y refleja las necesidades de las instituciones de educación superior en fortalecer sus funciones misionales, como son: docencia, investigación, proyección social y el componente administrativo que soporta estos procesos. Esto se manifiesta en la tendencia hacia la globalización, la generalización y la expansión del conocimiento y la evolución hacia un mercado laboral. Esto nos genera la siguiente reflexión: “El avance de la Tecnología ha posibilitado la interconexión de computadoras que se encuentran en diferentes ubicaciones, generando una red de intercambio de información, conocimientos y comunicaciones” (Doue, 2003).

2 Toffler, A., & Aleu, J. F. (1972). *El “shock” del futuro*. Plaza & Janés.

La globalización y la relación con las tecnologías de la información y comunicación

Una de las principales tendencias de la economía global es el traslado a los países en vías de desarrollo de las industrias materiales que antes se encontraban en los países desarrollados. Este proceso también afecta a la sociedad, donde la industria y la información desempeñan roles fundamentales. Si bien este cambio promueve aspectos positivos, la distribución de la riqueza continúa siendo desigual, y la mayor parte del mundo aún enfrenta graves problemas de pobreza, hambre y analfabetismo. Al mismo tiempo, la nueva Sociedad de la Información o del Conocimiento cuenta con una visión del mundo más multicéntrica y multicultural, lo que ofrece a un mayor número de países la oportunidad de asumir un papel activo en la economía mundial.

Las TIC pueden ayudar a los Profesionales a construir este tipo de sociedad dado que permiten:

- Fomentar el éxito personal, profesional y cognitivo, sin ensanchar la brecha entre los más pobres y los ricos.
- Apoyar modelos de desarrollo sostenible.
- Ayudar a que una cantidad mayor de países construyan y utilicen un espacio de información, y no que unos pocos países, y monopolios de los medios de comunicación masiva dominen la transmisión de información y la difusión de patrones culturales.

No se podrán resolver los problemas más graves del mundo actual, como la creciente demanda de alimentos, vivienda, salud, empleo y calidad de vida, sin recurrir a la eficiencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las TIC tienen la ventaja adicional de no dañar la naturaleza, no contaminar el ambiente, consumir poca energía y ser fáciles de usar. Se están convirtiendo en una parte indispensable de la

cultura contemporánea y están llegando al mundo entero por medio de la educación general y profesional.³

Incidencias de la Tecnología – Ciencia - Ingeniería, en la Sociedad del Conocimiento con las TIC

“Interpretación Teórica de la TECNOCIENCIA”

Hace unas décadas, era fácil explicar, al menos, las diferencias esenciales existentes entre “Ciencia, Tecnología, Técnica e Ingeniería desde la perspectiva de la Seguridad de la Información” como ámbitos del quehacer humano. El objetivo de la Ciencia era, reconociendo la existencia de enfoques no siempre coincidentes, el saber, la obtención de conocimientos fidedignos y su sistematización. A la Técnica le interesaba el saber para hacer cosas, y la Tecnología se entendía como un saber sustentado en la ciencia para hacer cosas de manera organizada, y la ingeniería como un saber hacer cosas organizadas y económicas.⁴

Sin embargo, en los tiempos actuales de la Sociedad de la Información y el Conocimiento, se generan los cambios que se han producido en estos importantes campos de la actividad humana y su interrelación mutua. Tal parecería que cualquier definición es insuficiente. Si se dice que la ciencia se ocupa de nuevos conocimientos, el ingeniero y el técnico reclaman que ellos también hacen ciencia en su actividad profesional. Si se afirma que el ingeniero se ocupa de saber para hacer cosas organizadas y económicas, el científico exigirá su parte en ello argumentando que la ciencia se ha transformado en una fuerza productiva. Se extiende, asimismo, el empleo de conceptos como “Tecnociencia, Innovación Tecnológica, Continuum-Técnico” y otros por el estilo que reflejan

3 Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Autor. Alexey Semenov, Instituto de Educación Abierta de Moscú (Federación Rusa).

4 Caballero, J. R. D., Borrero, S. I. (2011). *¿Hacia dónde va la tecnología?*. Editorial Científico-Técnica.

fenómenos complejos, en los que la Ciencia, la Técnica, la Tecnología y la Ingeniería aparecen formando parte de un proceso único y continuo. Más aún, ideas como la de la Tecnociencia se tornan sobre maneras complejas cuando se examina el entorno sociocultural, la formación profesional y el sistema de valores que le es consustancial.

Concepto de Ciencia (TIC), como actúa y cuál es su papel

Si bien el concepto de ciencia no constituye el centro de reflexión en el proyecto de investigación de los modelos, es necesario abordarlo, porque en la contemporaneidad, trabajar los conceptos de ‘Técnico, Tecnología e Ingeniería y Seguridad de la Información’ solo es posible a partir de la mutua relación que existe entre estos. Según Núñez Jover (2005), como se citó en Asencio Cabot (2014) es difícil ofrecer una caracterización breve y precisa de lo que entendemos por Ciencia:

Se le puede analizar como sistema de conocimientos que modifica nuestra visión del mundo real y enriquece nuestro imaginario y vuestra cultura; se le puede comprender como proceso de investigación que permite, obtener nuevos conocimientos mediados por tecnologías y apoyados desde la Seguridad de la Información, que a su vez ofrecen posibilidades nuevas de manipulación de los fenómenos; es posible atender a sus impactos prácticos y productivos, caracterizándose como fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza; la ciencia también se nos presenta como una profesión debidamente institucionalizada portadora de su propia cultura con funciones sociales bien identificadas. La razón por la cual es posible apreciar tantas facetas diferentes de la ciencia es porque ella constituye un fenómeno complejo cuyas expresiones históricas han variado

considerablemente. Por eso las definiciones de ciencia resultan escurridizas y a veces inalcanzables. (p. 553)⁵

En la cita precedente se alude a diversas tentativas teóricas de definir la ciencia con relación al desarrollo del uso de tecnologías de la Información y Comunicación, bajo una perspectiva de la Seguridad de la Información. Una importante tesis que gravita en torno a estas es la de que la ciencia es uno de los conceptos científicos que más cambios ha experimentado en el curso de la historia. La ciencia ha sido entendida como:

1. Sistema de conocimientos
2. Método
3. Actividad
4. Institución
5. Ideología
6. Fuerza Productiva
7. Seguridad de la Información

Si a finales del siglo XIX, la penetración de la ciencia en la producción se produjo mediante la materialización del conocimiento científico, es en el siglo XX que este proceso recibe un fuerte estímulo con la realización técnica lograda por la ciencia, para el perfeccionamiento del proceso productivo y para la intensificación de la práctica social. La técnica creada sobre esta base no simplemente transforma la producción, sino que esta deviene en una cadena de interrelaciones sociales e interpersonales, entre la conciencia social e individual, entre los medios de satisfacción de las necesidades materiales y espirituales.

5 Asencio Cabot, E., (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica. *Ciência & Educação* (Bauru), 20(3), 549-560. [fecha de Consulta 13 de Febrero de 2024]. ISSN: 1516-7313. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251031804003>

Es importante resaltar que, a partir del siglo XX, tiene lugar toda una serie de procesos y cambios que generan una vertiginosa evolución en los puntos de vista y representaciones sobre la ciencia, a saber:

1. Aparecen nuevas ciencias que se ocupan de fenómenos que antes compartían una o más ciencias particulares, de la bioquímica, la biotecnología, la cibernética.
2. Se produce un *aceleramiento del progreso técnico*.
3. Tiene lugar un cambio sustancial en la correlación entre *ciencia y práctica*.
4. El desenvolvimiento de la *ciencia pasa a ser el punto de arranque* para revolucionar la práctica, para crear nuevas ramas de la producción.
5. Tiene lugar el *desarrollo de máquinas, procesos y productos* nuevos como resultado directo de la investigación científica.
6. La ciencia se convierte, a mediados del siglo XX, en un eslabón decisivo del *sistema Ciencia – Técnica – Producción*.
7. Se acelera la conversión de la ciencia en *fuerza productiva* directa (aparecen las relaciones científico – técnico).
8. Se produce por primera vez, el *vínculo consciente de la Ciencia y la Tecnología*.
9. Tiene lugar la *“Institucionalización”* de la Ciencia y la Tecnología.
10. El papel de la ciencia en la actividad práctica se incrementa no solo al *proceso del conocimiento*, si no al proceso productivo como factor de desarrollo, en tanto ésta penetra en la producción a través de la Tecnología.

Existen intentos de caracterizar la Ciencia, además, como un estilo de pensamiento específico, un mito, una cultura, una tradición acumulativa de conocimientos, una creencia, un prejuicio. Todo ello permite conceptualizarla como un fenómeno muy complejo.

Concepto de Técnica

Desde la Grecia antigua hasta la actualidad, la cuestión de la técnica se ha tratado, pero casi siempre de un modo marginal. En griego, este término como sustantivo, designa un conjunto de habilidades y procedimientos que siguen ciertas reglas establecidas y más o menos codificadas para hacer algo en función de un determinado fin; esto es, conjunto de procedimientos utilizados en un oficio o arte. Como adjetivo se refiere a todo lo relativo de las actividades de estos oficios o artes, en oposición a los conocimientos teóricos sobre los que se basan o en el caso del arte al tema de la obra. Desde Aristóteles, la Técnica como el Arte, formaban parte del saber poético o productivo. A partir del Renacimiento, la distinción entre ambos términos se fue estableciendo; en general, el término Técnica se aplicaba a todo aquello que seguía una serie de reglas o procedimientos, para seguir un fin determinado en su aspecto productivo, referido a lo artificial. De esta manera se conocen los tipos de técnicas siguientes: de siembra, de recolección (Técnicas que se transmiten por imitación); artesanales, pictóricas (sustentadas en conocimientos codificados); racionales (cognitivas, artísticas, publicitarias que se derivan de conocimientos científicos, como su desarrollo está vinculado a la estructura económica y productiva de la ciudad); mediadoras entre el hombre y la Naturaleza (técnicas que se vinculan a la noción de máquinas o instrumentos).

Es importante recordar que hoy día el significado del término técnica es diferente al que se tenía en la antigüedad o la Edad Media. La técnica ya no se refiere solo a un medio, hoy es propiamente una pregunta filosófica. La interpretación teórica de la técnica y, en particular, su conceptualización, encuentra un fuerte desarrollo en los marcos de la denominada ‘Filosofía de la Tecnología’.⁶

6 ¿Hacia dónde va la tecnología? Concepto de Técnica, p. 10-12 Instituto Cubano del Libro. Editorial Científico – Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba. José Ricardo Díaz Caballero, Sandra Isaac Borrero, Año 2011.

El relevante aporte de Carl Mitcham en *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?*⁷

Nos revela la existencia de dos enfoques de la historia del filosofar la Tecnología que ha denominado ‘Filosofía de la Tecnología Ingenieril’ o desde dentro y ‘Filosofía de las humanidades’ o desde afuera. Este autor realiza un interesante y pormenorizado análisis de tales tendencias o enfoques filosóficos, fundamentales de la tecnología, de acuerdo con su conceptualización de la Técnica. Para Mitcham (1989), las palabras Técnica y Tecnología tienen significados algo distintos, y existen razones para preguntarse si en términos generales se puede hablar de una filosofía de la técnica o de una filosofía de la Tecnología. La técnica puede significar el conjunto de procedimientos puestos en práctica para obtener un resultado determinado. La Tecnología, o el quehacer de la ciencia moderna y la utilización de artefactos, presupone las técnicas como formas primordiales de la acción humana. Así como la filosofía de la ciencia moderna debe incluir una epistemología general como fondo del conocimiento científico, la filosofía de la Tecnología es más general e incluye a la filosofía de la técnica. Que la filosofía de la Tecnología incluya a la filosofía de la técnica dependerá, sin embargo, de las valoraciones filosóficas específicas de la relación entre Técnica y Tecnología y refleja dichas valoraciones.

Filosofía de la Tecnología Ingenieril

Mitcham (1989) denomina Filosofía de la Tecnología⁷ Ingenieril es una primera etapa de la filosofía de la técnica que consta de dos manifestaciones concretas: La Filosofía Mecánica y La Filosofía de los Manufactureros.

7 Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la Tecnología?*, Ed. ANTHROPOS, Barcelona, pp 13-14; pp. 23,30.

- a. **Filosofía Mecánica:** Su nombre proviene de la mecánica Newtoniana, y consiste en un filosofar que tenía como objetivo utilizar los principios de la mecánica, para explicar el mundo, como una máquina extraordinaria. Entre los llamados mecanicistas se encuentran: el Químico Inglés Robert Boyle y el propio Isaac Newton, quienes deseaban poder derivar el resto de los fenómenos de la naturaleza a partir de los principios mecánicos con el mismo tipo de razonamiento.
- b. **Filosofía de los Manufactureros:** En 1835 el ingeniero químico escocés Andrew Ure acuñó el nombre de filosofía de los manufactureros para designar su exposición de lo que consideraba como los principios generales que debían regir la conducción de la industria productiva por máquinas automáticas. “La obra de Ure contiene principios conceptuales que continúan hoy en día siendo parte de la Filosofía de la Tecnología, entre estos: distinciones entre la artesanía y la producción industrial, los procesos mecánicos y químicos, la clasificación de las máquinas, la posibilidad de reglas para la investigación y las implicaciones socioeconómicas de la maquinaria automática. Carlos Marx definió a Ure en *El Capital*, como el filósofo de la Fábrica”.⁸

Otro seguidor de esta corriente fue el ingeniero ruso P.K. Engelmeier, quien argumentaba que los tecnólogos a menudo creen que han cumplido su deber social al crear productos de calidad a precios asequibles. Sin embargo, esto solo constituye una parte de su responsabilidad profesional. Engelmeier observó que sus colegas están ascendiendo en la jerarquía social, y consideró que esta expansión de la profesión técnica no solo es bien recibida, sino que es una consecuencia necesaria del crecimiento económico de la sociedad y un indicio positivo de su desarrollo futuro.

8 Marx, C (1971). *El Capital*, t.1, Ed. De ciencias sociales, La Habana. p.370.

La pregunta surge, entonces, en torno a si el tecnólogo moderno está suficientemente preparado para responder a las nuevas demandas. Esta pregunta difícilmente puede ser respondida afirmativamente, porque ella no solamente incluye el manejo de nuestra especialización en el sentido de Tecnología Práctica, sino que también alude a una visión de gran alcance, las interacciones entre tecnología y sociedad. Tenemos que investigar lo que representa la Tecnología, los principales objetivos que persiguen sus distintas ramas, qué tipo de método usa, dónde termina su ámbito de aplicaciones, qué áreas de la actividad humana le rodean, su relación con la ciencia, el arte, la ética, etc.”.⁹

Modelo de influencia en institución de educación superior de formación

Albert Sangra, en su artículo ‘Enseñar en la virtualidad y mediado por tecnologías de la Información’, genera una reflexión sobre el desarrollo que se tiene en los Modelos Pedagógicos orientados hacia la virtualidad y el Modelo Pedagógico Tradicional. La educación en la virtualidad, es decir, la no presencia en entornos virtuales de aprendizaje, no se sitúa necesariamente en ninguna orientación educativa concreta. Al igual que en la presencialidad, existe la convivencia entre orientaciones y didácticas diversas, siempre que estas actúen de forma coherente con las finalidades educativas y los fines de la educación. De la misma forma sucede en la virtualidad. El aprendizaje en ambientes virtuales es el resultado de un proceso, tal y como valoraremos desde la perspectiva humanista, en el que el alumno construye su aprendizaje. También puede ser el producto realizado a partir de la práctica, como puede ser el caso del trabajo a partir de simuladores, y evidentemente la acción resultante de un trabajo de análisis crítico. Es decir que de la misma forma que la

9 Mitcham, C. *¿Cuál es la filosofía de la tecnología?*, Ed. ANTHROPOS, Barcelona, 1989, pp. 33, 35, 42, 48.

presencialidad permite diferentes perspectivas de análisis o de valoración de la educación, estas también son posibles en la virtualidad.

La diferencia más importante entre la Educación en la presencialidad y en la virtualidad reside en el cambio de medio y en el potencial educativo que se deriva de la optimización del uso de cada medio. No podemos hacer lo mismo en medios distintos, aunque nuestras finalidades educativas, y, por tanto, los resultados que perseguimos sean los mismos. Pero debemos saber de antemano que el camino que debemos recorrer es distinto. En la aceptación de esta diferencia de medio de comunicación reside el éxito o el fracaso de la actividad educativa.

En este sentido, cabe la reflexión sobre el hecho de que los Modelos Virtuales no tendrán éxito si se basan en intentar replicar los Modelos Presenciales. La clase magistral es una clase presencial, y suponiendo que sea un buen recurso, que a veces lo será, no puede ‘copiarse’ en otro medio. Será necesario una adaptación que aproveche lo mejor que ese medio ofrece y que, de esta forma, alcance los mismos objetivos formativos que se plantearía una acción presencial.¹⁰

10 En definitiva, el proceso de aprendizaje, así como la educación, es un planteamiento global, que tiene concreciones diversas, según el medio a través del cual se vincula. Actualmente gracias a las nuevas tecnologías de la información aplicadas a la educación, podemos comprobar hasta qué punto el replanteamiento pedagógico, que hacemos del uso educativo, de los espacios de no Presencialidad o asincrónicos es el mismo que para los espacios convencionales presenciales de educación y aprendizaje. En este sentido es interesante la aportación de Alain Tait y Roger Mills (eds.). *The convergence of distance and conventional education*. Londres. Routledge, 1999.

Capítulo 2

Inserción de las Tecnologías y la Comunicación en Educación Superior

“ Necesitamos la tecnología en cada aula y en las manos de cada estudiante y de cada profesor, porque es el bolígrafo y el papel de nuestro tiempo y es la lente a través de la cual experimentamos gran parte de nuestro mundo. ”

Hofer Guzmán¹

Enseñanza y aprendizaje mediado por tecnologías de la información, una relación creativa

Es importante recordar el significado de la educación y ver la función específica que juega dentro de la sociedad. Se la ha catalogado como una tarea compleja. Desde que nacemos y nos relacionamos, estamos siempre expuestos a procesos de aprendizaje. La educación forma parte destacada de nuestros mecanismos de ‘Identificación, Transmisión y Supervivencia humana. Educación y aprendizaje son de hecho acciones

¹ Hofer Guzmán, N. (2020). *El desarrollo lógico matemático a través del juego, junto a las Tecnologías de la Información y la Comunicación*.

plenamente humanas'. Pero hay quien opina que la educación a distancia solo puede ser formación, es decir, un proceso institucional no educativo. Esta percepción se fundamenta en la característica definitoria de la no presencialidad: La ausencia de presencia y de ello se podría concluir, la imposibilidad de educar, de socializar, de transmitir percepciones comunitarias.

La virtualidad no es algo nuevo en la historia de la humanidad. Si nos referimos a la historia, se encuentra el mito de la caverna de Platón, pasando por las imágenes o leyendas de la Edad Media hasta la visión, no desde la fe, de la percepción cristiana de la eucaristía. La virtualidad, entendida como semblanza de realidad, pero no real, ha estado siempre presente entre nosotros. La diferencia radica en que, mientras a lo largo de la historia, el potencial de la virtualidad reside en la imaginación, en las ideas, en las creencias, hoy en día, manteniendo todavía vivo, por suerte, ese potencial, la tecnología nos brinda la posibilidad de incluso visionarlo con nuestros propios ojos, reconstruir la imaginación de hacer realidad visual nuestras ideas. Se trata de lo que paradójicamente llamamos 'Realidad Virtual'. Hoy en día existe, además, la posibilidad ampliamente difundida de construir auténticas comunidades virtuales, es decir, espacios no físicos y atemporales de interacción humana.²

En el marco del trabajo con TIC, se destaca la caracterización de la educación virtual

El Ministerio de Educación Nacional (Mineducación) concibe la educación virtual como desarrollo de un proceso educativo en un lugar distinto al salón de clases: *“En el ciberespacio; en una temporalidad que puede ser sincrónica o asincrónica y sin la necesidad de que los cuerpos de maestros*

2 Una reflexión y un aporte interesante, que se realiza al fenómeno de la llamada “Cultura Internet” es el libro coordinado por David Porter. Internet Culture. New York, Routledge. 1996

y estudiantes estén presentes”³. Para ello se usan las redes telemáticas que se constituyen en su entorno principal. El concepto supone que no es necesario que cuerpo, tiempo y espacio se conjuguen para lograr establecer un encuentro educativo. Es perfectamente posible establecer una relación interpersonal de carácter educativo sin que se dé el encuentro cara a cara entre profesor y alumno; puede haber encuentro en un mismo lugar, pero en tiempos distintos; igualmente las personas pueden encontrarse al mismo tiempo, pero en lugares diferentes.

El Mineducación concibe la educación virtual como el desarrollo de un proceso educativo en un lugar distinto al salón de clases, en el ciberespacio, en una temporalidad que puede ser sincrónica o asincrónica, y sin la necesidad de que los cuerpos de maestros y estudiantes estén presentes. Para ello, se usan las redes telemáticas que se constituyen en su entorno principal. El concepto supone que no es necesario que cuerpo, tiempo y espacio se conjuguen para lograr establecer un encuentro educativo. Es perfectamente posible establecer una relación interpersonal de carácter educativo sin que se dé el encuentro cara a cara entre profesor y alumno; puede haber encuentro en un mismo lugar, pero en tiempos distintos; igualmente, las personas pueden encontrarse al mismo tiempo, pero en lugares diferentes.

La clave para definir la educación virtual tiene su punto de partida y se basa en concepciones pedagógicas que se apoyan en las TIC. Se pone de presente, en primera instancia, lo educativo. ‘Las tecnologías que hacen posible los entornos telemáticos son herramientas que permiten poner en escena tal concepción’. Lo que garantiza la calidad de la educación virtual es la articulación coherente y armónica de modelos educativos que pongan por encima de los instrumentos el sentido pedagógico de los procesos. La nota definitoria de la educación virtual no debe ponerse en

3 Gastelbondo Montero, Y. J., & Figueroa Caro, M. E. (2017). *Educación jurídica virtual, una apuesta al sistema educativo colombiano* (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

la tecnología. Como afirma Bates (2001), una educación de calidad puede salir adelante con una tecnología inadecuada; pero jamás una tecnología excelente podrá sacar adelante un proceso educativo de baja calidad.

Hay que tener claro que la misma tecnología que se usa en la educación virtual puede ser usada en la educación presencial. Muchos maestros presenciales utilizan internet con sus estudiantes; muchos maestros presenciales tienen grupos de discusión con sus alumnos o reciben trabajos utilizando el correo electrónico. Lo distintivo de la educación virtual es la forma de llevar a cabo la relación entre maestros y alumnos: una relación sin mediación corporal, en temporalidades distintas.⁴ Es importante destacar que la incorporación de las TIC, propician en el ser profesional el desarrollo humano, científico, económico y técnico, de ahí que se deba trabajar articulando cuatro elementos clave: lo pedagógico, lo comunicativo, lo tecnológico y lo organizacional.

- **Lo pedagógico:** que va más allá de las opciones metodológicas y de las técnicas didácticas; y que permite precisar el horizonte de sentido de la acción de educar.
- **Lo comunicativo:** que es ámbito mismo del proceso educativo y que permite realizar la educación en la dinámica de diálogo entre profesores y estudiantes:
- **Lo tecnológico:** como la articulación armónica de las herramientas que favorecen la puesta en escena de las opciones pedagógicas y de la dinámica comunicativa.
- **Lo organizacional:** como el tejido institucional cuya trama brinda las condiciones de posibilidad para que lo virtual ocurra.

Las TIC han hecho que la virtualidad sea accesible para innumerables personas que antes la consideraban una perspectiva futura. Se ha

4 Ministerio de educación Nacional. República de Colombia. Lineamientos para la Educación Virtual en la Educación Superior. Bogotá D.C, diciembre 2010. www.mineduacion.gov

creado un nuevo medio de relación y un espacio de comunicación atemporal, en el cual la mera reproducción mimética de lo que ocurre en las interacciones presenciales subestima las posibilidades que este nuevo medio ofrece. Como afirma Lévy (1999) “la característica más destacada de la virtualidad es la creatividad”. La educación desempeña un papel fundamental en la comprensión y el desarrollo de este nuevo sistema” (p.12).

La virtualidad nos brinda la oportunidad de crear nuevos entornos de interacción que deben ser tratados de manera diferente para aprovechar al máximo su potencial. Estos nuevos entornos, que aún se encuentran en fase de exploración, son extraordinariamente ricos y su potencial radica en nuestra capacidad para utilizarlos al máximo de sus posibilidades. Una de las primeras características a tener en cuenta es:

1. Cambiar de hábitos en el desarrollo y apropiación de TIC
2. Desarrollo en la creatividad.

Los puntos anteriores destacan la importancia de integrar nuevos enfoques para optimizar los procesos educativos y generalizar el aprendizaje, preparando a las personas para competir y prosperar en un entorno altamente competitivo. La formación se revela como la clave del éxito en este contexto. La educación no puede mantenerse ajena al potencial que ofrecen los nuevos espacios virtuales para la interacción y el aprendizaje. En un mundo en constante evolución tecnológica, la educación debe situar la tecnología en el lugar que le corresponde: un medio eficaz para facilitar la comunicación, la interacción, la adquisición de información y el aprendizaje.

La pregunta fundamental es: ¿Podemos educar en la virtualidad? La respuesta a esta pregunta, basada en la concepción de la educación como una experiencia humana y de maduración personal, debe ser

afirmativa. Desde esta perspectiva, se entiende que es posible educar sin la necesidad de coincidencia física o temporal, como se requiere en la metodología docente convencional. Las experiencias humanas, la maduración y la reflexión son procesos individuales que pueden vivirse en una comunidad, pero, como procesos educativos, pueden ser planificados de manera curricular y llevarse a cabo en un entorno en el que las vivencias y sensaciones sean fuentes de evidencia educativa.⁵

¿Brecha digital, qué pasa con las Tecnologías de la Información y Comunicación?

Se genera un análisis primero por la falta de apropiación de los recursos tecnológicos como medio para fortalecer el proceso de Aprendizaje Inteligente mediado por procesos de Seguridad de la Información, el cual cuenta con brechas en los profesionales sumergidos en la sociedad del conocimiento, la cual se ha denominado “brecha”. De ahí que se parta del concepto macro que es la “Brecha Tecnológica” entre el mundo real y las Organizaciones responsables de formar y capacitar a los jóvenes para insertarse en el mundo tecnológico. Tampoco hay que subestimar otra división digital que existe entre países y comunidades de un mismo país; donde en un futuro cercano será posible utilizar un teléfono celular para responder a la mayoría de los problemas y preguntas que hoy en día figuran en las pruebas que tiene el Ministerio de Educación y de las TIC, y recibir apoyo o consejos orales o escritos de forma automática, sin siquiera recurrir a un experto calificado, en unos pocos segundos. Pero, ¿qué significa todo este cambio para el uso de la Educación? ¿Cómo deben responder las Instituciones de Aprendizaje, sumergidas

5 Es evidente que los factores emocionales son importantes en todo proceso educativo, así como en cualquier tipo de interacción humana. De la misma forma, por lo tanto, tienen su papel en la educación. Un ponente destacado en la literatura Educativa a este respecto la obra de Isca Salzberger-Wittenberg, Gianna Henry; Elsie Osborne. *The Emotional Experience for Learning and Teaching*. New York y Londres. Routledge, 1983. Otra reciente aportación en este sentido es la obra de Marx Van Menem. *El tacto en la enseñanza*. El significado de la sensibilidad pedagógica. Barcelona, Paidós, 1998.

en tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial y la Seguridad de la Información, a que se encuentren en tales circunstancias?⁶

Nuevas posibilidades como estrategia de Aprendizaje Inteligente mediado por Seguridad Informática

a. Hacer lo que todavía no estamos haciendo

El principal error que cometen muchos educadores al considerar el uso de las TIC es observarlas a través del lente de su práctica actual. Ellos se preguntan: “¿Cómo puedo usar esta tecnología para modernizar o mejorar lo que actualmente estoy haciendo?” Las Tecnologías de la Información y Comunicación, por su propia naturaleza, exigen innovación. Se trata de explotar al máximo el potencial de la tecnología para abrir nuevas perspectivas tanto para profesionales en los contextos de las Organizaciones y avances originados por la Globalización. Al mismo tiempo, sería necesario ignorar los estilos y los modelos de aprendizaje tradicionales, así como las ideas del pasado que no se implementaron masivamente en las instituciones educativas, sino que fueron raras y preciosas excepciones.

Por lo tanto, debemos partir de lo que ya estamos haciendo y volver a considerarlo.

b. Las organizaciones del futuro, vistas a través de las instituciones educativas del presente

Un modo de introducir las Tecnologías de la Información (TI) en la educación es observar instituciones educativas en las que no se utilizan

6 Las TIC en la enseñanza aprendizaje. Libro sobre las Tecnologías de la Información y comunicación en la enseñanza. Manual para docentes. Organización de las Naciones Unidas, para la educación ciencia y la cultura. Autor: Alexey Semenov. Institución Educación Abierta de Moscú (Federación Rusa).

computadoras y luego analizar qué actividades u oportunidades de aprendizaje podrían implementarse si se utilizan las TI. Este punto de partida nos permite reconocer que cada institución de enseñanza es diferente y que es posible utilizar diversas aplicaciones de las TI de acuerdo a las características particulares presentadas en las organizaciones y el contexto. Descubrimos, por ejemplo, que algunas actividades de enseñanza-aprendizaje pueden ser mucho más avanzadas desde el punto de vista de los objetivos educativos de los individuos y de la sociedad en la que está inserta la institución, implementando o no esas actividades. Finalmente, podemos descubrir o imaginar nuevas formas de aprendizaje que van más allá de la realidad, la experiencia y la visión de los siglos pasados.⁷

c. Los elementos básicos del aprendizaje (comunicación oral inmediata), procesos Educomunicativos mediados por Tecnologías de la Información

La clase tradicional en base a disertaciones

En el modelo clásico, el docente habla y los estudiantes escuchan. Como en otros casos de comunicación oral, el docente se apoya en elementos no verbales como el tiempo del discurso, la dinámica de la voz, las expresiones faciales, la gesticulación y los movimientos corporales. Estas herramientas de retórica se utilizan para expresar algo, para transferir información (incluyendo información emocional y estética) y para atraer y mantener la atención de los estudiantes, impresionarlos e involucrarlos. Los docentes se encuentran de pie o sentados frente a los alumnos; esto les permite detectar señales de interés o falta del mismo u otras emociones, y utilizar esta retroalimentación que brindan los alumnos puede ser oral o escrito (en forma de notas que se entregan al docente). Dependiendo de

7 Las TIC en la enseñanza y el aprendizaje, nuevas posibilidades, y hacer lo que todavía estamos haciendo, las Instituciones educativas del futuro vistas. Pág. 125 -127. Libro de las Organizaciones de las Naciones Unidas para la educación, ciencia y cultura. Autor: Alexey Semenov. Institución Educación Abierta de Moscú (Federación Rusa).

las reglas del docente, los estudiantes pueden hablar durante la clase o solo al final de las mismas. Esta participación suele tener limitaciones de tiempo y forma: los estudiantes tienden a hacer únicamente preguntas cortas. Los docentes también hacen preguntas a los alumnos, en ocasiones esperando una respuesta no verbal claramente visible, como cuando se les dice “Por favor, levanten la mano los que saben quién es Newton.”⁸

¿Qué son las brechas tecnológicas?

Es importante reconocer el aporte y la definición que se genera de un medio masivo y sin ningún costo y al alcance del público en general como es el diccionario de Wikipedia, donde nos entrega el concepto, y divagar sobre el concepto de brecha digital y la percepción que se tiene:

Es una expresión que hace referencia a la diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen Internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las TIC, como el computador personal, la telefonía móvil, la banda ancha y otros dispositivos. Como tal, la Brecha Digital se basa en diferencias previas al acceso a las tecnologías. Este término también hace referencia a las diferencias que hay entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de forma eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica. También se utiliza en ocasiones para señalar las diferencias entre aquellos grupos que tienen acceso a contenidos digitales de calidad y aquellos que no.

En el mundo actual, ya sea desde una perspectiva empresarial, personal u organizacional, la necesidad de participar en la sociedad requiere

8 Comunicación Oral en la Metodología tradicional. Libro de las Organizaciones de las Naciones Unidas para la educación, ciencia y cultura. Autor: Alexey Semenov. Institución Educación Abierta de Moscú (Federación Rusa).

acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). La dependencia que hemos desarrollado hacia estas tecnologías ha llevado a que nos convirtamos en una sociedad consumista de las mismas⁹. Como se destacó al comienzo de esta discusión sobre la brecha digital, no nos referimos solo a las diferencias entre individuos, sino también a las disparidades geográficas en cuanto a la accesibilidad a las TIC. No se trata únicamente de su uso, sino también de la forma en que se pueden aprovechar y explotar desde diversas perspectivas, ya sea en actividades productivas, comerciales o administrativas¹⁰.

No es otra cosa que el reflejo de la brecha social en el mundo digital. Se considera que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para el desarrollo humano genera oportunidades para reducir la brecha social en individuos o comunidades. Existen una serie de obstáculos a superar para que el uso de las TIC permita acercar esas oportunidades a las personas y los grupos. Dentro de estos obstáculos, la existencia de una infraestructura de conectividad es solo el primero. No obstante, los pilares verdaderos de las sociedades de la información centradas en el desarrollo humano (sociedades de los saberes compartidos) son la educación, la ética y la participación, articuladas como un proceso sistémico en la formación del individuo para la sociedad.

Finalmente, es sumamente importante saber cómo se mide esa brecha digital. Se mide a través de la masificación del uso de las TIC, ya sea entre personas, grupos, empresas o incluso países. Las variables tenidas en cuenta para esa medida incluyen la disponibilidad de computadoras, la densidad telefónica y la velocidad de acceso por persona (ITU, 2003).

9 Definición generada por Wikipedia. Podemos consultar esa fuente de información y contrastar con las enciclopedias académicas, el libro de texto, los diccionarios de la biblioteca de papel, etc. Eso exigirá reflexionar sobre el tipo de información y el registro lingüístico adecuados para expresarse en la red y en un mundo globalizado.

10 Brechas Digital y nuevas alfabetizaciones. El papel de las Bibliotecas. Universidad Complutense de Madrid (2008).

¿Qué tipos de brechas tecnológicas existen?

La brecha tecnológica se puede analizar desde tres visiones diferentes. En tal sentido se proponen tres tipos de brecha digital:

1. La de acceso, basada en la diferencia entre las personas que pueden acceder o no a las TI.
2. La de uso, basada en las personas que saben utilizarlas o no.
3. La calidad de uso, basada en las diferencias entre los mismos usuarios.
(CHO, 2004)

Teniendo en cuenta que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen actualmente los ejes de la sociedad y la economía, la mencionada brecha implica que aquellos no informatizados e informados no tendrán opción de participar en empleos que requieran estos conocimientos en estrategias de gobierno electrónico y de educación abierta o en línea (PSI, 2002). Para reducir la brecha digital, es necesario crear condiciones para que los grupos menos favorecidos tengan la capacidad de generar nuevos conocimientos mediante la utilización de Internet y reflejarlos en aplicaciones concretas que transformen a la sociedad (Camacho, 2001). En definitiva, la única manera en que la población podría acceder equitativamente a la Tecnología y a sus beneficios, y morigerar o disminuir los efectos socialmente polarizadores de la misma, sería a través de un rol más activo del Estado en cuanto a regulación. Esto se traduciría en un acceso a las redes técnicas más homogéneamente en el territorio (Finkelievich, Schiavo, 1999/2001).

¿De acuerdo con los tipos de brechas encontradas, cuáles cifras e indicadores se pueden encontrar en Colombia?

Si nos remitimos a observar algunos de los planes que ha llevado a cabo el gobierno nacional encontramos que:

El Portal de Información y Servicios del Estado Colombiano (PEC) se inició en el año 2000 con el objetivo de proporcionar un punto de acceso integrado, de fácil ubicación y acceso a toda la información, trámites y servicios que ofrecen todas las entidades públicas de Colombia en sus propios sitios en Internet. El programa forma parte de la política de la “Agenda de Conectividad”, dependiente de la Presidencia de la República, y ofrece a sus usuarios cuatro servicios básicos: Acceso al directorio de las páginas web del Estado colombiano en sus niveles administrativos (Nacional, Departamental y Municipal), con presencia en Internet; acceso al directorio de Trámites y Servicios en Línea del Estado Colombiano (el cual estaría en servicio en junio de 2003); acceso al Buscador de Contratación Estatal (el cual estaría en servicio en junio de 2003), donde los ciudadanos interesados en ofrecer bienes y servicios o supervisar los procesos realizados por las entidades del Estado pueden realizar búsquedas relacionadas con los procesos de contratación; acceso a un Motor de Búsqueda que abarca todas las páginas web del Estado colombiano.

La “Agenda de Conectividad del Ministerio de Comunicaciones”, una política de Estado lanzada en marzo de 2000 se fundamenta en estrategias desarrolladas a través de programas y proyectos articulados con el propósito de permitir que Colombia aproveche las “Tecnologías de la Información” para su desarrollo económico, social y político. Su coordinación está a cargo de la Presidencia de la República y se basa en seis estrategias: acceso a la infraestructura, educación y capacitación, empresas en línea, fomento a la industria mediada por el uso y conocimiento de las Tecnologías de la Información, contenidos y gobierno en línea.

En el caso de Colombia, los programas de educación digital no son nuevos, aunque su ritmo de implementación se ha acelerado desde el año 2000.

En la Presidencia de la República de Colombia, la Agenda de Conectividad, Programa Computadores para Educar permitió la donación masiva de computadoras a escuelas públicas de todo el país para su uso educativo. Desde esta perspectiva, el Ministerio de Educación en Colombia y su Programa de Nuevas Tecnologías son la continuación de una primera fase del Programa de Informática y Bilingüismo (1997/99). Durante este tiempo, se llevó a cabo la instalación de 757 aulas de informática en el mismo número de establecimientos de educación media técnica, y se capacitó a más de 1500 docentes en el uso de las herramientas básicas de software y el manejo del software de inglés “English Discoveries”. Este programa tiene como objetivo llegar a 650 nuevos establecimientos educativos con Aulas de Nuevas Tecnologías, que además de la dotación de los equipos de cómputo, ofrecerán una conexión a Internet dedicada durante los 3 años de duración del programa.

El Proyecto Inteligente, conocido como el Proyecto Nacional de Capacitación y Certificación en Nuevas Tecnologías, es un programa respaldado por la Presidencia de la República de Colombia que ofrece capacitación en el desarrollo de software y tecnologías de la información y comunicación (TIC). A través de alianzas con Colciencias y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (A.C.A.C), este proyecto tiene como objetivo beneficiar a 5,000 colombianos en todo el país.

Por otro lado, el proyecto “ITSA, Informática e Internet para Todos” proporciona formación en informática y acceso a Internet a más de 200 niños de bajos ingresos en 31 escuelas del municipio de Soledad. Este proyecto ha sido posible gracias a un convenio firmado entre ITSA y el gobierno, representado por la Agenda de Conectividad.

Un proyecto adicional con un enfoque original proviene del Ministerio de Defensa, que consiste en la creación de Centros de Acceso a Internet en Unidades Militares. El propósito de este proyecto es proporcionar

acceso a Internet a los efectivos de las Fuerzas Militares en diferentes unidades de todo el país. Esto permite que los aproximadamente 100,000 jóvenes que prestan servicio en las fuerzas armadas anualmente tengan la oportunidad de familiarizarse con estas tecnologías y, al finalizar su servicio¹¹, puedan actuar como multiplicadores de conocimiento en sus regiones de origen.

El Ministerio de Comunicaciones de Colombia, a través del Fondo de Comunicaciones y su Programa Compartel de Telecomunicaciones Sociales, implementó 670 puntos de acceso Compartel entre 1999 y 2000 en 7,415 localidades, principalmente en cabeceras municipales de todo el país. Estos puntos de acceso Compartel se instalaron en áreas que previamente carecían de servicios de telecomunicaciones, beneficiando a casi cuatro millones de habitantes rurales. El programa se enfoca principalmente en la expansión de la cobertura de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales y áreas urbanas de bajos ingresos. Es importante destacar que este programa fue desarrollado en colaboración con la empresa Gilat Comunicaciones, que llevó a cabo un programa similar denominado GESAC en el Ministerio de Comunicaciones de Brasil.

En el Ministerio de Comunicaciones, el Programa Compartel de Internet Social, a partir del año 2000, junto con la implementación de los 670 puntos de acceso Compartel, se establecieron 270 centros de Internet social, alcanzando a casi dos millones de personas en zonas rurales y zonas urbanas marginadas del país. El Programa Compartel 2002-03 plantea que los lineamientos de política nacional en materia de telecomunicaciones están orientados a alcanzar la meta del acceso universal. Prevé al menos un acceso comunitario en centros poblados y comunidades rurales que aún no tienen servicio. Además, plantea

11 Borrero, L. (2003). *Tecnologías de la Información en Internet*. Editorial Norma.

extender el servicio de Internet a las cabeceras municipales que se encuentran sin cobertura. Los programas previstos para alcanzar dichas metas son:

- Compartel telecentros: se prestará servicio de telefonía, fax e Internet en cabeceras municipales o zonas rurales con más de 1,700 habitantes donde actualmente no hay servicio o es insuficiente. Con este programa se pretende alcanzar 500 localidades.
- Compartel telefonía rural comunitaria 2001-02: pretende alcanzar zonas rurales alejadas sin servicio de telefonía y con más de 150 habitantes.¹²

Interpretación teórica de la tecnociencia - concepto de ingeniería

La comprensión del fenómeno técnico, en un sentido amplio y dinámico, tiene su desarrollo en la ingeniería. Este postulado, según el ingeniero peruano Héctor Gallego (1994), nació con los primeros esfuerzos civilizatorios del hombre. Atravesar un tronco sobre el cauce de un río para poder cruzarlo constituía una obra nacida de ese algo ingenieril que todos llevamos dentro. Sin embargo, los inicios formales de la ingeniería, entendida como disciplina, son muy posteriores a esos comienzos

12 <http://www.gobiernoenlinea.gov.co>, <http://www.directiva02.gov.co> <http://www.agenda.gov.co>, <http://www.computadoresparaeducar.gov.co>, http://www.computadoresparaeducar.gov.co/apoyo_post_escuelas.html http://www.computadoresparaeducar.gov.co/cpe_en_cifras.html http://www.computadoresparaeducar.gov.co/apoyo_post_escuelas.html <http://www.mineduacion.gov.co/>, <http://www.itsa.edu.co/itsanotas.pdf> <http://www.compartel.gov.co/presupuesto.aspTIC>
Computadores.
Telecomunicaciones (Telefonía, fija, móvil).
Canales de TV, ISP Servicios Públicos (Energía, agua, acueducto) = cobertura.
Infraestructura (vías, medios de transporte).
Industria capacidad de Producción – Balanza Comercial.
Educación (Básica media, superior, postgrado, PhD).
Individuo (Razas, genero, Ingreso per cápita).

primitivos¹³. La ingeniería como profesión, en opinión de Gallego, nació apenas en el Siglo XVIII, cuando la ciencia fue aplicada por primera vez a los problemas técnicos¹⁴. De aquí se define la ingeniería como un “arte social, [en términos actuales, una tecnología] que se disputa con la política y con la economía el privilegio de ser el arte social por excelencia”.

Para Gallego (1994), la profesión en ingeniería es tan antigua como se define el concepto de civilización, identificada como un “arte social”, porque acepta la tesis de que sin la “Ciencia no hay Ingeniería”. Los ingenieros sumerios, que crearon el proceso de la irrigación, el arco de mampostería y la rueda, junto con los diseñadores de las pirámides y los constructores de caminos desde la cultura romana, son ejemplos relevantes. Además, se destacan inventores como Thomas Newcomen y James Watt, creadores de la máquina de vapor. Según Gallego, la ingeniería abarca toda la actividad tecnológica del ser humano, y por lo tanto se puede definir como “La ingeniería por su naturaleza incluye toda la actividad tecnológica del hombre.

Una definición bastante lograda de lo que es Ingeniería la han aportado Vicente Ortega y Jorge Pérez (1989): *“Aplicación Creativa de los conocimientos científico – técnicos a la invención, desarrollo y producción de bienes y servicios transformando y organizando los recursos naturales para resolver necesidades del hombre haciéndolo de forma óptima tanto económica como socialmente”* (p. 7).¹⁵

Si se piensa en la ingeniería en un sentido estrecho, se la define como arte, técnica y artefacto, considerando solo habilidades, destrezas, mecanismos y los objetos involucrados. Sin embargo, en un sentido

13 Gallegos, H. (1994). “Ciencia y tecnología. Las Gemelas espejo” *Revista el Ingeniero civil*, n° 89. Ed. Publicidad, Lima, p. 4.

14 Las Fallas maestras de la Ingeniería. *Revista el Ingeniero civil*, n° 89. Ed. PUBLICIDAD, Lima 1995, p.5.

15 Ortega, V. y Pérez (1989). *Fundamentos y función de la Ingeniería*. Ed. ETSI. Madrid, p. 7.

más amplio, se debe asumir la perspectiva de que la ingeniería es una profesión. Esto implica considerar al ingeniero como individuo, teniendo en cuenta sus valores y modos de actuación.

Según Niell (1992), como cita Ortega y Gasset (1982)¹⁶, “La técnica es lo que se hace para evitar por completo y en parte, los quehaceres que las circunstancias primordialmente nos imponen. Existen necesidades del hombre para sobrevivir: ante el frío, necesita calentarse, ante el hambre, necesita alimentarse. Si la naturaleza no le presta los medios directos al hombre este hace algo: fuego construye viviendas, cultiva campos (estos técnicos elementales no pueden asociarse con la ingeniería). La ingeniería entra cuando el hombre trata de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola, construyendo sistemas de riego, máquinas de recolección, elementos de almacenaje y conservación” (pp. 157-162).

El ingeniero de hoy debe conocer los principios y métodos científicos básicos generales aplicables a cualquier ingeniería, como la física, química, matemáticas y la informática. Además, debe estar familiarizado con los principios y métodos científicos particulares de su propia rama de la ingeniería para aplicar ese conocimiento en la producción y construcción de máquinas y equipos, así como en el diseño y desarrollo de bienes y servicios derivados de su uso. Esta intersección entre la ciencia y la ingeniería es fundamental para la profesión, ya que la ingeniería no podría haber surgido como tal sin la acumulación de conocimientos científicos. Según Héctor Gallegos, es innegable que los ingenieros deben poseer un sólido conocimiento en ciencias.

16 Niell, M. S. (1992). *El concepto de técnica en Ortega y Gasset*. Taula: quaderns de pensament, pp. 157-162.

Tendencias

Una de las tendencias actuales, respaldada por expertos en ingeniería, plantea que la ingeniería es la creadora de la tecnología. En este contexto, la ingeniería se define como el proceso de creación, y la tecnología es el producto o resultado de ese proceso. La técnica se considera como una parte integral del trabajo ingenieril. Héctor Gallego (1995) sostiene que la ingeniería engloba todas las actividades tecnológicas realizadas por el ser humano. Esta perspectiva tiene sus raíces en la artesanía y las técnicas, y su objetivo es aprovechar la naturaleza en beneficio de la humanidad. Esta relación entre ingeniería y tecnología es tan antigua como la civilización misma, como se puede observar en el siguiente fragmento:

Así como la ciencia surgió de la filosofía, la ingeniería surgió de la artesanía y las técnicas. Así como una buena porción de los científicos sostienen que su fin último, es entender cómo funciona la naturaleza; el ingeniero dirá que el suyo es utilizar la naturaleza en beneficio de la humanidad. Así como es fácil descubrir casos de dependencia de la tecnología, en la ciencia también lo es encontrarlos a la inversa (p.6).

Los orígenes y los objetivos diversos han dado lugar a dos mundos independientes y, al mismo tiempo, complementarios: la ciencia y la tecnología. A medida que desempeñan sus respectivas funciones de manera creativa, siguen contribuyendo y acelerando el proceso de desarrollo¹⁷.

Otra tendencia es la de especialistas en problemas sociales de la ciencia y la tecnología, los cuales consideran que la tecnología y la ingeniería, en su

17 Gállego, H. (1995). "Ciencia y Tecnología": Las gemelas espejo. Revista *el Ingeniero Civil* n° 89, Ed. PUBLI CIVIL, Lima, p.6.

devenir histórico, tienden a su integración¹⁸. Ven la tecnología vinculada al desarrollo de la industria. Ven la ingeniería de forma más amplia. En la actualidad, la técnica y la tecnología se ingenierizan, es decir, tienden a tener cada vez más en cuenta los aspectos de eficiencia, economía y ecología.

Cuando se examinan e interrelacionan dialécticamente las múltiples definiciones de ciencia, técnica, tecnología e ingeniería, se constata que es cada vez más difícil establecer fronteras bien delimitadas entre los referidos conceptos. Lo que se constata en cambio es un mayor número de aspectos de coincidencia e identidad que de diferencia, lo cual intenta reflejar, en primer término, el concepto de *tecnociencia*:

*La Ciencia y la Tecnología se imbrican mutuamente en la tecnociencia, de manera que no hay avances científicos sin progresos tecnológicos y viceversa. Esto lleva a cambios importantes en la Práctica de los Científicos y Tecnólogos.*¹⁹

De un lado, se observa cómo la ciencia contemporánea está orientada, cada vez más, a fines más prácticos, encaminados en lo fundamental al desarrollo tecnológico y, con ello, a la innovación tecnológica; del otro lado, la tecnología se torna cada vez más dependiente de la actividad y el conocimiento científico. Tal unidad se hace patente en la medida en que se relaciona con formas más avanzadas de tecnología. La frontera entre ciencia y tecnología se difumina en los marcos de una actividad socialmente organizada, planificada hacia la práctica Núñez Jover (1999) escribe:

18 Di Prisco, C. y E. Wagner (Complots). (1992). *Visiones de la Ciencia. Ensayos en Honor a Marcel Roche*. Monte Ávila Editores, Caracas, pp. 149-170.

19 Ibarra, A. y J. López (2001). *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Ed. Biblioteca Nueva, SL, Madrid, p. 37

El término Tecnociencia es precisamente un recurso del lenguaje para denotar la íntima conexión entre ciencia y tecnología y el desdibujamiento de sus límites. El término Tecnociencia, no necesariamente conduce a cancelar las identidades de la ciencia y la tecnología, pero sí nos alerta, que la investigación sobre ellas y las políticas prácticas que respecto a las mismas implementemos tienen que partir del tipo de conexión que el vocablo Tecnociencia desea subrayar (pp. 49-50).

Tecnociencia y Tecnocientífico, señalan a la vez, el entrelazamiento entre los polos y la preponderancia del polo técnico, y además son apropiados para designar la actividad científica contemporánea en su complejidad y originalidad²⁰. Otro importante concepto, análogo al de Tecnociencia, mediante el cual se intenta captar teóricamente, la estrecha interrelación ciencia-técnica-tecnología-ingeniería, es el de Continuum Científico-Técnico.

La idea del Continuum Científico – Técnico también presupone el reconocimiento de que ciencia, técnica, tecnología e ingeniería no solo están convergiendo, sino que continuamente sus funciones se intervienen, así como las fronteras entre unas y otras se van haciendo cada vez más borrosas. Tal convergencia se fue construyendo paso a paso en el proceso del devenir histórico de la humanidad. A partir del siglo XIX se observa cómo la ciencia comienza a estimular invenciones, conduciendo al crecimiento de tecnologías e industrias basadas en esta, como es el caso de la electricidad y la química.

La estructura que caracteriza la interrelación entre la Ciencia y la Tecnología es la ramificación de la ciencia en teorías tecnológicas específicas, o desde el punto de vista de la tecnología, la búsqueda de

20 Núñez, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*, Ed Félix Varela, Ciudad de la Habana, pp 49-50.

finés técnicos a través de la construcción de teorías. En la actualidad se produce lo que Vessuri llama la Cientificación de la Tecnología y la Industrialización de la Ciencia. Por un lado, existe una cuantificación de la producción; por otro, la ciencia misma, en cierto modo, está deviniendo tecnología, es decir, la ciencia está descansando cada vez más sobre la base de la técnica de la producción experimental de laboratorio y la organización fabril. Con frecuencia, la búsqueda científica requiere soluciones técnicas para sus problemas y una configuración material para la materialización de sus descubrimientos.

En lo que se refiere a la interacción Ciencia – Técnica – Tecnología – Ingeniería, se puede afirmar que la tecnología y la ingeniería constituyen una suerte de metodología de la ciencia, siendo la tecnología el eslabón intermedio entre la ciencia y la ingeniería por un lado, y entre la ciencia y la técnica por otro. La tecnología es, en cierto sentido, una metodología de la técnica, que comparte con la ingeniería. Por su parte, la técnica debe ser asumida como la práctica objetual donde nacen los procedimientos que sirven de base empírica a la tecnología y la ingeniería como metodología. La técnica es una especie de nivel empírico, práctico-objetual, del saber hacer implícito en la ciencia, la tecnología y la ingeniería. Por su parte, la ciencia, la tecnología y la ingeniería constituyen el nivel teórico del saber hacer para la técnica.

Todo conocimiento científico constituye directa o indirectamente un reflejo de la realidad susceptible de ser transformado de conocimiento en sí, en un modo de obrar técnico para nosotros y otros; es decir, en principio y proceder técnico. En tal sentido, se puede afirmar que la ciencia es un conocimiento y procedimiento técnico que encuentra su primera exteriorización metódica en el campo de la tecnología y, posteriormente, de manera mucho más organizada, efectiva y socializada en el dominio de la Ingeniería. De igual forma, la técnica como proceder requiere de la fundamentación y de la explicación científica para ser comprendida en

su esencia y causas más profundas. En otros términos, la técnica es una ciencia implícita, que encuentra su exteriorización en la tecnología como técnica argumentada en la ciencia o Metodología técnica y, de manera más profunda, en la ingeniería como Metodología Técnica – Científica – Operativa y método técnico – científico.

Teniendo presente los conceptos de Ciencia, Técnica, Tecnología e Ingeniería, se puede afirmar que la tecnología y la ingeniería constituyen un proceso metódico para la ciencia, siendo la tecnología el eslabón intermedio entre la ciencia y la ingeniería, por un lado, y entre la ciencia y la técnica, por otro. La tecnología es, en cierto sentido, una metodología de la técnica, que comparte con la ingeniería. Por su parte, la técnica debe ser asumida como la práctica objetual donde nacen los procedimientos que sirven de base empírica a la tecnología y la ingeniería como Metodología. La técnica es una especie de nivel empírico, práctico – objetual, del saber hacer implícito en la ciencia, la tecnología y la ingeniería. Por su parte, la ciencia, la tecnología y la ingeniería constituyen el nivel teórico del saber hacer para la técnica.

El “bienestar” del hombre no tiene por qué implicar necesariamente perjuicio para la naturaleza. La veracidad y objetividad de los proyectos y valoraciones sociales vienen dadas no solo por la certeza de que reflejan el desenvolvimiento social, sino también por la armonía y unidad en que estas se encuentran con respecto a las leyes objetivas que rigen la dinámica natural²¹.

Caracterización de la tecnología y la relación con la ingeniería

Constantino Portilla (2015), presenta la tesis sobre recursos de información que permiten procesos de capacitación en estudiantes de

21 Martí, J. (1975). *Una universidad nacional*. Obras completas, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 10.

ingeniería informática, permitiendo lograr la transferencia tecnológica en relación al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico reflexivo comprendida en habilidades de pensamiento crítico y creativo, bajo una adaptación de: análisis, comprensión y reflexión. Desde esta perspectiva, Gambardella y McGahan (2010)²², indica las habilidades y destrezas en los profesionales a desarrollarse mediado bajo un contexto de tecnologías habilitadoras, que integran técnicas y tecnologías en el área de conocimiento de seguridad de la información.

Siguiendo la perspectiva de Vega (2015), refiere las transformaciones en relación a las tecnología de la información generando cambios tecnológicos pero también una cultura digital en las instituciones de educación superior, donde los ingenieros se encuentran inmersos en nuevas fuentes de conocimiento, y al mismo tiempo cuenta con organizaciones como: Agencias de acreditación como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers), Asociación de Maquinaria Computacional (ACM – Association for Computing Machinery), Academia Nacional de Ingeniería (NAE – National Academy of Engineering), Asociación de ingenieros de sistemas (<http://www.acis.org.co>), Asociación de facultades de ingeniería de sistemas (<http://www.acofi.edu.co>) y redes colaborativas de investigación a nivel nacional e internacional entre las que se encuentran: Asociación Colombiana de Instituciones de Educación Superior – ACIET, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología – CYTED, Red CLARA, REDIPE, REDCOLSI, HCI-Collab, CoCoNeT-LA, ReDiTIC, Asociación de Universidades de América Latina y el Caribe para la Integración – AUALCPI. Cada una de ellas orientadas al proceso de formación, capacitación y orientación al concepto de ingeniería.

22. Gambardella, A., & McGahan, A. M. (2010). Business-model innovation: General purpose technologies and their implications for industry structure. *Long range planning*, 43(2-3), pp. 262-271.

Los cambios asociados al uso y conocimiento de tecnologías permiten un acercamiento al tema de seguridad informática, relacionado con el programa de ingeniería informática. En este contexto, las habilidades y destrezas orientadas a lo comunicativo, social y cultural se aplican a soluciones mediadas por tecnologías habilitadoras y la industria 4.0, como se indica en la Tabla 1.

Tipo de soluciones aplicadas a la ingeniería	
Soluciones Tradicionales	Soluciones Innovadoras
Global	Adaptación rápida al cambio
Multicultural	Auto aprendizaje constante
Innovador	Amplia visión
Comunicador	Emprendedor
Líder	Trabajo con equipos distribuidos
Multidisciplinario	Resiliencia
Integrador	Dinamismo, Reflexivo, crítico

Tabla 1. Tipo de soluciones aplicadas a la ingeniería.
Fuente: Elaboración propia

Lo anterior permite comprender la relación de productos y procesos en el quehacer de la formación de ingenieros informáticos orientados a las necesidades de la sociedad del conocimiento y de la información a través de la adopción de tecnologías habilitadoras emergentes y procesos de transformación digital, pertenecientes a la industria 4.0. Esto impacta de manera positiva en los sectores económicos industriales y educativos al posibilitar la digitalización de procesos e inserción de tecnologías digitales que permiten: a) la generación de una cultura digital, b) entornos cambiantes, c) nuevos modelos de desarrollo, d) nuevos procesos, e) creación de productos y servicios en una organización. En este libro se genera una perspectiva del conocimiento orientado a la utilización de marcos o modelos colaborativos de madurez para apoyar la implementación de procesos de transformación digital en instituciones de educación superior. Esto contribuye al mejoramiento continuo de

procesos de gestión, recurso humano, planificación y sostenibilidad de los servicios.

Asimismo, la adopción de tecnologías habilitadoras de la transformación digital forma parte de este cambio al que se enfrentan todo tipo de organizaciones e instituciones de educación superior. En este contexto, las demandas de los clientes han cambiado, solicitando requisitos personalizados. Para satisfacer estas demandas, las organizaciones responden a las necesidades de los usuarios mediante el apoyo del trabajo colaborativo, cooperativo y un enfoque ágil. Se identifican una variedad de marcos o modelos de transformación digital para los diferentes sectores de la industria, teniendo una mirada conceptual especialmente en el sector educativo.

Impacto de la adopción de tecnologías habilitadoras

Para el sector de la educación, apropiar los conceptos y necesidades de las industrias que han iniciado procesos de transformación digital permite generar una reflexión sobre cómo se han generado soluciones y prácticas para satisfacer las demandas de las organizaciones por parte de los usuarios²³. Sin embargo, debido a la naturaleza digital, que es un elemento transversal que afecta a toda la organización y la adopción de nuevas tecnologías en el contexto, se presentan cambios y desafíos innegables en la modernización de sus servicios para adaptarlos a las nuevas prácticas y necesidades de los interesados.

Estos cambios generados por la digitalización como elemento impulsor de los procesos de transformación digital crean nuevas oportunidades de mercado para las organizaciones e instituciones de educación superior al refinar la cadena de valor organizacional (Kilimis, Zou, Lehmann,

23 K. Kerroum, A. Khiat, A. Bahnasse, E. S. Aoula, and Y. Khiat (2020). The proposal of an agile model for the digital transformation of the University Hassan II of Casablanca 4.0. *Procedia Comput. Sci.*, vol. 175, pp. 403–410..

Berger, 2019)²⁴. Esto impacta en todas las áreas, incluyendo la política institucional, la cultura organizacional en comparación con la cultura digital, la adopción de nuevas habilidades por parte de la comunidad académica, el mejoramiento continuo de los procesos de gestión, el recurso humano, la planificación y sostenibilidad de los servicios, así como en la creación de nuevos modelos de cooperación necesarios en este nuevo contexto de cambios que implica la transformación digital. Las instituciones de educación superior deberán centrarse en la estrategia de transformación digital para mantenerse competitivas en la educación global.

Es importante resaltar la construcción de diferentes perspectivas ideológicas que identifican tendencias y brechas de investigación relacionadas con modelos o marcos de transformación digital en instituciones de educación superior. En este sentido, según los autores Ziboud y Jan²⁵ se identificaron características de marcos de transformación digital para diferentes sectores de la industria, permeando cambios orientados a: i) principios con un enfoque centrado en el usuario, cambio cultural, colaboración, hiperconectividad, ii) habilitadores que hacen referencia a tecnologías, modelos de negocio, habilidades/competencias, iii) mecanismos de adopción que hacen referencia a estrategias digitales, estándares, capacidades dinámicas, arquitecturas empresariales, plataformas, infraestructura y mecanismos de gobernanza, iv) áreas de impacto como creación de valor, eficiencia operacional, experiencia del cliente, modelos de negocio, economía digital, roles y habilidades de empleados, ecosistema (cadena de valor), innovación y cultura y contextos. v) mecanismos de evaluación como modelos de madurez, sistemas de indicadores (Delgado, 2020).

24 G. Ostle. (2007). "The digital transformation," *Paper360*, vol. 2, no. 5, p. 4.

25 Z. Van Veldhoven and J. Vanthienen. (2021). "Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology". *Electron. Mark.*

Tecnologías habilitadoras de la transformación digital

Según Delgado (2020)²⁶ “algunas tecnologías que se distinguen como las principales habilitadoras de la Transformación digital son: a) la computación en la Nube, b) el Big data, c) la Inteligencia artificial, d) Internet de las Cosas (IoT), e) la robótica colaborativa, f) la impresión 3D, g) las cadenas de bloque (blockchain), entre otras”.

De acuerdo a las tecnologías mencionadas anteriormente, resaltamos a continuación los aspectos más relevantes de cada una de ellas. Por ejemplo, la computación en la nube es una tecnología habilitadora esencial en la implementación de procesos de Transformación digital porque impacta el contexto de las organizaciones impulsando nuevos ecosistemas digitales. Esto lleva a la generación, adquisición o diseño de nuevos modelos de negocio. Esta tecnología también impacta la eficiencia en costos al proporcionar a las organizaciones e instituciones de educación superior un almacenamiento casi ilimitado, con un rápido despliegue de soluciones, capacidad de backups y almacenamiento. Además, facilita escalar los servicios y generar nuevos para sus usuarios y/o clientes, siendo muy útil en aplicaciones que requieren procesamiento en tiempo real²⁷.

Por otro lado, el Big Data, compuesto por grandes capacidades analíticas, resulta clave para la Transformación digital. Actualmente, las organizaciones de todos los sectores, incluyendo las instituciones de educación superior, se enfrentan a los desafíos de una economía digital que ejerce presión para que estas organizaciones se vean en la necesidad de invertir en varios recursos asociados a los datos y sus analíticas si quieren

26 Delgado Fernández, T. (2020). “Taxonomía de transformación digital”.

27 Al-Ruithe, M., Benkhelifa, E., & Hameed, K. (2018). Key issues for embracing the Cloud Computing to adopt a digital transformation: A study of Saudi public sector. *Procedia computer science*, 130, 1037–1043. Andriole, S. J. (2017). Five myths about digital transformation. MIT sloan management review.

competir (Pappas, Mikalef, Giannakos, Krogstie, & Lekakos, 2018)²⁸. Esto implica extraer valor a la cadena o mapa de procesos y en diferentes áreas, haciendo de esta tecnología imprescindible en el mundo moderno.

Del mismo modo, otra tecnología habilitadora que es clave en la transformación digital es Internet de las cosas (IoT). IoT se puede describir como la integración de plataformas, redes cognitivas basadas en contexto, nuevos paradigmas de redes de sensores/actuadores móviles, e identificación y descubrimiento de cosas dinámicas, entre otras (Vermesan, Bröring, Tragos, Serrano, & Bacciu, 2017)²⁹. Esta tecnología está evolucionando rápidamente e influyendo en nuevos desarrollos en varios dominios de aplicaciones, lo que plantea desafíos para la alta dirección de las organizaciones en diferentes áreas y sectores en la actualidad.

Según Vermesan, Bröring, Tragos, Serrano, & Bacciu (2017) “Muchas de las tecnologías habilitadoras de la Transformación digital tienden a converger, por ejemplo, la combinación de robótica, IoT e Inteligencia artificial resulta en robots con altas capacidades para ejecutar tareas más complejas, autónomas o cooperativas con humanos”. Las instituciones de educación superior y demás organizaciones, frente a la adopción de estas tecnologías habilitadoras, deben valorar y entender el efecto de esta adopción como parte de sus estrategias digitales en sus planes de desarrollo o planes estratégicos.

28 Pappas, I. O., Mikalef, P., Giannakos, M. N., Krogstie, J., & Lekakos, G. (2018). Big data and business analytics ecosystems: paving the way towards digital transformation and sustainable societies. *Information Systems and e-Business Management*, p. 479–491.

29 Vermesan, O., Bröring, A., Tragos, E., Serrano, M., Bacciu, D., Chessa, S., ... & Bahr, R. (2022). Internet of robotic things – converging sensing/actuating, hyperconnectivity, artificial intelligence and IoT platforms. In *Cognitive Hyperconnected Digital Transformation* (pp. 97–155). River Publishers.

Capítulo 3

Procesos de Transformación Digital en la Industria 4.0

La Transformación digital nace a partir de los efectos combinados de varias innovaciones digitales que generan nuevos actores, estructuras, prácticas, valores y creencias que cambian, amenazan, reemplazan o complementan las reglas que existen dentro de organizaciones, ecosistemas, industrias o sectores.

Hinings, Gegenhuber & Greenwood, 2018¹

En este sentido, se comprende que la transformación digital inicia a partir de la combinación de varias innovaciones digitales con el resultado de nuevos actores, estructuras, prácticas, valores y creencias que permiten una apreciación sobre cambios, amenazas, que permiten complementar las reglas que existen dentro de organizaciones, ecosistemas, industrias o sectores (Hinings, Gegenhuber, & Greenwood, 2018). Algunos autores han explorado el concepto de transformación digital a través de tres áreas de cambios: comportamiento del consumidor, procesos de negocio y modelos de negocio (Schwertner, 2017; Bockshecker, Hackstein, & Baumöl, 2018; Ismail, 2017).

¹ Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004>

Una segunda perspectiva menciona que la transformación digital es explicada como un proceso evolutivo continuo (Morakanyane, Grace, & O'Reilly, 2017), en un período de tiempo, permitiendo un cambio radical bajo su propia naturaleza (Reis, Amorim, & Melão, 2018). De esta manera, se considera una naturaleza compleja dentro del fenómeno paradigmático que involucra lo económico, tecnológico, social y cultural. Se debe entender la transformación digital desde una perspectiva holística, distinguiendo los principios sobre los cuales se sustenta.

Hoy en día, se habla sobre la combinación de los mundos digital y físico, lo que nos lleva a la cuarta revolución industrial, como son Internet de las cosas, Big Data, Industria 4.0, Logística 4.0, al igual que aquellos desafíos que de alguna manera están asociados a la ciberseguridad, abriendo nuevos campos de innovación y adaptación en cualquier organización. Para impulsar la transformación digital dentro de una empresa, se deben priorizar los niveles directivos para la mejora de procesos y experiencia del cliente.

La transformación digital introduce la cuarta revolución industrial, marcando una situación de incertidumbre y cambio, requiriendo de liderazgos efectivos para la gestión del cambio de los modelos productivos, de negocio y laboral, asociados a esta transformación, bastantes disruptivos en muchos aspectos. Cabe resaltar que se han venido desarrollando modelos de liderazgo que contemplan diversos estilos de dirección, teniendo en cuenta las circunstancias, el tipo de negocio y el modelo organizativo. Entre los modelos más descritos se destacan (Bass & Avolio, 1997; Anderson & Sun, 2017)², los cuales son de tipo conceptual y transaccional. Dentro de este marco, también se han descrito los de tipo pragmático-ideológico, serviente, auténtico, ético, espiritual,

2 Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1997). Concepts of leadership. *Leadership: Understanding the dynamics of power and influence in organizations*, p. 323, 285. Anderson, M. H., & Sun, P. Y. (2017). Reviewing leadership styles: Overlaps and the need for a new 'full-range theory'. *International Journal of Management Reviews*, 19(1), 76-96.

integrador y compartido. Los anteriores modelos de liderazgo, como lo indican Anderson y Sun (2017), comparten algunas de sus características; sin embargo, cabe introducir la reflexión sobre qué estilo de liderazgo resulta más apropiado para gestionar eficientemente organizaciones ágiles y flexibles que, como se ha planteado, son necesarias para poder afrontar algunos de los retos del entorno cambiante planteados por la revolución industrial 4.0.

El concepto de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) se caracteriza por la fusión de tecnologías que está borrando las líneas entre las esferas física, digital y biológica a una velocidad exponencial, con un alcance e impacto sin precedentes en casi todas las industrias y en todos los países. La amplitud y profundidad de estos cambios anuncian la transformación de sistemas completos en producción, gestión, gobierno y vida cotidiana (Lucía et al., n.d.). Del mismo modo, la globalización y la rápida evolución tecnológica han llevado a muchas empresas a quedarse rezagadas y no poder mantener este vertiginoso ritmo. Es importante tener en cuenta que la aparición de nuevas tecnologías ha permeado nuestra forma de trabajar, de comprar y hasta de relacionarnos.

El mundo está cambiando a un ritmo acelerado. El uso cada vez mayor y la dependencia de las tecnologías digitales trae consigo una gran cantidad de cambios importantes tanto en los negocios como en la sociedad. (Van Veldhoven & Vanthienen, 2021)

Para hablar de estos cambios se introdujo el concepto de “Transformación Digital” a partir del año 2000 (Van Veldhoven & Vanthienen, 2021). Sin embargo, solo después del año 2014, el término creció rápidamente en popularidad tanto entre profesionales como entre investigadores, quienes han propuesto numerosas y diversas definiciones. Esto ha permitido integrar resultados en procesos de gestión editorial en el campo académico, generando nuevos marcos de transformación digital

para abordar diferentes sectores y sus necesidades (Van Veldhoven & Vanthienen, 2021³). Para López, Aguilar y Santorum (2021)⁴, a la luz de lo anterior, la transformación digital forma parte de este cambio al que se enfrentan todo tipo de organizaciones (Lazarova Molnar et al., 2018), permitiendo que, en este contexto, las demandas de los clientes sean variables de acuerdo al uso y conocimiento de tecnologías habilitadoras (Osorio et al., 2011; Wamamu Kanyi, 2017), incorporando requisitos personalizados (Chen et al., 2011; Narendra et al., 2016). Para eso, las organizaciones se adaptan a las necesidades del desarrollo del trabajo colaborativo, experiencia del usuario, colaboración de extremo a extremo en toda la cadena de valor y el cambio paradigmático abordando el proceso de transformación cultural (Oppenheim et al., 2011).

Sin la existencia de una cultura digital no se debe hablar de una transformación digital exitosa (Hemerling, Kilmann, Danoesastro, Stutts, & Ahern, 2018). Estos autores mencionan cómo las organizaciones pueden moverse hacia una cultura digital deseada, identificando tres acciones cruciales: articular el cambio requerido, activar el liderazgo y el compromiso de los empleados, y alinear la organización para apropiarse de la nueva cultura digital. Más de la mitad de las empresas que se encuentran en un proceso de transformación deben partir de la implementación de una herramienta tecnológica (McKinsey & Company, 2018). No obstante, dos de cada tres empresas implican el cambio en más de un área. Las áreas de tecnología son las que inician el proceso y lideran la transformación.

3 Van Veldhoven, Z., Aerts, P., Ausloos, S. L., Bernaerts, J., & Vanthienen, J. (2021, March). The impact of online delivery services on the financial performance of restaurants. In *2021 7th International Conference on Information Management (ICIM)* (pp. 13–17). IEEE.

4 Pérez López, E., Vázquez Atochero, A., & Cambero Rivero, S. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.

Sin embargo, al reflexionar sobre el peso de las personas, sus reacciones y comportamientos durante el proceso de transformación, se debe tratar de una Transformación Cultural.

Estado del arte sobre la conceptualización de procesos de transformación digital

No pocos autores han tratado de explorar el concepto de transformación digital a través de tres áreas de cambio principales: 1. Comportamiento del consumidor, 2. Procesos de negocio y 3. Modelos de negocios (Schwertner, 2017)⁵, (Bockshecker, Hackstein and Baumöl, 2018)⁶, (Ismail, Khater and Zaki, 2018)⁷. La transformación digital es explicada desde algunas definiciones como un proceso evolutivo (Morakanyane, Grace and O'Reilly, 2017), es decir continuó en el tiempo; mientras que, en otras, se enfatiza el cambio radical que lleva implícita su propia naturaleza (Reis et al., 2016). Para Delgado Fernández (2020), la transformación digital es un cambio paradigmático esencialmente cultural, centrado en la experiencia y compromiso del cliente que ocurre en un entorno de hiperconectividad y se caracteriza por la colaboración en todas las actividades de la cadena de valor, se habilita con tecnologías (disruptivas), nuevos modelos de negocio y nuevas competencias e impacta en innovaciones organizacionales que provocan cambios en múltiples dimensiones, con énfasis en los procesos y modelos de negocio, y, simultáneamente, en las personas.

-
- 5 Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences*, 15(1), 388–393. doi:10.15547/tjs.2017.s.01.065
 - 6 Bockshecker, A., Hackstein, S., & Baumöl, U. (2018). Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective – A literature review. *Research Papers*. 43.
 - 7 Ismail, M. H. (11 de 2017). *Digital business transformation and strategy: What do we know so far?* Recuperado el 26 de 12 de 2019, de https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017NovPaper_Mariam.pdf

Procesos de transformación digital en el sector educativo

Los procesos de transformación digital pertenecen a la industria 4.0 y han impactado de manera positiva los sectores económicos a través de la digitalización de los procesos y adopción de tecnologías digitales, generando una cultura digital, entornos cambiantes, nuevos modelos de desarrollo, nuevos procesos, creación de productos y servicios en una organización. El sector de la educación no es la excepción.

Las diferentes definiciones de transformación digital se orientan en tres aspectos fundamentales: *1. Organización*, *2. Tecnología* y *3. Sociedad*. El debate en torno al concepto de transformación digital seguirá ocurriendo en la comunidad educativa donde la industria incorpora experiencias enriqueciendo las prácticas profesionales bajo las necesidades de los contextos orientados por la globalización y alojados en la denominada sociedad del conocimiento; en consecuencia, se desarrolla un modelo de conceptos orientados a la transformación digital evidenciado en la Tabla 2, definiciones sobre la temática de transformación digital.

No.	Concepto Transformación Digital	Sector	Autores - Fuente
1	La transformación digital tiene múltiples definiciones. Uno más amplio lo define como una red consistente de todos los sectores económicos y como la adaptación de los actores a las nuevas circunstancias de la economía digital.	Empresarial	(Roland Berger, 2015) ⁸
2	“Un proceso evolutivo que entrega capacidades y tecnologías digitales para habilitar modelos de negocio, procesos operacionales y experiencia del cliente con vistas a crear valor”.	Empresarial y Educativo	(Makanyane, Grace, & O’Reilly, 2017) ⁹ .

8 G. Ostle (2007). The digital transformation. *Paper360*, vol. 2, no. 5, p. 4.
9 Lima, A., & Ruas, R. L. (2023). Contribuições da Escola Ambiental de Aprendizagem na difusão da Transformação Digital: um estudo de caso da empresa Previsiown.

No.	Concepto Transformación Digital	Sector	Autores – Fuente
3	“Proceso a través del cual las compañías hacen converger múltiples nuevas tecnologías, mejoradas con conectividad ubicua, con la intención de alcanzar desempeños superiores y una ventaja competitiva sostenida, mediante la transformación de múltiples dimensiones del negocio, incluyendo el modelo de negocio, la experiencia del cliente (con énfasis en los productos y servicios habilitados digitalmente) y las operaciones (procesos y toma de decisión), y simultáneamente impactando en las personas (incluyendo habilidades, talento y cultura) y en las redes (cadena completa de valor).”	Empresarial	(Ismail, 2017) ¹⁰ .
4	Transformación digital es mucho más que digitalización. Según Senén Barro, “es importante que las universidades entiendan que el destino de este camino no ha de ser simplemente su digitalización sino llegar a convertirse en universidades digitales”	Educativo	(Barro, 2018) ¹¹
5	“Uso de nuevas tecnologías que habilitan mejoras radicales en las organizaciones e influyen todos los aspectos de la vida del cliente”.	Empresarial	(Reis, Amorim, Melao, Matos, 2018) ¹² .
6	“Proceso de cambio de una organización o la sociedad habilitado por innovaciones y desarrollos de las tecnologías de información y comunicaciones. Incluye la habilidad de adoptar tecnologías rápidamente e incidir en elementos sociales y técnicos de los modelos de negocio, procesos, productos y estructura organizacional”.	Empresarial	(Bockshecker, Hackstein, & Baumöl, 2018). ¹³

10 Ismail, M. H. (11 de 2017). *Digital business transformation and strategy: What do we know so far?* Recuperado el 26 de 12 de 2019, de https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017NovPaper_Mariam.pdf

11 A. Fernández, F. Llorens, R. Molina, and A. Fernández Martínez (2017). *MD4U Model Digital maturity model for universities (MD4U)*. no. figure 1, pp. 1–1.

12 Reis, J., Amorim, M., Melão, N., & Matos, P. (2018). Digital transformation: a literature review and guidelines for future research. *Trends and Advances in Information Systems and Technologies: Volume 16*, 411–421.

13 Bockshecker, A., Hackstein, S., & Baumöl, U. (2018). *Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective – A literature review*.

No.	Concepto Transformación Digital	Sector	Autores - Fuente
7	Hace referencia específicamente a los efectos económicos y sociales derivados de la digitalización, el uso de tecnologías digitales y los datos para el desarrollo de nuevos productos y servicios.	Empresarial	(Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019) ¹⁴ .
8	La transformación digital es una serie de cambios profundos y coordinados en la cultura, el personal y la tecnología que posibilitan nuevos modelos educativos y operativos y transforman las operaciones, las direcciones estratégicas y la propuesta de valor de una institución”	Educación	(Grajek, Reinitz, 2019) ¹⁵
9	La transformación digital consiste tanto en digitalizar como en detectar cuál es el potencial de una tecnología para transformar los procesos de negocio de manera drástica o crear nuevos servicios o procesos de negocio estratégicos para mi organización basados en dicha tecnología.	Empresarial y Educativo	(Fernández, Llorens, Molina, 2019) ¹⁶
10	La transformación digital, término reciente, por tanto no existe aún un cuerpo de documentación académica asentado y consensuado. El propio concepto está en evolución y existen diferentes puntos de vista, definiciones, modelos y pasos para su implantación.	Educativo y Empresarial	(Fernández, Llorens, Molina, 2019)
11	La Transformación Digital (DT) se puede definir principalmente como un cambio organizacional. Se implementa con el uso de la tecnología en áreas como modelos de operación, modelos de cooperación con el entorno externo e interno, servicios prestados, tecnología utilizada y gestión de la información.	Educativo	(Mazurek, 2019) ¹⁷

14 Conpes 3855 - 2016, p. 38.

15 F. J. García-Peñalvo (2021). Avoiding the dark side of digital transformation in teaching. an institutional reference framework for eLearning in higher education. *Sustain.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–17.

16 A. Fernández, F. Llorens, R. Molina, and A. Fernández Martínez (2017). “MD4U Model Digital maturity model for universities (MD4U),” no. figure 1, pp. 1–14.

17 M. Deja, D. Rak, and B. Bell (2021). “Digital transformation readiness: perspectives on academia and library outcomes in information literacy,” *J. Acad. Librariansh.*, vol. 47, no. 5, p. 102403.

No.	Concepto Transformación Digital	Sector	Autores - Fuente
12	La transformación digital es algo más; es cuando digitalizamos la estrategia de la universidad. Y por eso la transformación digital no es algo que las universidades puedan implementar como proyectos individuales y aislados del resto.	Educativo	(Llorens, 2020)
13	La transformación digital es “una serie de cambios profundos y coordinados en la cultura, la fuerza laboral y la tecnología que permiten nuevos modelos educativos y operativos y transforman las operaciones, las direcciones estratégicas y la propuesta de valor de una institución.	Educativo	(Brooks, McCormack, 2020) ¹⁸
14	El propio concepto de transformación digital está en evolución y existen diferentes puntos de vista, definiciones, modelos y pasos para su implantación. Pero ya es momento de ir consensuando para que las universidades establezcamos estrategias para abordar esa transformación digital tan solicitada, apetible y necesaria.	Educativo	(Llorens, 2020)
15	Cambios estructurales en la economía, las organizaciones y la sociedad causados por la aplicación generalizada de tecnologías digitales y modelos de negocios digitales disruptivos.	Empresarial	(Machado, Secinaro, Calandra, Lanzalonga, 2021) ¹⁹
16	Diversos cambios en los negocios y la sociedad debido al mayor uso de las tecnologías digitales	Empresarial	(Veldhoven, Vanthienen, 2021) ²⁰

18 D. Christopher Brooks and Mark McCormack. (2019). “Leading Digital Transformation in Higher Education”. No. June, pp. 1–25.

19 A. de Bem Machado, S. Secinaro, D. Calandra, and F. Lanzalonga (2020). “Knowledge management and digital transformation for Industry 4.0: a structured literature review”. *Knowl. Manag. Res. Pract.*, vol. 20, no. 2, pp. 320–338.

20 Z. Van Veldhoven and J. Vanthienen (2021). “Digital transformation as an interaction-driven perspective between business, society, and technology,” *Electron. Mark.*

No.	Concepto Transformación Digital	Sector	Autores – Fuente
17	La transformación digital contribuye a la nueva configuración de la forma en que los ciudadanos viven, trabajan, piensan, interactúan y buscan constantemente experiencia práctica, mejora la eficiencia laboral, cambia fundamentalmente la forma en que los ciudadanos trabajan en función de la aplicación de tecnología moderna, ayuda a los líderes a mejorar su capacidad de predecir y planificar el futuro para lograr el progreso deseado.	Empresarial	Hai et al. (2021) ²¹
18	La transformación digital implica el nacimiento de muchas innovaciones, como Internet de las cosas (IoT), redes digitales, redes sociales, inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (ML) y big data.	Empresarial	T. N. Hai, Q. N. Van, and M. N. T. Tuyet Antonopoulou et al. (2021) ²²
19	La transformación digital es la transformación de las actividades, los procesos, las competencias y los modelos empresariales y organizacionales para aprovechar al máximo los cambios y las oportunidades de una combinación de tecnologías digitales y su impacto acelerado en todas las industrias de una manera estratégica y prioritaria, teniendo en cuenta los cambios presentes y futuros.	Empresarial	Upadrista (2021) ²³

Tabla 2. Definiciones sobre la temática de transformación digital

Fuente: Elaboración propia

Desde esta perspectiva se pueden analizar siete componentes clave del concepto de transformación digital en los sectores empresarial y educativo:

- 21 T. N. Hai, Q. N. Van & M. N. T. Tuyet. (2021). “Digital transformation: Opportunities and challenges for leaders in the emerging countries in response to Covid-19 pandemic”. *Emerg. Sci. J.*, vol. 5, no. Special Issue, pp. 21–36.
- 22 H. Antonopoulou, C. Halkiopoulos, O. Barlou, & G. N. Beligiannis. (2021). “Associations between traditional and digital leadership in academic environment: During the COVID-19 pandemic”. *Emerg. Sci. J.*, vol. 5, no. 4, pp. 405–428.
- 23 Upadrista, V. (2021). “Formula 4.0 for Digital Transformation: A Business-Driven Digital Transformation Framework for Industry 4.0”. Productivity Press.

- a. **Liderazgo:** El liderazgo es fundamental en la organización para la apropiación y adopción de procesos de transformación digital.
- b. **Digitalización:** Implica la implementación de procesos estratégicos u operativos orientados hacia lo digital.
- c. **Inversión:** La inversión se relaciona con la adopción o incorporación de nuevas tecnologías alineadas con la estrategia de la organización.
- d. **Fomento de innovación y nuevos modelos de negocio:** La transformación digital promueve la innovación y la creación de nuevos modelos de negocio.
- e. **Reorganización:** Esto implica la reorganización de métodos, procedimientos y estrategias en general, respaldados por Tecnologías de la Información (TI).
- f. **Mejora en procesos:** La transformación digital busca mejorar los procesos, lo que lleva a la competitividad y la adición de valor.
- g. **Desarrollo de nuevos productos y/o servicios:** La economía digital en constante evolución impulsa el desarrollo de nuevos productos y servicios.

En consecuencia, el impacto positivo de la apropiación y adopción de procesos de transformación digital en una organización destaca la importancia de presentar alternativas o soluciones al sector educativo de las Instituciones de Educación Superior (IES) en sus procesos misionales, como la Docencia, la Investigación, la Proyección social y la Administración. Estos procesos operativos y estratégicos son fundamentales para que una IES sea competitiva y se mantenga en constante evolución en medio de una economía digital.

La sociedad y la industria 5.0 como fuerzas impulsoras de las Fuerzas Militares a nivel global

El concepto de Sociedad 5.0 e Industria 5.0 no es una simple continuación cronológica o alternativa al paradigma de la Industria 4.0. La Sociedad 5.0 pretende situar al ser humano en el centro de la innovación, aprovechando el impacto de la tecnología y los resultados de la Industria 4.0, con la integración de tecnologías emergentes habilitadoras para mejorar la calidad de vida, la responsabilidad social y la sostenibilidad. Esta perspectiva innovadora comparte similitudes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y tiene implicaciones significativas para la transformación de las universidades.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) están llamadas a producir y generar conocimiento para las nuevas tecnologías y la innovación social. Con este análisis, se pretende identificar y argumentar que la digitalización abre nuevas perspectivas ideológicas, comunicativas, cognitivas y tecnológicas para los profesionales en las universidades, permitiéndoles convertirse en gestores de cambio en la sociedad del conocimiento mediante la incorporación de la transformación digital. Una de las características distintivas es abordar la innovación orientada al crecimiento del ser humano, impulsando así el desarrollo de nuevos modelos cooperativos que permitan la creación de nuevas propuestas en procesos sostenibles.

La educación superior mediada por tecnologías emergentes habilitadoras integra el desarrollo de un ecosistema compuesto por métodos, técnicas, estrategias y medios. Desde una perspectiva de procesos instruccionales, esto constituye un trabajo colaborativo que permite la transferencia de información de carácter cognitivo y mensajes formativos a través de medios no tradicionales (tecnología). El uso adecuado de recursos para la presentación de información y el desarrollo de competencias/habilidades

individuales son aspectos fundamentales que las instituciones de educación superior buscan mejorar.

La introducción de la computadora en el entorno educativo requiere adoptar nuevos enfoques de enseñanza. Según Roszack (2005), como menciona Aparici (2010), cuando las computadoras se incorporan en las aulas, es crucial que tanto profesores como alumnos comprendan la diferencia entre el procesamiento de información por parte de las máquinas y el pensamiento humano. Sin embargo, debido al aura de veneración que rodea a las computadoras, la distinción entre la mente y la máquina tiende a desdibujarse²⁴.

La anterior perspectiva converge con el aporte de Aparicio (2020)²⁵ quien sostiene que “con nuevas o viejas tecnologías es imprescindible preguntarse sobre nuevas formas de transformaciones digitales”. Los cambios metodológicos, la búsqueda de nuevos modelos pedagógicos y las prácticas interactivas mediadas por recursos tecnológicos, nos guían hacia un diálogo que conllevan a generar cuestionamientos que están más allá del uso y conocimiento de una tecnología u otra [...] es necesario pensar en otras alfabetizaciones dado que la actual responde al modelo de la sociedad industrial; en consecuencia la sociedad de la información exige la puesta en marcha de otras concepciones sobre una alfabetización que no se limite a la lectoescritura, sino que considere todas las formas y lenguajes de comunicación” (Márquez Díaz, 2017). En este sentido Letaifa (2015) propone la realización y ejecución de un modelo inteligente (Smart Model) para gestionar componentes, subsistemas y categorías de valoración a partir de un alcance (objetivos, misión, visión, valores, recursos, liderazgo y políticas), con una mentalidad (diversidad de actores, inteligencia colectiva y articulación de recursos),

24 Aparici, R. (comp.) (2010). *Educomunicación: más allá de la web 2.0*. Barcelona, Edisa

25 Aparicio-Gómez, O. Y. y Ostos-Ortiz, O. L. (2020). *Aprendizaje continuo*. Universidad Santo Tomás. Working Paper No. 197511 DOI: 10.13140/RG.2.2.14612.94081

agilidad (co-creación ciudadana, legitimidad, convergencia, iteración e integración), rigor (planes de acción y proyectos), transformación cultural (roles habilitadores, nuevos servicios para ciudadanos, empresas y gobiernos)²⁶.

Por consiguiente, los cambios generados por la industria 4.0 enmarcan aspectos como: a) integración de TIC en la industria de manufactura y de servicios, b) transformación de las empresas de manufactura en empresas de TIC, c) nuevos paradigmas y tecnologías para ser negocio, d) negocios enfocados en plataformas, personas y dispositivos que permiten un espacio en datos. Estos aspectos mencionados demandan de los sectores, incluyendo los escenarios educativos, generar soluciones en big data, analítica de datos, inteligencia artificial, nuevas culturas digitales y, por ende, transformación digital en sus procesos y modelos de negocio.

De manera que, el impacto en Tecnologías Emergentes – Habilitadoras y el aporte en procesos para la industria 4.0 orientadas en el sector productivo específicamente empresas manufactureras, surge como una explicación al concepto de transformación digital para el sector de la educación, identificando una vez más que las instituciones de educación deben estar preparadas para desarrollar en sus estudiantes competencias necesarias para la vida, según menciona la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1993, definidas como: *aquellas aptitudes necesarias para tener un comportamiento adecuado y positivo que nos permita enfrentar eficazmente las exigencias y retos de la vida diaria*²⁷.

26 Letaifa, S. B. (2015). How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. Journal of Business Research, 68(7), 1414–1419. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.024>

27 Organización Mundial de la Salud. (1993). Enseñanza en los colegios de las habilidades para vivir. Recuperado de: http://centroderrecursos.alboan.org/ebooks/0000/0148/Ense%C3%B1anza_en_los_colegios_de_las_habilidades_para_la_vida.pdf

Para la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), el área de formación relacionado con las estrategias para el desarrollo aéreo y espacial, menciona que a través de la evolución de procesos, recursos y tecnología en general se podrá: *“lograr la adquisición del material y equipo requerido, alcanzando la consolidación de las capacidades que garantizan la superioridad y dominio en el aire, el espacio y ciberespacio”* (FAC, 2020)²⁸.

Cabe resaltar que el ciberespacio es un sitio donde las tecnologías emergentes hacen presencia, evolucionando continuamente para ofrecer mejoras en la productividad y rendimiento, aspecto que los aprendices deben considerar para absorber las mejores herramientas que posteriormente emplearán para ampliar su conocimiento.

Los ODS ofrecen una oportunidad a quienes tienen la responsabilidad de elaborar los diseños o rediseños de los planes de estudio de las distintas profesiones, para adaptarlos y concretar, definir y evaluar con claridad las nuevas competencias transversales.

Según cual sea el ámbito profesional objeto de la formación, algunos ODS pueden ser más adecuados y próximos que otros, por lo que no es necesario asumir todas las metas, así como todas las competencias transversales, sino aplicarlas a los ámbitos propios de cada rama de conocimiento y de cada titulación. (Cubero, 2019)²⁹

Promover los procesos de transformación digital, cultural y seguridad de la información mediante el uso de tecnologías emergentes es un elemento fundamental para transformar el entorno de la Fuerza Aérea Colombiana. Formar bases teóricas sólidas y trascendentales es necesario

28 Fuerza Aérea Colombiana. (2020). Estrategia para el desarrollo aéreo y espacial Fuerza Aérea Colombiana 2042. Fuerza Aérea Colombiana. <https://www.fac.mil.co/sites/default/files/2021-04/edaes.pdf>

29 Cubero, J. (2019). Integración de los ODS y las competencias transversales en el ámbito universitario. Forum calidad, Año 29, N° 298, pp. 44-53

para mejorar el desarrollo de productos finales como recursos de información y comunicación (RIC), desde la utilización de tecnologías en educación virtual. La FAC se encuentra en el planteamiento de estrategias funcionales de formación y adquisición de competencias para la vida en tecnologías emergentes orientadas a la seguridad informática. Por lo tanto, preparar, ilustrar y diagnosticar el estado del conocimiento frente a la apropiación de estos factores convertirán a los Cadetes de la EMAVI en profesionales críticos, analíticos y reflexivos, identificando propuestas y necesidades relacionadas con las tecnologías emergentes habilitadoras, de acuerdo con lo postulado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial de la Fuerza Aérea 2042.

El presente libro refiere el concepto de tecnologías en la educación desde la comprensión de la transformación digital, en procesos de investigaciones académicas por más de treinta años. En esta línea, se ha investigado la relación con la seguridad de información y explorando mediante el proceso de aprendizaje inteligente para desarrollarse en contextos empresariales y educativos de manera tradicional o puestos de trabajo, con el fin de dar soporte a la educación formal y a la educación a lo largo de toda la vida. ¡Es hora de transformaciones fundamentales en la educación! ¡Hay que potenciar la efectividad de los profesores para maximizar las potencialidades de los estudiantes! (Chaudhry V.K., Gunning D., Lane Ch., Roschelle J., 2013)³⁰.

En consecuencia, la relación de tecnologías emergentes en la educación evidencia enfoques donde los datos son usados para el desarrollo de programas diseñados con base en la analítica de búsquedas de usuarios de redes sociales. En cambio, se evidencian cinco enfoques que ofrecen un

30 Chaudhri, V.K., Lane, H.C., Gunning, D., & Roschelle, J. (2013). Intelligent Learning Technologies: Applications of Artificial Intelligence to Contemporary and Emerging Educational Challenges. *AI Magazine*, 34(3), pp. 10-12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v34i3.2482>

panorama de fortalecimiento para la educación, concibiendo el proceso de transformación digital como un medio y no como un fin, a través de la relación de recursos de información y comunicación que generan aportes a la formación de profesionales en ingeniería, tales como:

- Educación personalizada centrada en el usuario
- Consolidación de más información para la toma de decisiones
- Trazabilidad de desempeño académico
- Posibilita la perspectiva de futuro
- Involucramiento de actores (convergen en el escenario los estudiantes, padres e instituciones).

Asimismo, las áreas de formación específicas en ingeniería generan la capacidad de identificar habilidades de pensamiento crítico en relación con la identificación de necesidades en el entorno, la creatividad e ingeniería de software, la administración de sistemas de información, la administración y diseño de redes y la auditoría de sistemas. En este contexto, se adquiere un autoaprendizaje, tal como lo refiere el desempeño de tecnologías y es definido por Pearson³¹ – University College of Londres como: *“la consecución de un entendimiento más profundo y exacto de cómo ocurre el proceso de aprendizaje en los estudiantes.”* Rose Luckin, R. Holmes, W., Griffiths, M., Forcier, L.B. (2016)³².

En Red Tecnológica (2015) se plantean las formas o vías en las que las tecnologías de la Información, la transformación digital y la seguridad de la Información contribuyen desde seis componentes a generar cambios en los procesos de formación en la educación:

³¹ Pearson – University College of Londres.

³² Rodríguez, G. D. L. C. L., & Brito, S. M. V. La inteligencia artificial en la educación superior. Oportunidades y Amenazas. Artificial intelligence in higher education. Opportunities and Threats.

1. Automatización de tareas administrativas docentes
2. Software para brindar educación personalizada
3. Identificación de temáticas en asignaturas de ingeniería
4. Nuevo significado del rol de tutores de aula en tiempos sincrónicos y asincrónicos
5. Organización de unidades temáticas en los sílabos
6. Uso de datos de manera inteligente para enseñar y apoyar al estudiante³³

El análisis de datos y, en particular, el conjunto de datos masivos (Big Data), permite la transición hacia nuevos modos de concepción de la educación. En este sentido, esta disciplina contribuye a generar nuevas instancias para pensar la educación, dotándola principalmente de elementos que se centran en el usuario, ajustando la oferta a través de la trazabilidad de la huella digital. En otras palabras, hablamos de un nuevo escenario pedagógico conocido como la relación entre analítica de aprendizaje, inteligencia artificial y transformación digital, sobre el cual Ferguson-Patrick, Macqueen y Reynolds (2014) ha manifestado que este escenario se encarga de analizar toda la variedad de datos recolectados en el proceso de formación. La analítica de aprendizaje resulta útil no solo para monitorear el rendimiento académico, el aprendizaje inteligente y los procesos de transformación digital en ámbitos de interacción del usuario, considerando variables como la frecuencia de acceso, la participación en foros, las discusiones temáticas, entre otros contenidos inherentes a la consecución de una comunidad virtual de aprendizaje³⁴.

33 Red Tecnológica (2015). *9 formas en las que la Inteligencia Artificial podría cambiar la educación*. <http://www.redtecnologica.org/blog/2015/09/08/9-formas-en-las-que-la-inteligencia-artificial-podriacambiar-la-educacion/#.WXUotumQzIU>

34 Ferguson-Patrick, Kate; Macqueen, Suzanne y Reynolds, Ruth (2014). Pre-service teacher perspectives on the importance of global education: world and classroom views, *Teachers and Teaching: Theory and Practice* (Reino Unido), vol. 20, núm. 4, pp. 470-482. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/13540602.2014.881639> (consultado: 9 de marzo de 2016).

Desde la anterior perspectiva y mediante el desarrollo del proyecto de investigación, se busca mejorar las condiciones frente a la adquisición de conocimiento en el manejo de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), específicamente desde la transformación digital, inteligencia artificial y analítica de aprendizaje. Estas áreas temáticas fueron elegidas acorde a las necesidades de fortalecer las habilidades de pensamiento crítico computacional de los Ingenieros Informáticos en la Escuela de Militar de Aviación (EMAVI), preparándose para los nuevos requerimientos de evolución e inserción de tecnología. Los anteriores temas serán estructurados mediante recursos de información y comunicación (RIC), teniendo presente que este tipo de solución en el campo educativo permite: **a. descentralizar el conocimiento:** acceder a cualquier hora en cualquier lugar al contenido de formación; **b. flexibilidad de horarios:** permite que los usuarios puedan aprender a su ritmo y de acuerdo con las fechas establecidas por los instructores (Docentes); **c. evaluación y retroalimentación:** las evaluaciones proporcionan establecer el nivel de adopción de conocimiento previo, durante y después de la ejecución del plan de formación, sin embargo, deberá contar con retroalimentación del concepto para fortalecer lo aprendido; **d. espacio colaborativo:** permite que los aprendices puedan absorber conocimiento de los demás participantes, haciendo posible la creación de una red de conocimiento transversal a la estrategia y temática de formación.

La identificación de estructuras conceptuales orientadas a Transformación Digital, Seguridad de la Información y Tecnologías Emergentes permite la construcción de recursos de información tecnológicos dirigidos hacia la apropiación efectiva de información en profesionales. Se promueve un pensamiento crítico computacional como una habilidad para el desarrollo de actividades, procesos y proyectos en los niveles de formación educativa. Esto permite que los cadetes y alféreces integren procesos cognitivos, culturales, tecnológicos y comunicativos, permitiendo comprender la relación de:

El pensamiento crítico computacional que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática. El pensamiento crítico computacional incluye una gama de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la informática (Wing, 2006)³⁵

en otras palabras,

Se trata de una forma de pensar que propicia el análisis y la relación de ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos (Zapata-Ros, 2015)³⁶

Es decir, que es aplicable en un escenario educativo basado en la resolución de problemas del mundo real, como medio para construir el conocimiento (Téllez-Ramírez, 2019)³⁷. El desarrollo de temáticas orientadas a comprender el quehacer del uso de Tecnologías de la Información (TI) de investigación permite la **“Apropiación de Sistemas Computacionales y Tecnologías Emergentes Orientados en el Campo de la Seguridad de Información”**, siendo una alternativa a las estrategias de formación presencial y mediada por recursos tecnológicos al interior de la Escuela Militar de Aviación (EMAVI). Especialmente se enfoca en el uso de tecnologías emergentes habilitadoras, utilizando las habilidades de pensamiento crítico computacional para transmitir el conocimiento de manera colaborativa y cooperativa, al nivel y ritmo de cada cadete y alférez. Esto es especialmente relevante en el área de ingeniería,

35 Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

36 Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. RED. *Revista de Educación a Distancia*. Número 46. 15 de Septiembre de 2015. Consultado el (dd/mm/aa) en <http://www.um.es/ead/red/46>

37 Téllez Ramírez, M. (2019). Pensamiento computacional: una competencia del siglo XXI. *Educación Superior*, 6(1), 23–32. Recuperado en 13 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-82832019000100007&lng=es&tlng=es.

donde se requiere contar con conocimientos concretos en seguridad informática, transformación digital y tecnologías emergentes desde una perspectiva de aprendizaje inteligente para el desarrollo de sus actividades y labores en relación a los procesos internos de la organización.

El aporte del libro se enfoca en comprender y analizar las diferentes tecnologías desde un aprendizaje inteligente, integrando los resultados de apropiación y adaptación de procesos de transformación digital cultural mediante un entorno colaborativo orientado a los programas de ingeniería. Esto permite abordar características de oportunidad, acceso, conocimiento y habilidades de pensamiento crítico computacional con relación al uso y conocimiento de tecnología, y en particular, de recursos digitales e inteligentes. Esta integración práctica en la apropiación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) es esencial para participar plenamente en la sociedad del siglo XXI (Schejter, Harush, Rivka, & Tirosh, 2015)³⁸.

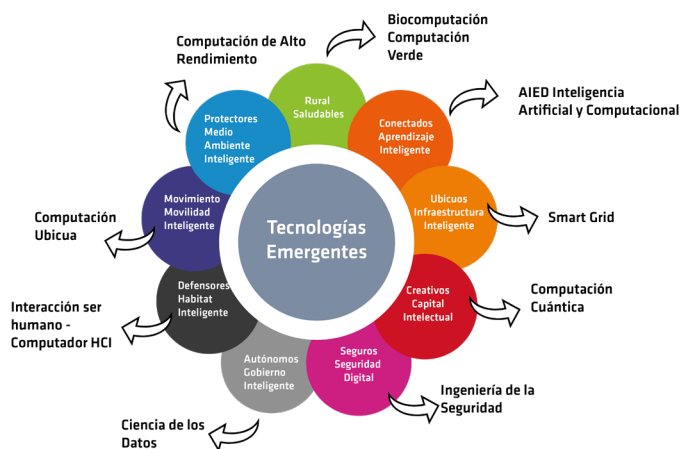


Figura 1. Identificación de Tecnologías Emergentes.

Fuente: Elaboración propia

38 Schejter, A., Ben Harush, O. R., & Tirosh, N. (2015). Re-theorizing the “digital divide”: Identifying dimensions of social exclusion in contemporary media technologies. In FACE conference: European media policy 2015: New contexts, new approaches.

En la Figura 1, se abordan las tecnologías emergentes habilitadoras en la formación de ingenieros mediante procesos de innovación, donde las tecnologías digitales e inteligentes sirven como medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la operación, los servicios urbanos y la competitividad. Esto permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras respecto a aspectos económicos, tecnológicos, sociales, ambientales y culturales. Según Ibrahim, El-Zaart, & Adams (2018)³⁹, estas dimensiones incluyen una economía inteligente (competitividad), medio ambiente inteligente (recursos naturales), gobernanza inteligente (participación), vida inteligente (calidad de vida), movilidad inteligente (transporte), gente inteligente (capital social y humano), y otras dimensiones para la sostenibilidad y la resiliencia como el aprendizaje inteligente, infraestructura inteligente, salud inteligente, seguridad inteligente, zonas rurales inteligentes y creatividad inteligente.

Asimismo, la integración de un Modelo de Sistema de Aprendizaje y Tutoría Inteligente desde la seguridad en el desarrollo de recursos de información, propuesto por Peter Brusilovsky⁴⁰, profesor e investigador de la Escuela de Ciencias de la Información de la Universidad de Pittsburgh, permite la comprensión de dos módulos fundamentales: 1) el módulo de sistema (que incluye el modelo del estudiante, el modelo de enseñanza, el modelo de conocimiento y el modelo de interfaz) y 2) el motor adaptativo inteligente o de tecnologías inteligentes, como se observa en la Figura 2.

39 Ibrahim, M., El-Zaart, A., & Adams, C. (2018). Smart sustainable cities roadmap: Readiness for transformation towards urban sustainability. *Sustainable cities and society*, 37, pp. 530–540.

40 Mendoza, M. (2014). Modelos de Usuario y Sistemas Adaptativos de Aprendizaje. In *Primer Congreso Internacional de Investigación en Ingeniería de Sistemas. CIIIS* (pp. 206–213).

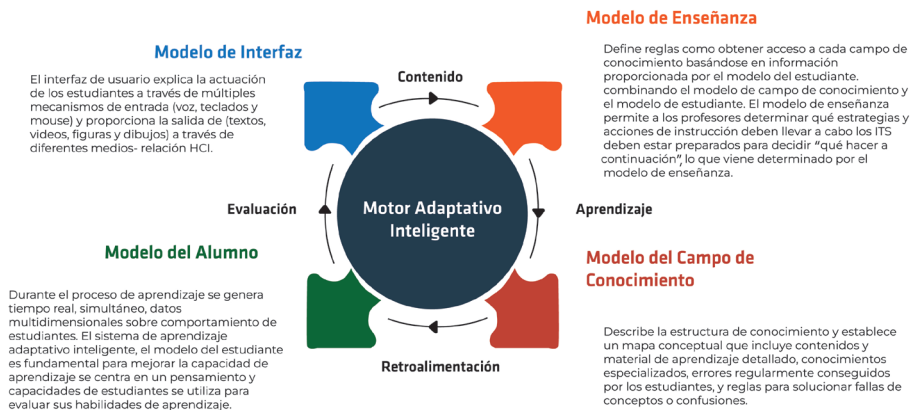


Figura 2. Modelos de sistema de aprendizaje y tutoría inteligente

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 2, se integra el concepto de Tutoría Inteligente, tal y como se expresa Caro, Jsyula y Jiménez (2015): “Son ambientes virtuales de aprendizaje educativos, diseñados para ofrecer instrucción y apoyar continuamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de la construcción, actualización y análisis que reflejan los aspectos las temáticas, técnicas y procedimientos en las áreas de conocimiento para realizar un aprendizaje en el aula”⁴¹.

En consecuencia, el uso y conocimiento de tecnologías emergentes habilitadoras orientadas hacia una tutoría inteligente construyen y actualizan sistemáticamente un plan instruccional basado en las necesidades del estudiante, diseñado para identificar y determinar los métodos más idóneos para adquirir el conocimiento.

⁴¹ Caro, M.F., Jsyula, D.P., & Jiménez, J.A. (2015). Modelo pedagógico multinivel para la personalización de estrategias pedagógicas en sistemas tutoriales inteligentes. *DYNA*(Colombia), 82(194), 185-193. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n194.49279>

Los sistemas tutores inteligentes:

Aprenden del estudiante para modificar sus propios conocimientos, tal y como lo hace un tutor humano. Manejan algún tipo de experiencia sobre el dominio que se espera enseñar y pueden razonar acerca del dominio, solucionar problemas, evaluar, detectar errores, brindar sugerencias, ejemplos, simulaciones, recomendaciones y explicaciones, o mostrar la traza de sus inferencias. (Ainsworth y Fleming 2006; Jiménez, 2006)⁴²

En concordancia, los sistemas permiten caracterizar el comportamiento de un grupo y el de los individuos que lo componen a través de un conjunto de atributos o etiquetas. El agente facilitador utiliza estos atributos introducidos por los estudiantes (cadetes y alféreces) para ofrecer sugerencias y consejos con el objetivo de mejorar la interacción dentro de cada grupo. Los ambientes de aprendizaje colaborativos, mediados por tecnologías emergentes habilitadoras orientadas a la seguridad, preparan al estudiante para participar activamente en la construcción colectiva. En estos entornos, el aprendizaje colaborativo y el trabajo grupal apuntan a compartir experiencias y conocimientos, y a aceptar el punto de vista de otros, para construir un consenso con los demás.

La transformación digital y cultural es un proceso que las organizaciones requieren para mejorar su calidad en el servicio prestado. Por lo tanto, deben incluir las mejores prácticas para adoptar recursos tecnológicos que permitan transmitir conocimiento y desarrollar habilidades comunicativas, tecnológicas, de pensamiento y colaborativas. Según Guzmán (2019), en la nueva normalidad educativa y laboral se establece que:

42 Ainsworth, S. and Fleming, P. (2006). Evaluating authoring tools for teachers as instructional designers. En: *Computers in Human Behavior*, p. 22.

La manera de contratar al personal ha evolucionado. Ya no es suficiente con haber estudiado una carrera (p.22).

Por ende, actualmente se requiere una perspectiva global y glocal para adaptarse a los perfiles demandados por las organizaciones, lo cual implica el desarrollo de competencias específicas en el ámbito profesional que reflejen la capacidad de aprovechar conocimientos en tecnologías y recursos de información y comunicación como una ventaja cognitiva frente a diversas propuestas en la sociedad. En este contexto, se hace referencia a la Encuesta de Habilidades al Trabajo (ENHAT) del año 2019, publicada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la cual señala que la falta de habilidades emocionales representa una de las principales dificultades para cubrir vacantes, con un porcentaje del 32.3%. Además, se hace mención al “Sistema de Identificación de Demanda de Habilidades” como un punto de referencia (Super User, 2019)⁴³.

1. Generación de Información para la Orientación de Decisiones en Oferta y Demanda de Habilidades

La búsqueda de información dirigida a hogares, empresas y proveedores de formación, con el propósito de orientar decisiones en la oferta y demanda de habilidades e insumos a hacedores de políticas públicas, se lleva a cabo mediante diversas herramientas (González-Velosa & Rucci, 2016)⁴⁴.

En primer lugar, se emplean modelos econométricos, los cuales, aunque son consistentes e integrales, requieren datos de calidad

43 Super User. (2019, septiembre 6). Soft skills se convierten en una ventaja competitiva en el mundo laboral. Diario El Regional de Piura. <https://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/miscelaneas/170-sociales/36718-soft-skills-se-convierten-en-una-ventaja-competitiva-en-el-mundo-laboral>

44 González-Velosa, C., & Rucci, G. (2016). *Métodos para anticipar demandas de habilidades*. Nota Técnica IDB-TN-954. Febrero.

no siempre disponibles y, por lo general, no proporcionan el nivel de detalle necesario para el diseño de políticas educativas y de capacitación (González-Velosa & Rucci, 2016).

En segundo lugar, se incorporan datos administrativos o big data sobre vacantes, ofreciendo resultados coyunturales y con un alcance de corto plazo. Sin embargo, en muchos casos, estos instrumentos solo ofrecen información sobre demandas de ocupaciones y no sobre calificaciones o habilidades (González-Velosa & Rucci, 2016).

En tercer lugar, se utilizan Observatorios Laborales, los cuales emplean información proveniente de entrevistas a grupos focalizados, mesas redondas e información cuantitativa y cualitativa para definir detalladamente las habilidades requeridas por la industria (Alaimo et al., 2015). Este tipo de herramientas permite realizar análisis parciales y enfocados solo en un sector.

Finalmente, se recurre a encuestas a empresas, que pueden ser representativas a nivel nacional y tienen la ventaja de ser fáciles de interpretar y administrar. Ejemplos notables de este tipo de encuestas incluyen la National Employer Skills Survey (UKCES) del Reino Unido y la encuesta del Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop). Estas encuestas permiten obtener información detallada, consistente y comparable en el tiempo y entre países (González-Velosa & Rucci, 2016). A diferencia de otras herramientas, las encuestas también permiten recoger información a partir de un marco analítico que informa no solo sobre posibles desajustes entre la oferta y demanda de habilidades, sino también sobre sus causas y estrategias para minimizarlos.

Desde la perspectiva de la Fuerza Aeroespacial Colombiana y la Escuela Militar se identifica la apropiación de procesos de adopción en tecnología,

que permiten beneficios y oportunidades orientadas a: a) apropiación, uso y mejora continua dentro de las funciones misionales, b) integración del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No. 4 – Educación de Calidad, propuesto desde la Estrategia para el Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Colombiana 2042, estructurado en el área misional de: Gestión, Apoyo y Desarrollo Proyectivo, en conjunto con el Plan Estratégico Militar (PEM) de Proyectar perdurabilidad institucional robusteciendo los mecanismos de protección de la fuerza y el respeto por los DD.HH y DIH y el Plan Institucional FAC para Consolidar el sistema de ciencia, tecnología e innovación institucional.

En consecuencia, el proceso de transformar el entorno educativo mediante tecnología para proyectar a la Fuerza Aérea Colombiana, en la Escuela Militar de Aviación hacia la automatización del aprendizaje y creación de planes estratégicos en la disrupción del conocimiento y habilidades para el cumplimiento para Ejercer el dominio en el aire, el espacio y el ciberespacio.

Educación del siglo XXI

La evolución de tecnología en el descubrimiento de nuevos horizontes donde las competencias empresariales e interpersonales se destaquen, permiten que la nueva sociedad del conocimiento se reestructure en dos componentes: *1) la forma en que realizan sus actividades cotidianas. 2. la formación de grupos empresariales para el desarrollo de competencias* que aseguren la apropiación de tecnologías, desde la diversidad de medios informáticos, actualmente indispensables en la integración de tecnologías sobre procesos de enseñanza – aprendizaje inteligente mediados por tecnología que permiten el cambio de la praxis de la docencia (Montoliu y Reparaz Abaitua, 2011)⁴⁵.

⁴⁵ Duart-Montoliu, J. M., & Reparaz-Abaitua, C. (2011). Enseñar y aprender con las TIC. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/18342/2/ESE%209-19.pdf>

Es por esto que se evidencia que la mayoría de las instituciones educativas (privadas/públicas) disponen de aulas adecuadas para la realización de “seminarios, talleres y/o prácticas formativas”. Es imposible imaginar estos lugares sin el uso de ordenadores, considerando la evolución obtenida de la cuarta revolución industrial. Esto conlleva una búsqueda exhaustiva y evaluación del entorno para mejorar los procesos internos de las empresas/organizaciones o entidades de educación en sus distintos niveles (básica, media y superior).

En esta línea, es posible constatar que los costos de construcción y adecuación de aulas educativas son elevados. No se trata únicamente de dotarlas con tecnología de última generación (gama baja, media o alta), aplicaciones (de escritorio o web) y conectividad (fibra o satelital). Por el contrario, se debe analizar la posibilidad de elegir una dotación específica y puntual que cumpla con las necesidades del entorno. Es crucial tener presente la realización de operaciones de mantenimiento, renovación y seguridad a un costo adecuado y de calidad (Felicísimo Pérez & García-Villanueva, 2015)⁴⁶.

Respecto a las consecuencias (Tecno/Pedagógicas) de un aula para formación, es posible identificar con claridad, el costo de mantenimiento fundamental e incluye: *a. Actualizaciones del software en cada equipo; b. Mantenimiento físico de la infraestructura tecnológica; c. Necesidad de gestionar y evaluar la seguridad en el acceso; d. Espacios en disco comunes e individuales para cada profesor y alumno; e. Gestión de usuarios; f. Copias de seguridad; g. Limpieza periódica de las unidades de disco*. Estas consideraciones se derivan de centros/aulas que disponen de recursos de información y comunicación limitados donde solo se evidencia la realización de un mantenimiento mínimo/básico y que, por ejemplo, la gestión de espacios y las copias de seguridad no se contemplan o

46 Felicísimo, Á. M., & García-Villanueva, A. (2015). Uso de escritorios remotos en la enseñanza: una experiencia con aplicaciones de código abierto. *Ciencia, docencia y tecnología*, (50), 207-223.

que las actualizaciones de software, equipo a equipo, se realicen sólo ocasionalmente. Adicionalmente, la renovación física de los equipos suele alargarse más allá de la vida media prevista de fábrica, estimada entre los tres a cuatro años, como se puede evidenciar en la Tabla 5.

Característica/Antecedente	Solución provista
Son comunes las aulas con equipos obsoletos que no son renovados más que cuando ya es evidente su incapacidad para ayudar a la docencia.	Utilizar infraestructura en línea para maximizar el alcance de las aulas, virtualizando la educación, empleando métodos como videos, infografías, audiolibros y actividades didácticas para generar una experiencia óptima sobre los estudiantes/aprendices.
Los equipos habrán sido conservados a pesar de sus evidentes deficiencias, lo que repercute en la calidad de la enseñanza y en la apreciación del alumno sobre medios y métodos docentes.	
Es común que los equipos acumulen programas y ficheros de forma caótica, que sólo contribuyen a reducir aún más su rendimiento, sin que se realice una supervisión y limpieza sistemáticas por falta de tiempo y de medios.	El desarrollo cognitivo de los individuos se basa en las experiencias, por ende, quien apropia tecnologías emergentes puede gestionar su propio conocimiento.

Tabla 5. Característica vs Solución provista desde la inclusión de TIC

Fuente: Elaboración propia

Mediante la Tabla 5, es posible evidenciar algunas características del entorno tecnológico y educativo donde es necesario permear el conocimiento al igual que optimizar la infraestructura TIC que los mueve, que permite la combinación del trabajo en equipo siendo la puerta necesaria para una nueva generación que disponga de las herramientas necesarias generadoras de productividad y avances relevantes sobre soluciones a los nuevos requerimientos en la sociedad del Conocimiento/ Sociedad Postindustrial (Westreicher, 2020)⁴⁷

⁴⁷ Westreicher, G. (09 de septiembre de 2020). *Sociedad*. Recuperado el 23 de noviembre de 2021, de <https://economipedia.com/definiciones/sociedad.html>

Actualizar periódicamente los ordenadores de las aulas tecnológicas, mediante una inversión escalonada y con el propósito de mejorar la educación, son la esperanza para abrir puertas a futuros emprendedores y profesionales. (Felicísimo Pérez & García-Villanueva, 2015)

De este modo, la era contemporánea permite generar nuevas alternativas a estrategias de formación descentralizadas del aula de clases presencial, siendo una alternativa llamativa hacia las instituciones de educación (básica, media y superior). El alcance de la tecnología ha alcanzado las fibras de la educación virtual, mediada por el desarrollo de tecnologías habilitadoras emergentes que permiten un ambiente preparado con las mejores estrategias de formación, adaptadas a las necesidades del entorno y sustentando temáticas de vanguardia que generan interés sobre los cadetes y alféreces. Por lo tanto, la experimentación y el conocimiento de las necesidades del entorno son un factor vital para transformar el entorno/sociedad contemporánea.

Una alternativa empleada dentro de las mediaciones tecnológicas y recursos habilitadores son los LMS o Learning Management Systems, los cuales involucran una serie de recursos tecnológicos, operativos y administrativos necesarios para mantener un flujo continuo sobre el funcionamiento de un ambiente virtual. En términos explícitos, este tipo de sistema manejador del aprendizaje debe contar con un equipo de TI que se encargue de la instalación, configuración y adaptación del LMS. Además, debe contar con una infraestructura tecnológica “in house”, tales como máquinas, espacio de almacenamiento, funcionalidades de red y seguridad, necesarias para su administración (Herrera et al., 2019).

Según el Ministerio de las TIC (MINTIC)⁴⁸, entidad que regula el uso y adopción de tecnología en Colombia, en los últimos cinco años la

48 <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/MinTIC-en-los-medios/160575:Colombia-se-destaca-con-crecimiento-de-las-TIC>

industria tecnológica ha experimentado un crecimiento importante del 28,5% anual en promedio. Esto ha incrementado las oportunidades para la vinculación de ingenieros, especialmente los de sistemas. Sin embargo, es importante destacar que existe un déficit de egresados inferior a la demanda de los ingenieros (Dinero, 2014). Lo anterior obliga a las instituciones de educación superior (IES) a ofertar programas en esta área con formación sólida y condiciones de calidad que garanticen a futuros profesionales un factor diferenciador hacia la consecución de los objetivos y las necesidades nacionales relacionadas con las tecnologías de la información y comunicación (TIC), manejando claramente aspectos teórico-prácticos y de formación integral.

Según Francisco Delgado Cepeda (2017), “Los niños experimentan con cada aplicación que utilizan y aprenden por sí solos”⁴⁹. Esto conlleva a la creación de aplicaciones que puedan ser indistintas del tipo de usuario final del aplicativo. Por lo tanto, una de las etapas más representativas de la sociedad y los individuos es la niñez, donde se debe considerar que ellos son la prueba en su gran extensión de la palabra, debido a que son los encargados de evidenciar algunas falencias en aplicativos, popularmente conocidas en el ámbito de la creación de aplicaciones móviles, generando actualizaciones ya sea de robustez del aplicativo, facilidad de uso o también tiempos de respuesta en conjunto con la parte visual y de contenidos audiovisuales. Lo anterior garantiza que las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC) agrupen estos aspectos y realicen productos capaces de enfatizar un proceso de alimentación del conocimiento fácil, de modo que en la actualidad los ambientes mediados por tecnología multifunción cumplan con las expectativas del usuario y satisfagan sus necesidades.

49 Delgado Cepeda, F. J. (2017). La evolución del aprendizaje móvil. Observatorio. Instituto para el futuro de la educación. *Tecnológico de Monterrey*. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/2017-6-12-la-evolucion-del-aprendizaje-mvil/>

La educación mediada por tecnología emergente habilitadora permea en educación un ecosistema de métodos, técnicas, estrategias y medios, desde una perspectiva basada en procesos instruccionales. Constituye un trabajo conjunto para permitir la transferencia de conocimiento mediante medios no tradicionales (tecnología)⁵⁰; Lo anterior no es una camisa de fuerza para generar requerimientos en la formación presencial y circunscrito a un recinto específico. Por el contrario, mediante un diseño instruccional de calidad, acompañado de recursos apropiados al estilo de formación, se logra la excelencia en el proceso de aprendizaje.

La anterior perspectiva converge con el aporte de Aparicio (2010), quien sostiene que:

Con nuevas o viejas tecnologías es imprescindible preguntarse sobre nuevas formas de enseñar y aprender. Los cambios metodológicos, la búsqueda de nuevos modelos pedagógicos y las prácticas interactivas basadas en el diálogo son cuestiones que están más allá del uso de una tecnología u otra [...] es necesario pensar en otras alfabetizaciones ya que la actual responde al modelo de la sociedad industrial. La sociedad de la información exige la puesta en marcha de otras concepciones sobre una alfabetización que no se limite a la lectoescritura, sino que considere todas las formas y lenguajes de comunicación (p. 16-17)⁵¹.

Es evidente que la formación en la educación es una de las áreas donde más frutos se han recolectado al incluir TIC, destacando:

Las bondades en sus características alcanzan un alto potencial cuando existe claridad (por parte de quien las incorpora) mediante

50 Sabogal Modera, M. L. (2021). *Condiciones para el éxito de la innovación educativa mediada con tecnologías digitales en educación superior: Aprendizajes del caso de la Pontificia Universidad Javeriana*, Bogotá.

51 Aparici, R. (comp.) (2010). *Educomunicación: más allá de la web 2.0*. Barcelona: Edisa.

ese papel mediador que cumplen en las relaciones presentes en el triángulo interactivo: a. estudiantes y contenidos; b. profesor y contenidos; c. profesor y estudiantes” (UNESCO, 2016, p. 10)⁵²

Sobre esta línea surgen tendencias en el mundo global que pretenden reposicionar la educación como elemento que permitirá a los individuos mejorar el mundo, haciendo un cambio de paradigma, que pasa del enfoque tradicional en que se enfatiza en el aprendizaje inteligente por contenidos, a otro donde la prioridad sea el aprendizaje a través de la resolución de problemas del mundo real, que permitirá cimentar un mundo mejorado con individuos que construyen su aprendizaje (Prensky, 2016).

Esta aspiración de mejorar el mundo a través de la educación, en un escenario cada vez más tecnificado tiene muchos matices y desde luego dificultades, una de ellas es el evidente crecimiento de la brecha digital, que a lo largo de los años ha pasado por distintos momentos que permiten concebirla en la actualidad. (Téllez-Ramírez, 2019, p. 25)

Un aspecto que se debe tener en cuenta al momento de hablar de TIC y las metodologías existentes para solucionar problemáticas relacionadas con el entorno es el concepto de brecha digital, cuenta con diferentes formas de entenderlo. En primer lugar, se definía por la posibilidad de tener o no acceso a las TIC; después se trasladó a aquellos que teniendo la posibilidad de acceso las utilizan o no las utilizan, y, por último, la brecha digital se entiende por calidad y tipo de uso que hacemos de las TIC

52 UNESCO. (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica. Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Cali: Pontificia Universidad Javeriana.

(Cabero, 2015)⁵³; frente al desarrollo de competencias necesarias para la vida tanto laboral como cotidiana destaca el desarrollo del pensamiento crítico computacional, por ser aquel que permitirá a los estudiantes/aprendices de hoy en día, controlar la tecnología del futuro, puesto que:

El pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática. El pensamiento computacional incluye una gama de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la informática. (Wing, 2006, p. 33)

En otras palabras:

Se trata de una forma de pensar que propicia el análisis y la relación de ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos (Zapata-Ros, 2015, p. 3)

Apropiación de tecnologías emergentes bajo la visión FAC - EMAVI 2042

La visión sobre la inclusión de tecnologías emergentes habilitadoras desde la estrategia para el desarrollo aéreo y espacial de la Fuerza Aérea Colombiana 2042 fomenta la base fundamental para transformar el entorno tanto aéreo, espacial y cibernético. Se estructuran en la consolidación de los objetivos de desarrollo sostenible, donde el fortalecimiento de la doctrina y gestión de conocimiento enlazado con el ODS número 4, relacionado con la educación de calidad, puede ser empleado como método para:

53 Cabero Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). TCyE CEF, pp.19 - 27.

Disuadir, enfrentar y derrotar a la amenaza, como consecuencia de la total implementación del Sistema Integrado de Defensa Aérea, Espacial y Ciberespacial Nacional (SISDAECN), el desarrollo de tecnologías resilientes de inteligencia artificial y big data para un comando y control e Inteligencia interoperable y multidimensional, potenciando la recolección, procesamiento y análisis de la información, así como, el establecimiento de cursos de acción para la toma de decisiones en tiempo real (FAC, 2020, p. 3-8)

Un referente frente a la inteligencia artificial es otorgado por Ponce Gallegos et al (2014)⁵⁴, quien menciona que:

La escuela clásica dentro de la IA, utiliza representaciones simbólicas basadas en un número finito de primitivas y de reglas para la manipulación de símbolos (por ejemplo, redes semánticas, lógica de predicados), los cuales fueron y siguen siendo parte central de estos sistemas (p. 17)

Otro tipo de representación es el llamado:

“Sub-simbólico” implica el uso de representaciones numéricas o “sub-simbólicas” del conocimiento. Este enfoque se distingue por la creación de sistemas con capacidad de aprendizaje. Esta capacidad puede lograrse a nivel individual imitando el funcionamiento del cerebro humano, conocido como “Redes Neuronales”, o a nivel de especie imitando el proceso evolutivo. (Quevedo y Escobar, 2022, p. 24)⁵⁵

54 Ponce Gallegos, J. C., Torres Soto, A., Quezada Aguilera, F. S., Silva Sprock, A., Martínez Flor, E. U., Casali, A., ... & Pedreño, O. (2014). *Inteligencia artificial*. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn).

55 Quevedo-Cortés, A., Escobar-Cerón, D. (2022). Inteligencia Artificial como alternativa en ladetección de noticias falsas. *Revista Tecnol.Investig.Academia TIA*, ISSN: 2344-8288, Volumen 10 Número 1, pp. 20-37. Bogotá-Colombia

El enfoque sub-simbólico de la inteligencia artificial es caracterizado por la creación de sistemas con capacidad de aprendizaje, obtenido a nivel de individuo (imitan el cerebro (Redes Neuronales)) o nivel de especie (imitando la evolución).

Los campos de aplicación de la inteligencia artificial en las empresas son muchos y algunos están orientados a satisfacer necesidades muy distintas como se evidencia en la Tabla 6: tipos de tecnologías emergentes para el siglo XXI.

Tipo	Descripción
Machine learning o aprendizaje automático	El Machine Learning es la rama de la ciencia que busca el desarrollo de técnicas de inteligencia artificial que permitan a los ordenadores aprender por sí mismos. Para ello se crean programas que pueden generalizar ciertas respuestas a partir de información sin estructurar, que se suministra como ejemplos. Con ello, se induce al conocimiento por parte del ordenador.
Vida artificial	Hace referencia a un sistema de información que se basa en el conocimiento de un área de aplicación de gran complejidad y muy específica. Sirve como asistente consultor y experto para los usuarios de su interfaz.
Sistemas expertos	Consiste en el estudio de la vida y de los entornos artificiales que muestran cualidades propias de los seres vivos en entornos de simulación. Una de las técnicas de inteligencia artificial con más proyección de futuro en el ámbito de la investigación.
Redes neuronales artificiales	Estas redes son un paradigma del aprendizaje y los procesamientoos automáticos, inspirado todo ello en el modo en que funciona el sistema nervioso de los animales. Consiste en un sistema de interconexión de neuronas en una red que colaboran entre ellas para crear una respuesta de salida.
Redes semánticas	Son maneras de representación del conocimiento lingüístico para las que los conceptos y las interrelaciones entre ellos se representan mediante grafos. Son utilizadas para la representación de mapas conceptuales y mentales, entre otras funciones.

Tabla 6. Tipos de tecnologías emergentes para el siglo XXI

Fuente: Tabla basada de (APD, 2021)⁵⁶

56 Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), pp. 494-503.

Mediante la Tabla 6 es posible observar algunos de los tipos de tecnologías hacia donde apuntan la mayoría de las empresas/organizaciones, quienes promueven y entregan a sus clientes los mejores servicios, haciendo posible una interacción amena entre máquina y el hombre.

De acuerdo con la tipología en 9.304 de las empresas colombianas, las actividades bancarias presentaron la mayor proporción de empresas innovadoras en sentido estricto dentro de su subsector (3,8%) e innovadoras en sentido amplio dentro de su subsector (80,8%), mientras que los centros de investigación y desarrollo presentaron la mayor proporción de empresas potencialmente innovadoras (12,2%). Por otra parte, la actividad de comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos registró la mayor proporción de empresas no innovadoras (82,5%). (DANE, 2020)⁵⁷

La apropiación de tecnologías, según el DANE en 2018, hizo que las empresas industriales manufactureras otorgaran bienes TIC a su personal, suministrando un total de 178.082 computadores de escritorio, 110.621 computadores portátiles, 77.079 teléfonos móviles inteligentes (smartphones) y 14.780 tabletas (DANE, 2019b). Sin embargo, entregar tecnología no es lo único que se debe realizar para incrementar la productividad. Por el contrario, se debe formar y capacitar en la apropiación de tecnología de forma que puedan automatizar los procedimientos que anteriormente eran considerados como tediosos y que actualmente se convierten en un proceso atemporal que requiere un nivel de intervención humana mínimo.

57 DANE (2020). Boletín Técnico. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT).



Figura 3. Características de la formación

Fuente: Elaboración propia

El diseño metodológico de investigación se orienta hacia la formación de profesionales en Ingeniería de la EMAVI con conocimientos en tecnologías emergentes, transformación digital y seguridad informática mediante la adopción de gamificación y pensamiento computacional. Esto se lleva a cabo a través del uso de tecnologías de información de tipo e-learning (Electronic Learning), que cumple la función de ser el canal de transmisión y monitoreo de la interacción entre los cadetes y alféreces y la plataforma edu-comunicativa.

Capítulo 4

Seguridad Informática

“ Si crees que la tecnología puede solventar tus problemas de seguridad, entonces no entiendes los problemas y no entiendes de tecnología. ”

Bruce Schneier¹

Perspectiva teórica de la Seguridad Informática (S.I)

Tomando como referente las posturas de los autores que han expresado sus modelos de integración en la temática de seguridad informática, se realizó una revisión de la literatura sobre el concepto de seguridad de la información. Se identificaron perspectivas teóricas orientadas al quehacer de los profesionales de ingeniería en relación a poder generar un análisis y detección de vulnerabilidades de la seguridad informática. Un estudio realizado por universidades privadas del departamento del Cauca en Colombia, que se centran en el tema de seguridad informática, describe la necesidad de comprender la implementación de buenas

¹ Schneier, B. (2009). *Schneier on security*. John Wiley & Sons.

prácticas en las organizaciones de todos los sectores. Pueden evidenciarse estadísticas a nivel regional, nacional e internacional mediante un análisis realizado por el autor (Chunying, 2010). En este análisis se menciona la falta de formación para profesionales en seguridad informática, lo que representa una oportunidad para que las instituciones fortalezcan estas competencias.

En este sentido para las organizaciones empresariales en Colombia, se encontró el estudio GUIDI de la DIJIN², evidenciando que el 49% de los entrevistados en Colombia, afirmaron que los riesgos en seguridad han incrementado en los últimos tres años, permitiendo con esto entender y comprender la necesidad de la seguridad informática y como se está convirtiendo en una urgencia para todos los países en Latinoamérica, donde para el año 2018 alcanzó el histórico en materia de vulnerabilidades; uno de los ataques que se puede resaltar fue el generado por los denominados “Criptomneros”, quienes realizan la distribución de un malware que tiene como objetivo aprovechar los recursos de los equipos infectados en la minería de criptomonedas. Para los países de Latinoamérica, se ubica que el 5% de las detecciones de criptomneros fue realizada en Colombia³.

Para el año 2019, la firma de seguridad ‘Fortinet’ genera un informe permitiendo detallar que Colombia es uno de los países latinoamericanos que más intentos de ciberataques tiene diariamente, registrando en el informe un total de 42 billones de intentos de ataques en el primer trimestre del año, donde se destacan la distribución de malware a través de correos electrónicos; de acuerdo con este mismo estudio,

2 Alcaldía de Medellín. (2021). <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2021/09/Analisis-institucional-del-hurto-a-personas.-recuperacion-de-espacios-comunicaciones-y-resocializacion-del-delito-menor.pdf>

3 Guisto Bilic, D. (2019). *Las amenazas informáticas que más afectaron a los países de América Latina*. [En línea] Disponible en: <https://www.welivesecurity.com/laes/2019/01/10/amenazas-informaticas-mas-afectaron-paises-america-latina/>

las organizaciones financieras se muestran como los objetivos más frecuentes de estos intentos de intrusión⁴.

Desde esta perspectiva, el área de seguridad de la policía en Colombia reportó un total de 12.014 denuncias de ciudadanos que fueron víctimas de ataques virtuales, donde más del 50% de los casos se encuentra relacionado con los “*fraudes financieros con saqueo de dineros a cuentas bancarias*”⁵. Un estudio realizado por el ministerio de las Tecnologías de la Información en Colombia determinó que una cifra superior al 60% de las empresas sufrió pérdidas económicas debido a la falta de controles de seguridad y luego de ser víctimas de ataques, se generó un incremento entre un (1) millón donde los más bajos reflejan un 5% de pérdidas, es decir, alrededor de cuatro (4) mil millones de pesos⁶

“La economía actual ha estado sujeta a la reestructuración de la globalización en conceptos técnicos, tecnológicos, como consecuencia de generación de conocimiento científico y tecnológico” (Zhang Jing, 2007, p. 7).

A la luz de lo anterior, se evidencia que en la actualidad son pocas las universidades que forman estudiantes de pregrado con énfasis en la temática de seguridad informática. El número de profesionales en este campo se encuentra por debajo de la demanda. Cabe resaltar que un estudio realizado en China identificó que el número de estudiantes en seguridad fue muy bajo (Chujun, 2003), lo que demuestra la necesidad

4 Dinero. (2019). Op. Cit., En solo tres meses Colombia sufrió 4,2 billones de intentos de ataques cibernéticos. [En línea] Disponible en: <https://www.dinero.com/actualidad/articulo/cuantos-ataques-ciberneticos-recibe-colombia/276556>

5 Ramírez, M. C. (2019). El año pasado se presentaron 12.014 denuncias por ciberataques en Colombia. 2019. [En línea] Disponible en <https://www.larepublica.co/especiales/informetecnologia-junio-2019/el-ano-pasado-se-presentaron-12014-denuncias-por-ciberataques-en-colombia-2879067>

6 HEALTHONLINE. (2019). 5% de las empresas colombianas han perdido hasta cuatro mil millones por ciberataques. [En línea] Disponible en <https://www.heon.com.co/index.php/news/item/241-ataques-ciberneticos-colombia>

de la formación de estudiantes para adaptar y generar apropiación de habilidades del pensamiento crítico en esta temática.

En consecuencia, estos aspectos son primordiales en la sociedad de la información, denominada así por Castell⁷, para lograr competencias tecnológicas. Los conceptos sobre globalización y la sociedad de la información, proponen una sociedad con competencia en el manejo de TIC y un conjunto de profesionales con liderazgo en capacidad de interrelacionar conocimiento, cultura y tecnología, con el fin de convertirse en sujetos proactivos en la solución de problemas; partiendo de estas competencias profesionales en: “Ingeniería de Sistemas o ingeniería informática, donde el egresado podrá enfrentar nuevos retos asociados a la temática de Seguridad en Informática, permitiendo fundamentar su conocimiento al área e incorporar en su trabajo para proponer nuevos retos en las organizaciones de la actualidad”⁸.

Para el contexto colombiano se resalta la importancia de la Ley 1273-2009 sobre delitos informáticos, el cual consiste en lo siguiente: *“Por medio del cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado – denominado: “De la protección de la información y de los datos”– y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones”*, 5 de enero de 2009, el Congreso de la República de Colombia promulgó la Ley 1273.

Esta Ley tipificó como delitos, una serie de conductas relacionadas con el manejo de datos personales, por lo que es de gran importancia que las empresas sean blindadas jurídicamente, con la finalidad de evitar la ocurrencia sobre alguno de estos casos penales. No hay que olvidar, los

7 Sánchez-Torres, J. M., González-Zabala, M. P., & Muñoz, M. P. S. (2012). La sociedad de la información: génesis, iniciativas, concepto y su relación con las TIC. *Revista UIS Ingenierías*, 11(1), pp. 113-128.

8 Moya, J. G. (2023). La importancia de la seguridad informática en la educación digital: retos y soluciones. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 7(1), pp. 609-616.

avances tecnológicos y el empleo de los mismos para ser propietarios ilícitamente del patrimonio de terceros a través de clonación de tarjetas bancarias, vulneración y alteración de sistemas de cómputo con el objetivo de recibir servicios y transferencias electrónicas de fondos mediante manipulación de programas y afectación de cajeros automáticos entre otras, son conductas que cada vez son más concurrentes en todas las partes del mundo. Según la Revista Cara y Sello, durante el 2007 en Colombia las empresas perdieron más de 6.6 billones de pesos a raíz de delitos informáticos; la importancia de esta ley, que adiciona al “Código Penal colombiano, el Título VII BIS denominado”: “De la protección de la información y de los datos”, se divide en dos capítulos, a saber:

- a. De los atentados contra la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos y de los sistemas informáticos.
- b. De los atentados informáticos y otras infracciones.

Es primordial mencionar que este artículo tipifica lo que comúnmente se denomina “Phishing”, modalidad de estafa que emplea como mediador el correo electrónico, pero cada vez con más frecuencia utiliza otros medios de propagación, por ejemplo, la mensajería instantánea o redes sociales.

Según la Unidad de Delitos Informáticos de la Policía Judicial (Dijín) en Colombia se identifica la modalidad de robo; donde más de 3.500 millones de pesos de usuarios del sistema financiero en el año 2006; considera que el artículo 269H, el cual agrega circunstancias de agravación punitiva de tipos penales descritos, aumenta la pena de la mitad a las tres cuartas partes si la conducta se cometiere:

- a. Sobre redes o sistemas informáticos o de comunicaciones estatales u oficiales o del sector financiero, nacionales o extranjeros.
- b. Por servidor público en ejercicio de sus funciones.
- c. Aprovechando la confianza depositada por el poseedor de la información o por quien tuviere un vínculo contractual con ésta.

- d. Revelando o dando a conocer el contenido de la información en perjuicio de otro.
- e. Obteniendo provecho para sí o para un tercero.
- f. Con fines terroristas o generando riesgo, para la seguridad o defensa nacional.
- g. Utilizando como instrumento a un tercero de buena fe.
- h. Si quien incurre en estas conductas es el responsable de la administración, manejo o control de dicha información, además se le impondrá hasta por tres años, la pena de inhabilitación para el ejercicio de profesión relacionada con sistemas de información procesada con equipos computacionales.

En este sentido, cabe aclarar, que esta modalidad penal obliga tanto a empresas como a personas naturales a prestar especial atención al tratamiento de equipos informáticos, así como de los datos personales teniendo en cuenta las circunstancias de agravación sobre inciso 3 del artículo 269H⁹ que señala: *“Por quien tuviere un vínculo contractual con el poseedor de la información”*, Inciso 3 del artículo 269H. Al tener condiciones de contratación con empleados y contratistas, de manera clara y precisa con el objetivo de evitar incurrir en la tipificación penal, (Isabella Gandini, s.f.), Colombia hace parte del convenio entre países denominado Convenio de Budapest, el cual tiene como propósito una alianza para la pronta respuesta ante ataques cibernéticos, el cual se constituye de la siguiente manera:

Es importante resaltar *“El Convenio de Budapest”*, el cual se presenta como una solución internacional existente para atacar los delitos informáticos y/o electrónicos; recordemos que no todos los delitos informáticos se consuman a través de medios electrónicos, ni todas las conductas penales que se realizan a través de medios electrónicos son delitos informáticos. A

9 Trejo Posligua, J. P. (2019). *Pena preventiva de libertad más grave en la inscripción como propia a una persona que no es su hija o hijo en el Registro Civil* (Bachelor's thesis).

pesar de sus deficiencias, se convierte en una adecuada herramienta para la armonización legislativa internacional y su lucha contra el ciberdelito. (García, 2013) Colombia es invitada a adherirse a la Convención sobre Delitos Cibernéticos. Recuperado de: <http://oiprodat.com/2013/09/26/colombia-invitada-a-adherirse-a-la-convencion-sobre-delitos-ciberneticos/>

En consecuencia, también se han clasificado los tipos de delitos informáticos de la siguiente manera:

- a. Delitos contra la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos y los sistemas informáticos.
- b. Delitos informáticos.
- c. Delitos relacionados con el contenido (donde se encuentran delitos relacionados con la pornografía infantil).
- d. Delitos relacionados con infracciones de la propiedad intelectual.

Lo anterior permite que diversos instrumentos internacionales, integren una definición en relación a los delitos informáticos; al hacer referencia sobre: Clasificación uniforme con el Convenio de Budapest, al cual como nación pretendemos adherir, trae clasificación propia de tipos de delitos y son organizados en cuatro vectores descritos anteriormente (Jiménez, 2014).

Tecnologías de la Información (TI) y Seguridad Informática (S.I)

La falta de apropiación de tecnologías de la información por parte de los docentes ha ocasionado que los estudiantes pierdan interés en el aprendizaje de la temática de la seguridad informática, al presentar dificultad en la apropiación y conceptualización de las temáticas propuestas, como se menciona en el artículo “Mejorar la educación y concienciación de la seguridad de la información: propuesta para un

modelo de características”, donde se evidencia un vacío en los modelos de educación por la motivación y sensibilización en las actividades curriculares del aula.

Desde esta perspectiva, la educación formativa e investigativa de un sujeto ajustado a los ideales sociales se implementa en las “Tecnologías del yo” (Foucault, 1996)¹⁰, fundamentadas en las técnicas del Cuidado de sí, “complemento indisociable del conocimiento de sí mismo” y ampliamente difundidas en las instituciones educativas. Para Foucault, la relación entre el poder y el saber es un instrumento para comprender las relaciones entre el sujeto y los juegos de verdad, y más aún desde los discursos científicos como el de la educación. De esta manera, en escenarios institucionalizados como el de la escuela, “El sujeto va a ser definido como individuo que habla, que vive y que trabaja” (Foucault, 1987).

La cultura positivista ha sido asimilada por docentes, estudiantes e instituciones educativas colombianas para aplicar estrategias ideológicas en prácticas educativas, como se hizo en muchos casos durante la historia de la educación del país. En este sentido, conviene resaltar uno de los aportes del estudio de Giroux (2003)¹¹ frente a la ideología y la escuela, en el cual realiza una distinción entre el positivismo como un movimiento filosófico específico y el positivismo como una forma ideológica.

La cultura positivista comprendida como una ideología se convierte en una forma de regulación social que orienta a los seres humanos hacia los destinos que preservan el statu quo. La cultura positivista desestima la reflexión sobre la formación de la subjetividad y el análisis frente a lo que debería ser. De ahí que esta ideología se traslade a la educación y

10 Araque Castellanos, F. R. (2012). *Mediaciones tecnológicas en las Prácticas educativas Universitarias: la producción y la circulación del conocimiento* (Doctoral dissertation).

11 Giroux 1997 Paraíso, M. A. (2012). Contribuciones de los estudios culturales al currículo. *Alteridad*, 7(1), pp. 8-17.

se convierta en una estructura dominante que organiza los modelos de pensar y actuar de los docentes y los estudiantes. Para Brenkman (1979), se convierte en prácticas culturales que reflejan:

La tendencia dominante de nuestras instituciones y las prácticas culturales –desde la organización del proceso de aprendizaje en las escuelas y los modos académicos del conocimiento que las respaldan, hasta las formas mediáticas masivas de comunicación que se adueñan en exclusividad del habla – consisten en socavar las posibilidades mismas de que los seres humanos interpretan los discursos que fundan sus identidades, dan forma a sus interacciones y regulan sus actividades. (Giroux H., 2003, como se citó en Brenkman , 1979)

En la perspectiva de los estudios culturales, Giroux (1997)¹² afirma que las escuelas y las agencias socializadoras nunca son independientes de las estructuras económicas y dominantes. No desestima el papel que representa la “pedagogía en procesos educativos y culturales” con respecto a la “producción de significados”. Esto muestra cómo las prácticas docentes se originan en supuestos de sentido común relativamente no cuestionados por los docentes y los estudiantes, que enmascaran la construcción social de diferentes formas de conocimiento. Por lo tanto, para Giroux¹³, el papel que juega el docente en la reproducción y la legitimación de la cultura dominante es crucial para el análisis.

Es necesario entender que la producción y la circulación del conocimiento en el marco histórico de las “Revoluciones Educativas” han involucrado cambios de paradigmas en la organización de la tarea social de la educación. A lo largo de la historia, estos procesos han sido el producto

12 Giroux, H.(1997). *Cruzando límites. Trabajadores culturales y políticas educativas*. Barcelona: Paidós.

13 Araque Castellanos, F. R. (2012). *Mediaciones tecnológicas en las Prácticas educativas Universitarias: la producción y la circulación del conocimiento* (Doctoral dissertation).

de cambios en el entorno educativo, los cuales requieren interpretación y toman largos periodos para ser producidos. No operan con la inmediatez de los efectos del poder, pero suponen una duración más larga que genera nuevas prácticas culturales, instaurando un nuevo principio gradual educativo en la sociedad.

Ante la revolución tecnológica de las últimas décadas, los maestros y los estudiantes deben estar atentos a la comprensión crítica de nuevas formas de subjetividad y de organización del conocimiento, así como de la información como una mercancía útil en las economías globales.

Zambrano destaca que las “Barreras de la sociedad del conocimiento en países latinoamericanos” obedecen a que el conocimiento no se concibe como el resultado de las “configuraciones sociales” que lo producen. Al mismo tiempo, la estructura social global no valora culturalmente el conocimiento como un eje de comprensión y construcción de la nueva realidad social. En sus palabras: “La red digital global se articula con las dimensiones sociales, culturales, económicas y políticas de las sociedades contemporáneas. Pensar en la plataforma no significa pensar exclusivamente en tecnología; cuando se piensa en la plataforma se está pensando en otras formas de cultura, de interacción social, de desarrollo económico, de expresión y tramitación de intereses políticos. Por esta razón, no es acertado reducir el enfoque a lo exclusivamente tecnológico” (Zambrano, 1999, p. 9).

Para finalizar, se esbozan algunas consideraciones de autores como Zambrano (1999), Brunner (2000), Martín-Barbero (2005) y Galvis¹⁴ en torno a la triada de la educación, el conocimiento y las subjetividades contemporáneas, en el marco de la “sociedad de la información”.

14 Gallego Galvis, S. X. (2017). *La producción de la subjetivación en el marco de las tecnologías de información y comunicación: juegos de sí en la red social Facebook en español* (Doctoral dissertation).

- a. El conocimiento deja de ser lento, escaso y estable. Esto significa que la cantidad y el acceso a las redes de la información hacen que la educación se adapte más rápidamente cada día.
- b. Las instituciones educativas dejan de ser el único canal mediante el cual las nuevas generaciones entran en contacto con el conocimiento y la información.
- c. El acceso a las redes de la información hace que los sujetos accedan a la información mediante vías alternas al maestro y a los libros.
- d. El conocimiento adopta la estructura de red de mapas en constante expansión.

En consecuencia, este tiempo histórico como *“Sociedad de la información y la comunicación”*, revela que el *“conocimiento se origina a partir de la interacción de los procesos económicos, culturales, sociales y políticos”*¹⁵, que han sido determinantes en la historia humana. Sin embargo, la reciente revolución tecnológica de la información intensifica este fenómeno. Para Castells (2002)¹⁶, en la *“era de la información”*, se describen ampliamente los cambios económicos, sociales y culturales que conllevan la *“economía informacional”*, constituida sobre *“la producción, la circulación y el uso de la información”*; de igual manera las *“transformaciones laborales repercuten en los fines educativos y las debilidades de la identidad”*, se intensifican con la concepción moderna de los estados nacionales que inciden en percepción de la participación política mientras que el conflicto entre lo global y lo glocal origina nuevos movimientos sociales; la relación indisoluble entre la educación y el conocimiento se solidifica con el tiempo y la consolidación del conocimiento científico se refuerza significativamente con un discurso pedagógico dominante ajustado a las formas del *“método científico y a la ideología del paradigma positivista”*,

15 Sociedad de la información y comunicación: Torres Velandia, S. Á., Aguilar Tamayo, M. F., Girardo, S., & Villalobos Hernández, M. M. (2012). Morelos, ¿hacia una Sociedad del Conocimiento? Consideraciones a partir del desarrollo de la ciencia, la educación superior y las TIC. *Revista electrónica de investigación educativa*, 14(2), pp. 34-51.

16 Castells, M. (2002). *Tecnologías de la información y la comunicación y desarrollo global*.

que privilegian ciertas estructuras para asumir y comprender el mundo (Giroux, 2003)¹⁷.

El concepto de “mediaciones tecnológicas” ha sido aceptado recientemente para caracterizar los cambios en la “sociedad de la información” en el contexto de la “masificación de los avances informáticos y las comunicaciones”. Este enfoque permite entender la tecnología más allá de lo fáctico y distinguir entre el “artefacto”, la “técnica” y la “tecnología”. Mientras que el artefacto carece de sentido hasta que se convierte en un objeto de uso, la tecnología, especialmente en la creación de redes sociales, adquiere significados más allá de su utilidad práctica. Nos constituimos como sujetos al relacionarnos con otros, incluso cuando esos “otros” son objetos. En este sentido, es esencial resaltar el concepto de mediación desde las perspectivas psicológica, sociológica y pedagógica para comprender la educación como un acto de mediación cultural. Se reconoce que la educación implica la participación de la dimensión simbólica y material de la cultura, abordando significados, objetos y la creación e intercambio de significados en la interacción cultural¹⁸.

17 Giroux, H. (2003). *Pedagogía y política de la esperanza: Teoría, cultura y política de la enseñanza, una antología crítica*. Buenos Aires: Amorroutu.

18 W. R. (2013). Un modelo pedagógico para la educación ambiental desde la perspectiva de la modificabilidad estructural cognitiva. *Luna Azul*, (36), pp. 110-133.

Capítulo 5

Cuantificando la Proyección de la Fuerza Militar: Un Estudio de Variables

// El único sistema informático seguro es aquel que está apagado, en el interior de un bloque de hormigón y protegido dentro de una habitación sellada rodeada por guardias armados.

E incluso así tengo mis dudas. //

Gene Spafford

Los orígenes de la Fuerza

Desde los primitivos grupos de cazadores que se organizaban para derribar grandes animales, hasta masivas guerras entre naciones, el conflicto ha sido parte de la historia humana desde sus inicios¹. Si bien las motivaciones para recurrir a la violencia pueden variar según el caso, lo cierto es que la imposición de una voluntad sobre la otra ha moldeado

1 Morris, A. G. (2012). Trauma and violence in the Later Stone Age of southern Africa. *SAMJ: South African Medical Journal*, 102(6), 568–570. Armit, I. (2011). Violence and society in the deep human past. *The British Journal of Criminology*, 51(3), 499–517.] Armit, I., Knüsel, C., Robb, J., & Schulting, R. (2007). Warfare and violence in prehistoric Europe: an introduction. In *War and sacrifice* (pp. 1–11). Brill.

nuestra civilización, decantando en equilibrios pacíficos que dibujan el escenario geopolítico actual².

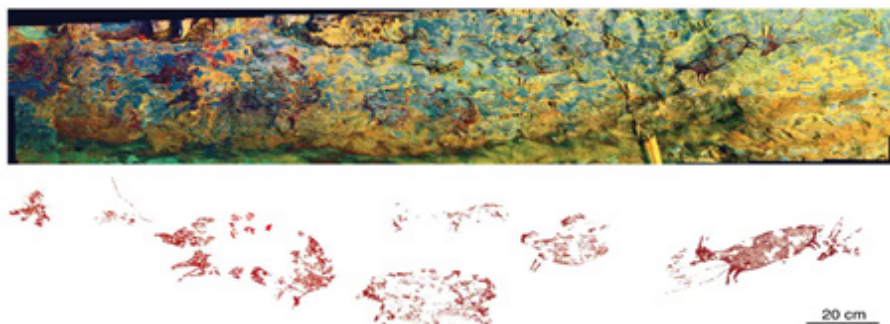


Figura 4. Vista panorámica de arte prehistórico, en la cual se presenta una escena de cacería³.

Lo anterior da cuenta de la importancia que posee el conflicto como factor articulador de la sociedad humana, por lo tanto, lo relevante es profundizar nuestro conocimiento de este fenómeno. La literatura nos ofrece amplias y longevas fuentes que han descrito los diversos conflictos humanos desde diferentes perspectivas. Ya sean aspectos principalmente cronológicos⁴, o bien análisis técnicos de la estrategia y tácticas empleadas⁵, pasando por el uso de herramientas y armamento⁶,

2 Sempa, F. P. (2017). *Geopolitics: From the Gold War to the 21st Century*. Routledge. Friedman, G. (2008).

The Russo-Georgian War and the balance of power. *Geopolitical intelligence report*, 12. Vencl, S. (1984).

War and warfare in archaeology. *Journal of anthropological archaeology*, 3(2), 116-132. Rasler, K., & Thompson, W. R. (1985). War and the economic growth of major powers. *American journal of political science*, 513-538

3 BusinessInsider <https://www.businessinsider.com/hunting-scene-cave-painting-is-oldest-story-in-pictures-2019-12>

4 O'Connell, R. L. (1990). *Of arms and men: A history of war, weapons, and aggression*. Oxford University Press.

Keegan, J. (2011). *A history of warfare*. Random House.

5 Nolan, L. E. (1860). *Cavalry: Its History and Tactics*. Proctor, A. (2008). *The Evolution of Military Tactics*. ARMY SERGEANTS MAJOR ACADEMY.

6 Korenevsky, S. N. (2014). Prehistoric wars and the origin of military power (based on archaeological and historical-ethnological data). *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 42(1), 66-80.

efectos en la sociedad⁷ o el ambiente⁸, análisis psicológicos⁹, entre muchas otras aristas.

En este sentido, es posible analizar el conflicto desde un sinnúmero de puntos de vista, cada uno aportando a una o varias disciplinas del saber. En nuestro caso particular, buscamos identificar, perfilar y cuantificar los factores que describen el conflicto armado y que posiblemente puedan emplearse como predictores de resultados.

Para abordar semejante desafío, se hace necesario plantear una serie de cuestionamientos. En primer lugar, debemos preguntarnos qué tipo de resultados son los que se pretenden predecir, ya que una acción táctica ofensiva o defensiva exitosa puede no correlacionarse con el resultado del combate completo en el cual fue llevada a cabo dicha acción. De igual modo, el mismo resultado para una serie de batallas puede no ser idéntico al del conflicto bélico completo. Es más, la victoria completa en una guerra puede implicar suficientes perjuicios (de infraestructura, económicos, culturales, políticos) como para afirmar que el bando ganador finalmente fue el que sufrió el mayor detrimento, como en el caso de las victorias pírricas¹⁰.

Para efectos del presente análisis, nos centraremos en la proyección efectiva de la fuerza militar, es decir, en la capacidad de realizar

7 Van Heek, F. (1964). The Sociological Aspects of War. *International Journal of Comparative Sociology*, 5, 25.

8 Dudley, J. P., Ginsberg, J. R., Plumptre, A. J., Hart, J. A., & Campos, L. C. (2002). Effects of war and civil strife on wildlife and wildlife habitats. *Conservation Biology*, 16(2), 319–329. Hupy, J. (2008). The environmental footprint of war. *Environment and History*, 14(3), 405–421.

9 Glover, E. (1942). Notes on the psychological effects of war conditions on the civilian population. *International Journal of Psycho-Analysis*, 23, 17–37. Benedek, T. (1946). *Insight and personality adjustment: A study of the psychological effects of war*. Leavitt, L. A., & Fox, N. A. (2014). *The psychological effects of war and violence on children*. Psychology Press.

10 O'Driscoll, C. (2012). A Pyrrhic Victory?. War on Terror” and “The Triumph of Just War.” E-International Relations.

operaciones militares en distintas zonas de operaciones de interés de manera sostenible y efectiva¹¹.

En segundo lugar, resulta pertinente cuestionarnos el alcance que debiéramos contemplar a la hora de medir la proyección de la fuerza. En el presente estudio, abordaremos la proyección de la fuerza en operaciones específicas. Es decir, si bien la capacidad para proyectar la fuerza de manera efectiva durante un conflicto bélico puede verse aumentada o disminuida a lo largo del conflicto producto de diversos factores internos o externos (problemas logísticos, impulso industrial, apoyo de aliados, entre otros ejemplos), en este caso, el alcance de la investigación se limita a operaciones militares puntuales, independientes de otras operaciones que se puedan dar en un conflicto dado.

La Proyección de la Fuerza

Como se mencionó anteriormente, la proyección de la fuerza hace referencia a la capacidad de un actor (un estado, una guerrilla) para llevar a cabo operaciones militares en uno o varios territorios de interés, sin comprometer la propia capacidad para sostener en el tiempo dicha proyección¹². En otras palabras, se trata del despliegue sostenible de recursos militares en zonas geográficas militarmente relevantes, ya sea por razones estratégicas defensivas u ofensivas.

Para un ejército regular, el nivel mínimo que debiese poseer en términos de proyección de la fuerza incluiría lógicamente todo el territorio nacional, de modo tal que pueda cumplir un real rol disuasivo. La posibilidad efectiva de defender las propias fronteras es ciertamente

11 Hurley, P. (2017, August 29). Force projection and Force Reception Doctrine update. [www.army.mil](https://www.army.mil/article/192631/force_projection_and_force_reception_doctrine_update). Retrieved January 23, 2023, from https://www.army.mil/article/192631/force_projection_and_force_reception_doctrine_update

12 Frederic, S. (2022). Las trampas del pasado: las Fuerzas Armadas y su integración al Estado democrático en Argentina. Fondo de Cultura Económica Argentina.

uno de los componentes esenciales que dibujan el nivel disuasivo de una fuerza militar, complementando otros aspectos relevantes como el armamento, el entrenamiento del contingente, la cantidad de personal, la tecnología, entre otros.

A partir de esa línea base, la posible proyección de fuerza fuera de las propias fronteras también juega un papel importante en la prestancia disuasiva de una nación. Si un estado hostil considera que su adversario no representa un riesgo militar fuera de sus propias fronteras, puede considerar factible iniciar acciones ofensivas. Podemos observar el caso del reciente conflicto entre Ucrania y Rusia. Es probable que los generales rusos no hayan previsto la tenacidad con la cual las fuerzas ucranianas iban a defender su territorio, ni el nivel de apoyo internacional que iba a recibir dicho país para mantener su defensa¹³, pero incluso con esos factores ya materializados en el conflicto, Rusia seguramente no considera que sus ciudades del sector asiático del país puedan estar en riesgo de ser tomadas durante una contraofensiva militar. Distinto es el escenario con los países de la OTAN, en cuyo caso Rusia definitivamente consideraría que una contraofensiva de la alianza podría poner en riesgo la integridad territorial de prácticamente todo el país.



Figura 5. Mapa evolutivo del conflicto ruso-ucraniano, enfatizando el control sobre el área de Kherson. Institute for the Study of War, extraído desde BBC news¹⁴

- 13 Gioe, D. V., & Manganello, T. (2023). A Tale of Two Clocks: A Framework for Assessing Time Pressure and Advantage in the Russo-Ukrainian War. *Armed Forces & Society*, 0095327X221145690.
- 14 Ver <https://www.bbc.com/news/world-europe-60506682>

En este sentido, la capacidad disuasoria de Ucrania y de la OTAN es totalmente asimétrica, permitiendo a Rusia determinar que atacar al primero es factible y no al segundo, siendo esta capacidad disuasoria precisamente determinada por la respectiva factibilidad de proyectar la propia fuerza militar fuera de las fronteras locales.



Figura 6. Presencia de fuerzas de la OTAN en Europa Occidental y Central.

Fuente: OTAN

Simplificando este complejo conflicto a escenarios puntuales, desde la perspectiva ucraniana la proyección de la fuerza representa lo siguiente:

- El adversario (Rusia) posee la capacidad militar suficiente como para invadir distintas ciudades del país. Perder el conflicto supone una amenaza a la integridad de la soberanía nacional. Ganar el conflicto permitiría recuperar los territorios anexados por Rusia, pero no la expansión de las propias fronteras.

Del lado ruso, el mismo factor produce una evaluación diferente:

- El adversario (Ucrania) no posee la capacidad militar suficiente como para atacar ciudades rusas lejanas a la frontera compartida. Perder el conflicto implica eventualmente perder los territorios previamente anexados, pero no necesariamente perder otras áreas del país. Ganar el conflicto supone una amplia extensión del territorio ruso y un impacto geopolítico al redibujar las fronteras compartidas con la OTAN.

Si sumamos un escenario ficticio involucrando a la OTAN, la evaluación rusa cambia de manera sustancial:

- El adversario (OTAN) posee la capacidad militar suficiente como para atacar distintas ciudades del país. Perder el conflicto supone una amenaza a la soberanía nacional. Ganar el conflicto implica transformar de manera irreversible el equilibrio geopolítico europeo.

En términos geográficos, para Ucrania, el conflicto representa un riesgo extremo para su soberanía, mientras que para Rusia, dicho riesgo es sustancialmente menor. No obstante, sumando a la OTAN en la ecuación, el riesgo soberano para Rusia pasa a ser sumamente elevado. Otro ejemplo es el caso de las dos Coreas, cuyo conflicto se caracteriza por el rol protagónico que cumple la capacidad de proyección de la fuerza, no solo deteniendo cualquier iniciativa militar, sino también impactando en la política internacional durante décadas¹⁵.

Corea del Sur y sus aliados, principalmente Estados Unidos, poseen capacidades más que suficientes para proyectar sus fuerzas en toda

15 Garamone, J. (n.d.). U.S. official salutes South Korea's 'very strong' military. Joint Chiefs of Staff. Retrieved January 23, 2023, from <https://www.jcs.mil/Media/News/News-Display/Article/1357402/us-official-salutes-south-koreas-very-strong-military/>

la península de Corea, ya sea por tierra, mar o aire. Sin embargo, es la capacidad militar de Corea del Norte, extendida en su nivel de proyección gracias a sus misiles balísticos intercontinentales (ICBM por sus siglas en inglés), la que trunca la factibilidad de cualquier operación militar¹⁶. A pesar de que la proyección de la fuerza norcoreana se limita a sus ICBM, el potencial destructivo de estos es suficiente como para descartar de plano cualquier acción militar que pueda provocar una respuesta del país del norte.

Aunque hasta hace poco el alcance real de los ICBM norcoreanos se limitaba a sus vecinos del sur y otros países como Japón, la reciente aparición de un nuevo misil con un rango teórico suficiente como para alcanzar territorio estadounidense supone una nueva capa disuasoria en el arsenal norcoreano. En este sentido, solo un aspecto de la fuerza militar norcoreana posee el potencial de proyección necesario como para amenazar a sus adversarios, pero ese único aspecto es un argumento suficiente para empantanar el conflicto de manera indefinida o, por lo menos, hasta ahora.

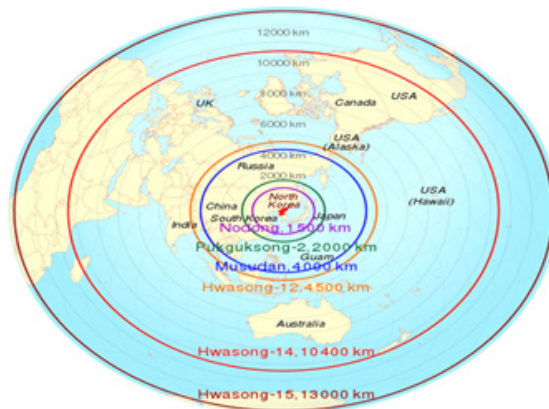


Figura 7. Rango efectivo de los principales ICBM norcoreanos.

Fuente: Wikimedia¹⁷

16 Masterson, M. (2023). 5. International threat and democratic breakdown in new democracies. Handbook on Democracy and Security, 65 (pp. 76–79).

17 Commons <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo>

Si se realiza nuevamente una evaluación sobresimplificada del escenario, partiendo por Corea del Sur:

- El adversario (Corea del Norte) posee la capacidad militar suficiente como para atacar todo el territorio nacional. Perder el conflicto supone la posible destrucción total del país. Ganar el conflicto implica la unificación de la península completa.

Desde la perspectiva del norte, el escenario es técnicamente similar, aunque ideológicamente diferente. En ese sentido, la existencia de armas de destrucción masiva (WMD por sus siglas en inglés) es la cúspide de la proyección de fuerza militar, aspecto que dibuja el equilibrio geopolítico mundial prácticamente de la misma forma desde la Segunda Guerra Mundial.

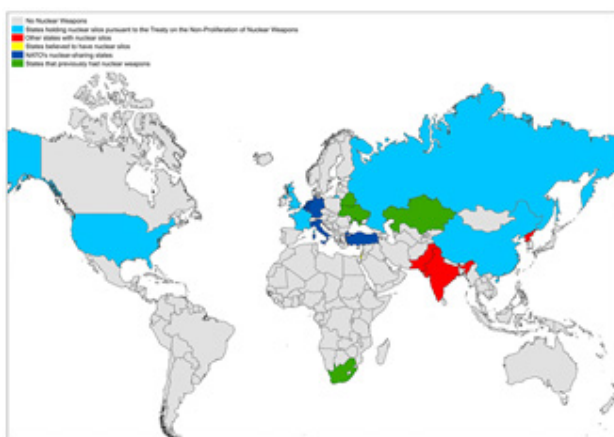


Figura 8. Mapa de tenencia de armas nucleares en el mundo.

Fuente: Mappr¹⁸

Para otros grupos hostiles que no necesariamente tienen acceso a ICBMs pero con intereses bélicos activos, como guerrillas y/u organizaciones terroristas, la proyección de la fuerza se puede apoyar en métodos no convencionales, tales como secuestros, atentados, entre otros.

¹⁸ <https://www.mappr.co/thematic-maps/countries-with-nuclear-weapons/>

Posiblemente uno de los ejemplos más emblemáticos de las últimas décadas sea el atentado terrorista contra el World Trade Center de Estados Unidos, perpetrado por Al Qaeda. A pesar de que esta organización no tenía acceso a maquinaria militar tradicional (tanques, buques y aviones de guerra, por ejemplo), se sirvió de servicios de acceso al público civil para lograr su cometido. En concreto, empleó la aviación comercial para movilizar sus células desde medio Oriente hasta Estados Unidos, país en el cual secuestraron aviones para posteriormente estrellarse contra diversos objetivos¹⁹.



Figura 9. Rutas de vuelo de los aviones siniestrados durante el atentado contra el World Trade Center y otros edificios.

Fuente: Encyclopedia Britannica²⁰

A diferencia de los casos anteriores relacionados con ejércitos regulares, para la organización terrorista no era mayormente relevante poder abarcar defensivamente todo el territorio local, ni tener la capacidad para atacar varias ciudades extranjeras, ni mucho menos contar con los

19 Bergen, P. L. (2022, November 30). September 11 attacks. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/event/September-11-attacks>

20 <https://www.britannica.com/event/September-11-attacks/The-attacks#/media/1/762320/69597>

medios para movilizar contingentes completos de personal, armamento ni vehículos, bastaba con poder trasladar un número acotado de personas a un punto específico en el extranjero, para poder llevar a cabo sus operaciones ofensivas. Esta notoria asimetría muestra otra de las variadas diferencias que existen entre las fuerzas regulares e irregulares, pero también nos ofrece una perspectiva distinta en lo que respecta a la proyección del poder militar en diversos conflictos. Así como no todas las batallas requieren un despliegue total y prolongado de los recursos militares disponibles, las necesidades de proyección de fuerza son específicas para cada conflicto.

Si bien anteriormente dimos ejemplos diametralmente opuestos de operaciones ofensivas, lo cierto es que tanto las fuerzas regulares como irregulares pueden requerir de capacidades de proyección acotadas o extendidas según los requerimientos de cada conflicto. Como un ejemplo de un ejército regular ejecutando operaciones acotadas, tenemos el caso del ataque aéreo en el aeropuerto internacional de Bagdad llevado a cabo en 2020, instancia en la cual Estados Unidos ejecutó una maniobra ofensiva puntual contra un convoy mediante el uso de drones, matando al menos a ocho personas, incluyendo al comandante iraní Qasem Soleimani y al comandante iraquí Abu Mahdi al-Muhandis²¹. Si bien este caso escapa un poco al conflicto tradicional, en el sentido de que no se efectuó en el contexto de una guerra formalmente declarada entre las partes involucradas, lo cierto es que esta operación requirió un esfuerzo de proyección militar proporcionalmente mucho menor si lo comparamos con otros conflictos entre Estados Unidos y diversos países de Oriente Medio, como por ejemplo la Guerra de Irak en 2003 (también conocida como la Tercera Guerra del Golfo Pérsico) o la Guerra de Afganistán en 2001.

21 Cohen, Z., Alkhshali, H., Khadder, K., & Dewan, A. (2020, January 4). US drone strike ordered by Trump kills top Iranian commander in Baghdad. CNN. Retrieved January 23, 2023, from <https://edition.cnn.com/2020/01/02/middleeast/baghdad-airport-rockets/index.html>



Figura 10. Mapa del ataque aéreo al aeropuerto internacional de Bagdad (2020)²².

En la vereda opuesta, un ejemplo de fuerzas irregulares llevando a cabo operaciones de largo aliento y con intensos despliegues de recursos militares, es la Guerra contra el Estado Islámico (2014), instancia que vio en sus inicios importantes victorias para la organización terrorista, logrando controlar ciudades como Mosul y Tikrit, para posteriormente extender sus células combativas a diversos países de la región, incluyendo países como Siria, Turquía, Yemen y Líbano, entre otros²³. Si bien las fuerzas aliadas han obtenido victorias de alto calibre, derrotando al Estado Islámico en Irak, Libia, Líbano y Siria, a tal punto que ya ha habido retiradas de tropas aliadas de la región, es también cierto que el conflicto no ha terminado, marcando poco menos de una década de guerra cuya resolución aún es incierta²⁴.

22 Fuente: The New York Times <https://www.nytimes.com/2020/01/02/world/middleeast/qassem-soleimani-iraq-iran-attack.html>

23 Bettati, M. (2020). ¿Por qué Estados Unidos asesinó al general Qassem Soleimani?: una radiografía de la escalada de tensiones entre Estados Unidos e Irán a inicios del 2020

24 Mumford, A. (2021). The West's War against Islamic State: Operation Inherent Resolve in Syria and Iraq. Bloomsbury Publishing.

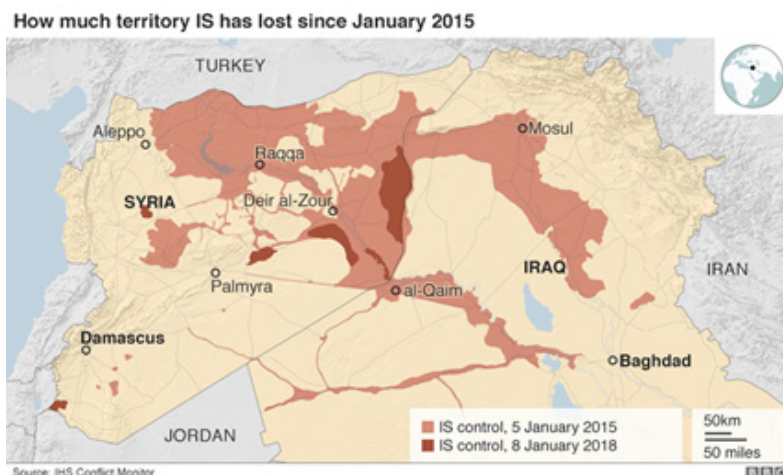


Figura 11. Evolución de áreas de control del Estado Islámico entre 2015 y 2018.

Fuente: IHS ²⁵

Estas disparidades del conflicto nos invitan a analizar otra arista de la proyección de la fuerza: si la existencia de las WMD dibujan los equilibrios geopolíticos mundiales entre las distintas potencias económicas y militares, a través de la omnipresente amenaza que supone la doctrina de la destrucción mutua asegurada (o MAD por sus siglas en inglés), ¿por qué esto que representa la capacidad definitiva de proyección de la fuerza, no puede lograr el mismo efecto disuasorio y/o resolutor de longevos conflictos contra fuerzas irregulares?

La respuesta a esta pregunta no es trivial, pero claramente hay algunos aspectos que son fáciles de identificar sin necesidad de ahondar mucho en niveles complejos de teoría política o militar. En primer lugar, en la mayoría de las ocasiones estos adversarios irregulares no representan a un país propiamente tal, sino a un conjunto acotado de extremistas dispuestos a llevar sus causas a las armas. Esto implica que una proyección total de la fuerza amenaza la vida de personas inocentes y vulnera la soberanía de países que muchas veces incluso son enemigos de estas

²⁵ Extraído de BBC <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-27838034>

fuerzas irregulares. El riesgo humanitario de una intervención nuclear es suficiente argumento como para detener de plano cualquier iniciativa de este tipo, ya que resulta una vía particularmente desproporcionada y moralmente cuestionable, pero que además puede no ser suficiente para derrotar a este tipo de adversarios, ya que usualmente estos grupos no limitan sus operaciones a un único país.

Mecanismos para proyectar la Fuerza

Como ya se ha tratado en líneas anteriores, el desarrollo en materias de armamento y tecnologías de apoyo permite a los ejércitos modernos poder operar de manera efectiva en variadas regiones y situaciones, de manera proporcional a sus propias necesidades estratégicas. Como se verá en secciones posteriores de este documento, además de los ICBM hay varios otros ejemplos tecnológicos que apoyan las operaciones militares fuera de las propias fronteras, ya sea para esfuerzos temporales o permanentes. Veamos el ejemplo de la Guerra de las Malvinas: el objetivo final tanto de Argentina como del Reino Unido era obtener control permanente sobre las islas en disputa, pero las necesidades de proyección de fuerza eran diametralmente diferentes²⁶.

Para Argentina, la proximidad geográfica de las islas implicaba ciertas facilidades para proyectar su fuerza militar, pudiendo trasladar tropas e insumos tanto por mar como por aire. De igual forma, la Armada argentina representaba el principal mecanismo de control defensivo para la zona de combate, apoyado por la Fuerza Aérea que podía operar apoyándose en su propia infraestructura nacional (puertos, aeródromos, entre otros), siendo ésta una ventaja sustantiva por sobre sus adversarios. Para el Reino Unido, la distancia entre las bases de operaciones y la región en disputa era tal que era imposible llevar a cabo operaciones individuales

26 Anderson, D. (2014). *The Falklands War 1982*. Bloomsbury Publishing.

desde sus tierras de origen: era totalmente indispensable proyectar la fuerza hasta el cono sur con otros mecanismos. La Armada Real fue la encargada de dar respuesta a este desafío, despachando una fuerza de combate compuesta por fragatas, destructores, un portaaviones y naves de desembarco. De esta forma, las fuerzas británicas pudieron disponer de fuerzas terrestres anfibias y apoyo aéreo para abordar el conflicto en sus tres dominios principales de combate.



Figura 12. Ruta de la flota británica durante la Guerra de las Malvinas.

Fuente: British Empire²⁷

Apesar de sus diferencias en términos de proyección de fuerza, en ambos casos se trataba de una necesidad temporal para conseguir resultados permanentes. Al otro lado del espectro tenemos aquellos esfuerzos de proyección militar que requieren de una ejecución permanente, o bien son esfuerzos temporales, pero con fechas de término difícilmente determinables. Tal es el caso de las bases militares estadounidenses desplegadas en Corea del Sur, las cuales están estrechamente relacionadas con el conflicto vigente entre las dos Coreas²⁸.

²⁷ <https://www.britishempire.co.uk/forces/armycampaigns/southamerica/falklands/falklandswarmaps.htm>

²⁸ de Laurentis Ollero, E. (2004). NUEVOS TIEMPOS, NUEVOS RETOS PARA LA ALIANZA MILITAR ENTRE COREA DE SUR Y ESTADOS UNIDOS. Verbum ENSAYO, 103.



Figura 13. Mapa de bases militares estadounidenses en Corea del Sur.

Fuente: Military bases²⁹

Estados Unidos posee aproximadamente una quincena de bases militares en el territorio surcoreano, las cuales cumplen roles disuasivos, defensivos, preventivos y de apoyo en beneficio del país del sur ante la potencial amenaza de una agresión proveniente del norte³⁰. El despliegue de estas bases militares traza su origen a la guerra entre las dos Coreas, conflicto que contó con intervención directa de los Estados Unidos y China, complementando una estrategia de proyección de fuerza basada justamente en la presencia permanente de contingente militar en territorio extranjero.

Si bien en estricto rigor todas esas bases corresponden a un esfuerzo temporal –se entiende que su presencia depende de la potencial amenaza de una agresión de Corea del norte–, la naturaleza incierta del conflicto entre ambas Coreas hace prácticamente imposible estimar una fecha para el retiro de las fuerzas estadounidense, por lo que estamos ante una proyección militar esencialmente permanente. En este caso, las bases constituyen toda una infraestructura de apoyo a las fuerzas

29 <https://militarybases.com/overseas/south-korea/>

30 Gaxiola, M. D. L. A. G. (1991). La migración de los trabajadores mexicanos indocumentados a los Estados Unidos (Vol. 6). Unam.

estadounidenses para que estas puedan llevar a cabo operaciones de manera confiable fuera de su territorio nacional, complementando a su vez la red de bases militares existente en otros países aliados de la región, como Japón.

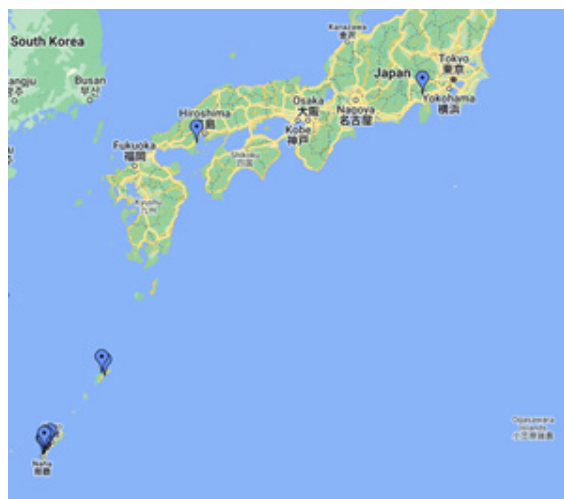


Figura 14. Mapa de bases militares estadounidenses en Japón.

Fuente: Google maps³¹

Un aspecto altamente relevante de estas proyecciones de fuerza es su impacto político en diversas partes del mundo. Al considerar el equilibrio político y militar entre las grandes potencias mundiales, las bases militares representan tanto un mecanismo de protección para los aliados como una potencial amenaza para los adversarios³². Este aspecto ha suscitado controversias entre las potencias en cuestión: una mayor presencia de bases en Asia del Este puede suscitar preocupaciones en China y Corea del Norte, mientras que un fenómeno similar en Europa Occidental o Central puede generar reacciones en Rusia.

31 https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1_nOApYSno86dDlptEHkIKEjYe_c&hl=en_US&ll=32.67040923923055%2C137.19582031250008&z=6

32 Vine, D. (2015). *Base nation: How US military bases abroad harm America and the world*. Metropolitan Books

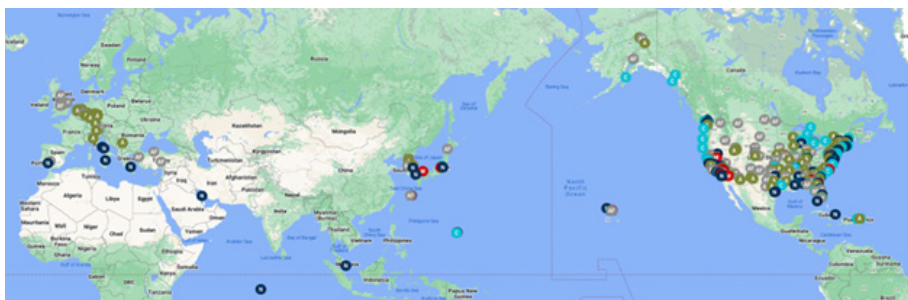


Figura 15. Mapa de bases militares estadounidenses en el mundo.

Fuente: Today's Military³³

Sin ir más lejos, la proyección permanente de la fuerza estadounidense y de sus aliados (especialmente miembros de la OTAN) es justamente uno de los gatillantes de la invasión rusa que inició la guerra contra Ucrania.

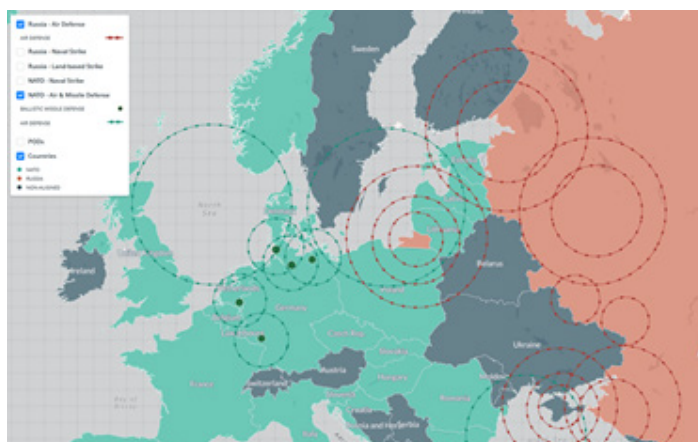


Figura 16. Alcance efectivo de sistemas de defensa antiáerea de países de la OTAN versus Rusia³⁴.

Fuente: Carto

33 <https://www.todayismilitary.com/ways-to-serve/bases-around-world>

34 <https://csis.carto.com/builder/20149366-a13e-11e6-9c96-0e3ff518bd15/embed?state=%7B%22map%22%3A%7B%22ne%22%3A%5B40.74725696280421%2C-15.249023437500002%5D%2C%22sw%22%3A%5B65.05360170595502%2C65.96191406250001%5D%2C%22center%22%3A%5B54.67383096593114%2C25.356445312500004%5D%2C%22zoom%22%3A5%7D%7D>

Cabe destacar que, así como la proyección de fuerza tiene una influencia política, también las labores políticas pueden constituir una proyección indirecta de la fuerza, a través de alianzas, acuerdos, bloqueos o sanciones que impulsan o limitan las capacidades de las fuerzas militares para operar en diversos escenarios de interés. Este aspecto está fuera del alcance del presente documento, pero de todos modos se consideró oportuno remarcar que este tipo de dualidades existen.

A un nivel más granular, podemos encontrar mecanismos más concretos que apoyan o sostienen la proyección de la fuerza, desde medios mecánicos hasta dispositivos de comunicación. Cuando nos acercamos a mirar la proyección de la fuerza a un nivel más operacional, son diversos los elementos que intervienen de manera favorable en la concreción de este tipo de objetivos: una apropiada infraestructura vial favorece un buen desplazamiento de fuerzas terrestres dentro del territorio nacional, mientras que una red funcional de aeropuertos y aeródromos permite dar mayor cobertura aérea tanto defensiva como potencialmente ofensiva. Una infraestructura robusta de telecomunicaciones hace posible una coordinación apropiada entre unidades y favorece la ejecución de operaciones conjuntas entre distintas ramas de las fuerzas armadas, además de habilitar medios tecnológicos adicionales para labores de inteligencia y contrainteligencia. De manera similar, el acceso a dispositivos tecnológicos que apoyen este tipo de funciones de apoyo da mayor independencia y flexibilidad a las diversas unidades.

En este punto, se empieza a evidenciar la relevancia del mundo civil para la proyección de la fuerza militar. Si bien es cierto que tal proyección es mayoritariamente una misión castrense, es igualmente cierto que los macroproyectos de infraestructura de los cuales se beneficia, o se puede beneficiar, el quehacer militar son iniciativas que habitualmente dependen del poder civil. De manera concordante, este tipo de redes e instalaciones se convierten en objetivos cuya protección es de interés

militar, conformando la Infraestructura Crítica Nacional cuya afectación tiene efectos graves tanto para el quehacer civil como el castrense.

Esta simbiosis invita a pensar nuevas formas para incluir ambas miradas en el diseño e implementación de proyectos de infraestructura de relevancia nacional, de modo tal que puedan cumplir su función en beneficio de la sociedad civil, al mismo tiempo que se conviertan en activos de utilidad para labores de proyección de la fuerza militar.

Disecccionando la proyección de la Fuerza: Factores y su Medición

Letalidad

Para efectos del presente estudio, entenderemos la letalidad como la capacidad de un elemento o conjunto de elementos humanos, mecánicos, cinéticos o de otra naturaleza, para producir resultados de muerte. Cabe destacar que la letalidad, además de ser un concepto que ha llamado la atención de diversos estudiosos, también ha demostrado ser muy complejo de definir, no existiendo amplios consensos a la hora de individualizar qué es la letalidad³⁵. En el trabajo de Matthew Ford se puede apreciar la extensa disputa que existe entre diversas definiciones del concepto, especialmente cuando se consideran las diferencias entre el mundo civil y el militar a la hora de entender la letalidad. Por lo anterior, la definición indicada al comienzo del párrafo es una propuesta del autor para facilitar el análisis del término en cuestión.

Durante los conflictos armados, resulta evidente la importancia de que una herramienta o una acción presente el mayor nivel de efectividad posible en términos de maximizar el efecto neutralizador contra el

35 Ford, M. (2020). The epistemology of lethality: Bullets, knowledge trajectories, kinetic effects. *European Journal of International Security*, 5(1), 77-93.

adversario, a la vez que reduciendo al mínimo los riesgos a los cuales se exponen las propias fuerzas.

Paradójicamente, un factor tan importante como la letalidad posee una naturaleza ambigua a la hora de su medición, ya que no es posible medir de la misma forma a un fusil que a una maniobra de despegue para recintos cerrados ocupados por adversarios. En este sentido, la letalidad está dada por variables que son específicas según lo que se esté evaluando: un arma de fuego corta no requiere de munición de alto calibre para ser letal si se dispara en zonas vitales que no estén protegidas por algún medio de defensa corporal. No obstante, conseguir la neutralización de un objetivo a bordo de una unidad mecanizada requiere de armamento sustancialmente diferente para alcanzar la letalidad, así como también en el caso de buscar neutralizar objetivos que estén resguardados en instalaciones fortificadas. Lo mismo para el caso de objetivos a bordo de aviones de combate, buques de guerra, entre diversos ejemplos; la idea de base es esencialmente una: el objetivo a atacar y su contexto determinan los mecanismos y herramientas necesarios para poder ejecutar acciones ofensivas efectivas.

Lo anterior nos invita a ponderar la letalidad en conjunto con una variable antagónica, que vendría siendo los medios de protección del adversario, pudiendo ser estos defensas propiamente tales (chalecos protectores, blindaje, infraestructura) o bien medios de evasión determinados por la movilidad, ya que un objetivo a pie no podrá evadir potenciales impactos de la misma forma que un avión.

En este punto estamos observando potencialmente tres variables para la medición de la letalidad:

$$L = C / (P + E)$$

Donde:

- L = Es la Letalidad
- C = Es la Capacidad Destructiva del componente ofensivo en estudio.
- P = Corresponde a las medidas de Protección del objetivo.
- E = Es la capacidad de Evasión del objetivo.

Cabe destacar que, debido a la multiplicidad de escenarios posibles, las tres variables en la fórmula tienen que ser determinadas de manera esencialmente subjetiva. Por otro lado, si bien tiende a ser inevitable que las operaciones ejecutadas contra objetivos militares durante un conflicto impliquen resultados fatales, lo cierto es que no siempre es estrictamente necesario ejercer fuerza letal para lograr objetivos operativos, tácticos o estratégicos. Es más, una revisión a la literatura marcial clásica de oriente nos habla que incluso el ideal estratégico es justamente lograr la victoria evitando el enfrentamiento directo tanto como sea posible, siendo el combate el último recurso a emplear: tal es el caso del “Arte de la Guerra” escrito por Sun Tzu, tratado militar cuya influencia en el pensamiento oriental y occidental hasta el día de hoy traspasa los límites del quehacer castrense, ya que es también empleado como referencia conceptual en entornos civiles como los negocios. En dicho documento se recalca la importancia de la visión integral de los distintos componentes del conflicto previos al combate en sí mismo, detallando escenarios en los cuales los generales han de prestar atención a variados aspectos y tácticas para –ojalá– lograr ventajas lo suficientemente potentes como para neutralizar al adversario sin recurrir al combate mismo, o bien, para que las fuerzas propias lleguen al enfrentamiento en condiciones que para el adversario sea inviable afrontar³⁶.

36 Tsu, S. (2016). The art of war. Cosimo Classics.

Todo esto implica que no basta con cuantificar la letalidad, sino que su resultado también debe ser calculado contra algún ponderador de letalidad necesaria para cada caso. Para esto podemos valernos de una tabla cualitativa que describe los niveles de letalidad ideales para la operación en cuestión –desde nula letalidad hasta extrema letalidad–. Por ejemplo:

Niveles de letalidad

Nivel de Letalidad	Descripción	Ejemplos
Nula y Sin Lesiones	Elementos restrictivos cuyo principal propósito sea contener al adversario, no implicando lesiones en condiciones normales	Esposas, amarras, grilletes para pies, spray pimienta
Nula y Con Lesiones	Elementos que pueden ocasionar lesiones leves durante un combate, pero sin riesgo vital para el adversario en condiciones normales	Escudos tácticos, bastones
Baja	Elementos que directa o indirectamente pueden ocasionar lesiones, pero con bajo riesgo de mortalidad en condiciones normales	Electroshocks, armas a balines
Media	Elementos que pueden ocasionar lesiones de mayor gravedad, pero cuya letalidad depende del lugar de impacto	Armas blancas, armas de fuego cortas
Alta	Elementos que en condiciones normales ocasionan la muerte de un adversario, o una cantidad acotada de adversarios	Granadas, armas de fuego largas
Muy Alta	Elementos que pueden conseguir de forma casi garantizada la muerte de un adversario, así como también de un mayor número de adversarios	Explosivos y municiones de mayor potencia (munición de cañones, misiles balísticos tradicionales, bombas)

Nivel de Letalidad	Descripción	Ejemplos
Extrema	Elementos que pueden ocasionar grandes cantidades de muertes, con poca o nula posibilidad de sobrevivencia para los adversarios	Bombas termobáricas, armas nucleares

Tabla 7. Niveles de letalidad

Fuente: Elaboración propia

Teniendo una taxonomía propuesta, corresponde entregar alguna valoración cuantitativa a cada nivel, para poder operar con los valores de letalidad que se calculen. No obstante, esto implica que dichas valoraciones deben ser coherentes con el tipo de resultados numéricos que se obtendrían de la fórmula de letalidad, ya que los ponderadores que describen las variables C, P y E también son de adjudicación subjetiva. Por lo tanto, es necesario proponer un nivel de valoración para dichas variables.

Comenzando con la variable Protección (P) del objetivo, presenta inmediatamente un desafío para su clasificación unificada: las medidas, herramientas, mecanismos e incluso materiales empleados para proveer protección a un objetivo varían enormemente en cada caso. No resulta intuitiva una forma de comparar, por ejemplo, la protección que un casco táctico provee a un soldado, no se homologa de manera directa con un cerco eléctrico erigido para proteger un recinto de posibles intrusos. Similar es el caso de la variable Evasión (E), ya que las propiedades evasivas de un todoterreno blindado tienen una relevancia diferente cuando se está en combate contra unidades de infantería, en comparación con un combate costero en el cual esté involucrado fuego de cañones navales desde el mar.

Entonces, pareciera razonable definir taxonomías separadas para cada una de esas variables, según criterios adicionales para diferenciar

entre distintos tipos de objetivos militares. Podemos establecer estas diferencias de la siguiente forma:

- **Categoría 1 – Personas:** Corresponde al personal. Soldados, políticos, administrativos o cual objetivo militar humano.
- **Categoría 2 – Vehículos Terrestres:** Tanques, trenes, motocicletas y todo objetivo militar motorizado y/o mecanizado de movilidad terrestre.
- **Categoría 3 – Vehículos Aéreos:** Aviones, helicópteros, avionetas y todo objetivo militar de movilidad aérea.
- **Categoría 4 – Vehículos marítimos:** Buques, lanchas, submarinos y todo objetivo militar de movilidad marítima.
- **Categoría 5 – Instalaciones:** Edificios, fuertes, cuarteles y todo objetivo militar inmobiliario.

Una vez establecidas estas categorías, podemos refinar su taxonomía estableciendo niveles de Protección y niveles de Evasión para cada clasificación.

Categorías de objetivos militares y niveles de protección

Categoría/ protección	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
1	Empleo de prendas comunes sin accesorios de protección (placas anti-balas, guantes, cascos, entre otros)	Empleo de prendas comunes con accesorios de protección	Empleo de prendas especiales y accesorios de protección	Empleo de escudos tácticos u otros elementos resistentes a impactos	Uso de atuendos antiexplosivos u otras prendas y accesorios especializados

Categoría/ protección	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
2	Carrocería o armazón estándar, habitualmente aquellas diseñadas para uso civil	Carrocería o armazón estándar, con elementos adicionales de seguridad	Carrocería ligera con algún tipo de armazón reforzado o blindaje	Tanques ligeros o vehículos similares con armazón pesada y blindaje	Tanques pesados o vehículos similares
3	Armazón estándar, habitualmente aquellas diseñadas para uso civil	Aviones civiles con mayor nivel de refuerzo estructural	Bombarderos	Aviones caza	Aviones furtivos
4	Botes inflables y otras embarcaciones pequeñas de material ligero	Barcos pequeños, lanchas y similares	Barcos cargueros y otras embarcaciones de mayor tamaño	Embarcaciones de guerra estándar	Embarcaciones de guerra reforzadas
5	Construcciones sin refuerzos especiales para situaciones de combate, habitualmente construcciones destinadas a uso civil	Construcciones reforzadas para uso civil	Construcciones militares simples	Construcciones militares reforzadas	Bunkers, refugios contra ataques nucleares

Tabla 8. Categorías de objetivos militares y niveles de protección

Fuente: Elaboración propia

Categorías de objetivos militares y niveles de evasión

Categoría/ protección	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
1	Objetivo con movilidad reducida o que requiera asistencia de terceros para poder trasladarse.	Objetivo con movilidad básica, limitada por su estado físico	Objetivo con buen estado físico, pero sin entrenamiento en maniobras evasivas para infantería	Objetivo con buen estado físico y entrenado en maniobras evasivas para infantería	Objetivo con entrenamiento ad hoc y que cuenta con apoyo de terceros para evacuar un área específica
2	Vehículo con averías u otras limitaciones que impidan o dificulten de manera importante su capacidad de movimiento	Vehículo ligero con funcionalidades básicas de movilidad	Vehículos con capacidades superiores de velocidad, pero con trayectorias fijas (ej.: trenes)	Vehículos con capacidades para maniobrar en terrenos adversos	Vehículos de carreras u otros que puedan alcanzar altas velocidades
3	Nave con averías u otras limitaciones que impidan o dificulten de manera importante su capacidad de	Aviones de carga y otras naves de velocidad limitada	Aviones estándar de combate	Aviones supersónicos	Aviones furtivos
4	Buque con averías u otras limitaciones que impidan o dificulten de manera importante su capacidad de			Embarcaciones con habilidades furtivas	Submarinos

Categoría/ protección	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
5	Estructuras de fácil identificación visual y de acceso simple para sus adversarios	<i>Estructuras con algún tipo de camuflaje o de difícil identificación visual</i>	Complejos con sistemas especiales para evacuación	Instalaciones de difícil acceso y/o cubiertas con obstáculos naturales o artificiales	Complejos subterráneos

Tabla 9. Categorías de objetivos militares y niveles de evasión

Fuente: Elaboración propia

Para simplificar la valoración, la escala para cada variable se asignará del 1 al 5, donde un 1 representa el menor valor de P o de E según sea el caso, hasta el 5 que representa el mayor valor.

Finalmente, en la fórmula tenemos el valor de la Capacidad destructiva (C), el cual describe cuán letal es o no es el elemento militar ofensivo en estudio. Nótese que esto se asemeja enormemente a los niveles de letalidad descritos en la Tabla 8, y esto se debe a que efectivamente es lo que se busca clasificar. La diferencia en esencia radica en que una variable describe el nivel de letalidad del activo militar per se, mientras que los niveles previamente tabulados apuntan a clasificar el nivel de letalidad que la operación específica requiere de modo tal que el uso de la fuerza sea proporcional pero suficiente para el cumplimiento de los objetivos. No obstante, este análisis invita a repensar estos criterios para identificar de manera más clara la diferencia entre la capacidad destructiva y el nivel de letalidad requerido.

Partamos asignando la Tabla 9 como un descriptor de la variable C, para la cual asignaremos una escala de seis puntos, dado que se identificaron

seis niveles de letalidad, donde 1 corresponde a un nivel de letalidad Nulo y Sin Lesiones, y 6 un nivel de letalidad Extremo. Veamos entonces el tipo de resultados que podríamos obtener calculando la letalidad con las tres variables ya definidas.

Escenario 1: Tropa equipada con armas de fuego cortas es despachada para neutralizar un objetivo humano de importancia para la toma de decisiones de la fuerza adversaria. El punto de interceptación elegido para la acción ofensiva implica que el objetivo estará sin el resguardo de edificaciones ni vehículos especiales, pero se sabe que emplea algunos elementos de protección tales como placas antibalas personales.

Tendríamos entonces las siguientes valoraciones para la fórmula de letalidad.

C = 4, al tratarse de armas cortas de fuego.

P = 2, por la ausencia de vestimenta especializada, pero con presencia de elementos de protección.

E = 1, por disponer sólo de la capacidad motriz propia para intentar eludir el ataque.

$$L = C / (P + E)$$

$$L = 4 / (2 + 1)$$

$$L = 4 / 3$$

$$L = 1.3$$

Escenario 2: Una célula terrorista desea neutralizar a un alto oficial durante su periodo de descanso vacacional. El atacante está provisto de un cuchillo largo y otras armas blancas, mientras que su objetivo se encuentra descansando en un recinto recreativo de su institución. El oficial no porta armamento ni elementos de protección, pero al tratarse de un recinto de propiedad militar, su acceso se encuentra restringido

y vigilado, estando el perímetro apropiadamente separado de otros terrenos. El recinto cuenta con vías de evacuación terrestre y aéreas, además de un contingente de guardias permanente.

Valorando cada variable tendríamos lo siguiente:

C = 4, por las armas blancas.

P = 4, si bien el valor P como individuo del objetivo sería cero, como se encuentra bajo resguardo de una instalación, ésta sí cuenta con un nivel mayor de protección.

E = 4, por las vías de escape existentes.

L = 4 / (4 + 4)

L = 4 / 8

L = 0.5

En el primer escenario, tenemos una fuerza ofensiva con las condiciones para neutralizar a un objetivo cuyos mecanismos de defensa son limitados, lo cual se traduce efectivamente en una valoración de letalidad superior a 1. Por el contrario, en el segundo escenario, las posibilidades de la parte atacante para superar las defensas del objetivo son mucho más bajas, lo cual es representado por un valor de letalidad mucho menor a 1.

En estos casos de menor complejidad, la fórmula parece ser correcta a la hora de valorar la letalidad esperada. Ahora debemos contrastar esto con diversos escenarios de letalidad requerida, para determinar la valoración que resultaría más apropiada asignar a cada nivel, y para esto podemos tomar algunas lecciones del mundo civil y su relación con el orden público: si bien en el día a día el Estado debe enfrentar conflictos internos de diversa índole mediante el uso de la fuerza policial, en la mayoría de los casos no sólo es innecesario el uso de fuerza letal, sino que muchas veces es indeseable y/o contraproducente. La acción contra un delincuente que ha hurtado un teléfono celular va a tener un nivel de intensidad

diferente al caso de un despeje de calles ante una manifestación pública no autorizada, como también diferente ante una situación de asalto con toma de rehenes.

En definitiva, así como el uso de la fuerza letal posee niveles, la fuerza no letal también, y efectivamente en las operaciones militares hay escenarios donde aplicar fuerza no letal puede proveer una ventaja táctica o estratégica mucho mayor en comparación con la mera neutralización letal de un objetivo dado. Por ejemplo, la captura de soldados oponentes puede posteriormente ser útil en negociaciones con la parte adversaria, o bien una acción ofensiva no letal puede servir como elemento disuasivo contra terceras partes que estén considerando prestar apoyo al adversario, entre otros ejemplos. Para diferenciar de mejor manera la letalidad de la fuerza atacante con la letalidad requerida para la operación, podemos proponer una nueva taxonomía:

Niveles de letalidad requeridos para una operación determinada

Nivel de letalidad requerido	Descripción
Nulo Sin Retención	Sólo se requiere que el objetivo abandone un área o desista de realizar una acción determinada
Nulo Con Retención	Se requiere retener vivo al objetivo
Bajo	La neutralización del objetivo puede o no emplear fuerza letal, pero es preferible la vía no letal
Medio	La neutralización del objetivo puede o no emplear fuerza letal, pero es preferible la vía letal
Alto	Se requiere neutralizar al objetivo con medios letales, evitando daños colaterales
Muy Alto	Se requiere neutralizar al objetivo de manera letal a toda costa, siendo aceptable el uso de mecanismos altamente destructivos

Tabla 10. Niveles de letalidad requeridos para una determinación determinada

Fuente: Elaboración propia

Como primera aproximación, podemos asignar valor del 1 al 6 para cada nivel, siendo 1 el nivel más bajo de letalidad requerida y 6 el máximo. El desafío ahora es determinar la homologación correcta para estas valoraciones y aquellas obtenidas en la fórmula con su estado actual.

Velocidad

En fuerte contraste con la letalidad, la velocidad es un factor mucho más uniforme tanto a nivel de definición como de medición, ya que, para tales efectos, el mundo de la física ya ha recorrido y documentado un largo camino. La velocidad, entendida como la cantidad vectorial que mide el cambio de posición de un elemento sobre una variación de tiempo dada, nos provee de una herramienta de medición uniforme para prácticamente todos los elementos militares cuya velocidad sea de nuestro interés³⁷.

Mediante la simple ecuación $V = \Delta s / \Delta t$ podemos cuantificar la velocidad del movimiento de tropas, de misiles balísticos, de helicópteros, buques, entre otros ejemplos.

Para la proyección de la fuerza, la velocidad provee un indicador de suma importancia a la hora de pronosticar la adquisición de ventajas tácticas y estratégicas en un escenario de combate. Un despliegue veloz de tropas puede significar la diferencia entre lograr o no maniobrar sobre una posición adversaria de modo tal de lograr su neutralización y cortar posibles vías de escape. De igual forma, la velocidad puede ser una cualidad inherente que establezca diferencias de superioridad entre activos militares de similar naturaleza, pero con roles antagónicos: por ejemplo, la diferencia de velocidad entre aviones de combate y/o la velocidad de sus misiles pueden significar que un bando obtenga una ventaja inalcanzable en relación al otro. De manera similar, en

37 Halliday, D., & Resnick, R. (1988). Fundamentals of physics

conflictos que involucran extensas áreas geográficas, el actor cuyas líneas logísticas pueden desplegarse en distintas ubicaciones de manera más veloz, así como la velocidad para trasladar activos militares, condiciona fuertemente la efectividad de una fuerza de combate. Un tradicional ejemplo de la importancia de la velocidad para la proyección de la fuerza es la Blitzkrieg (guerra relámpago) alemana, estrategia utilizada para superar rápidamente a las defensas enemigas durante la Segunda Guerra Mundial, cosechando gran éxito en campañas como las de Polonia, Francia, Bélgica, Holanda, Dinamarca y Noruega³⁸.



Figura 17. Mapa de la invasión alemana a Polonia.

Fuente: The United States Holocaust ³⁹



Figura 18. Mapa de la invasión alemana a Dinamarca y Noruega.

Fuente: The United States Holocaust Memorial Museum⁴⁰.

³⁸ Reilly, H. J. (1939). Blitzkrieg. Foreign Aff., 18, 254. Frieser, K. H. (2013).

The Blitzkrieg Legend. Naval Institute Press.

³⁹ Memorial Museum. <https://encyclopedia.ushmm.org/content/en/gallery/blitzkrieg-lightning-war-maps>

⁴⁰ <https://encyclopedia.ushmm.org/content/en/gallery/blitzkrieg-lightning-war-maps>



Figura 19. Mapa de la invasión alemana a Francia, Bélgica y Holanda.

Fuente: The United States Holocaust Memorial Museum.⁴¹

Estas campañas se caracterizaron por el veloz despliegue de tanques e infantería mecanizada en territorios enemigos, separando a las fuerzas defensoras y limitando así su efectividad conjunta.

Precisión

El rol que cumple la precisión en el combate es prácticamente autoevidente, ya que es crucial para cualquier interacción de ataque y defensa desde la disputa pugilística, donde para el atacante es tan crucial asestar el golpe en aquel espacio donde no hay guardia como para el defensor el ser capaz de defenderse del golpe justo donde va a llegar, hasta la ejecución de ataques a larga distancia empleando misiles balísticos donde no sólo basta con acertar geográficamente donde se sitúa el objetivo, sino que también estar a la altura correcta para que la carga detone de acuerdo al tipo de explosivo elegido a la altura donde su explosión específica ocasione el mayor impacto posible (recordemos que ciertas bombas son más efectivas detonando al contacto, mientras que otras se benefician de una detonación previa al contacto), la noción de precisión es fundamental.

41 <https://encyclopedia.ushmm.org/content/en/gallery/blitzkrieg-lightning-war-maps>

La medición de la precisión puede limitarse a dicotomías simples (ej.: acierta al objetivo o no), o bien alcanzar profundos niveles de granularidad (ej.: variación en metros de impacto con relación al objetivo, porcentaje del área de impacto que afecta a elementos distintos al objetivo, entre otros). Si bien la precisión es una condición crítica para evaluar la efectividad del armamento, también es un factor crucial para acceder a ciertos tipos de proyecciones de fuerza de larga distancia. Un ejemplo concreto es el de los ataques quirúrgicos – término con el que se hace referencia a ataques de alta precisión – mediante el uso de drones, aviación de guerra tradicional, cohetes y similares: si los mecanismos y armamento disponibles no pueden alcanzar al objetivo de manera certera y confiable, simplemente no es factible llevar a cabo operaciones de este tipo. Y esta situación no es trivial ya que, si bien es cierto que la falta de precisión puede ser mitigada mediante un mayor uso de la fuerza (ej.: bombardeos masivos), lo cierto es que estos caminos no siempre son una opción posible. Es más, en muchos casos, los ataques quirúrgicos buscan precisamente eliminar objetivos de interés sin escalar un conflicto al nivel de una guerra total.

Un ejemplo emblemático de este tipo de ataques empleados en contextos donde era preferible evitar una guerra tradicional es la Operación Ópera, también conocida como Operación Babilonia, ejecutada por Israel en 1981 en territorio iraquí. La operación consistió en un bombardeo de precisión contra un reactor nuclear clase Osiris adquirido por Irak, el cual fue completamente destruido⁴². Si bien este ataque se produce en el marco del conflicto árabe-israelí que persiste hasta el día de hoy, no existía una guerra formalmente declarada entre ambas partes, a diferencia de lo que ocurría entre Irak e Irán, quienes en ese año efectivamente estaban enfrascados en un conflicto armado.

42 Perlmutter, A., Handel, M. I., & Bar-Joseph, U. (2003). Two minutes over Baghdad. Psychology Press

Para Israel, no era de su interés entrar abiertamente en la guerra, pero sí consideraron como una prioridad estratégica urgente lograr la detención del desarrollo nuclear iraquí. La posibilidad de que el país lograra la capacidad para producir armamento atómico significaba un brusco cambio en el equilibrio de poder en la región. Evidentemente, sin las capacidades aéreas que poseía Israel, lograr llevar a cabo un ataque de este tipo sería simplemente imposible, forzando el uso de otras estrategias más arriesgadas (ej.: infiltración y sabotaje) o más directas (declaración de guerra).

Cabe destacar que la idea principal detrás de los ataques de alta precisión –neutralizar uno o varios objetivos específicos y nada más– guarda estrecha relación con los ataques de decapitación, estrategia militar que apunta a eliminar los liderazgos políticos y/o militares de un adversario, con la intención de afectar gravemente la capacidad de dicho adversario de continuar con sus esfuerzos combativos coordinados. En esta línea, podemos encontrar ejemplos en variados conflictos históricos. El asesinato de Abraham Lincoln, Andrew Johnson y William Seward a manos de un simpatizante confederado cortó severamente la línea de sucesión presidencial de ese país⁴³. Al otro lado del mundo está el caso de la ejecución del Tsar Nicolás II de Rusia y su familia, ataque perpetrado por los bolcheviques que lograría poner fin definitivo al zarismo⁴⁴.

En años más recientes, Estados Unidos y sus aliados han ido abandonando poco a poco el empleo de ataques masivos tradicionales, favoreciendo los ataques quirúrgicos basados en el uso de la aviación militar, drones y misiles balísticos. Esta vía ha sido empleada tanto para destruir objetivos específicos como depósitos de armas y convoyes de suministros, como para también llevar a cabo ataques de decapitación, neutralizando a

43 Abel, E. L. (2015). *A Finger in Lincoln's Brain: What Modern Science Reveals about Lincoln, His Assassination, and Its Aftermath*. ABC-CLIO.

Cook, A. (2010). *The murder of the Romanovs*. Amberley Publishing Limited.

44 Cook, A. (2010). *The murder of the Romanovs*. Amberley Publishing Limited.

líderes de organizaciones terroristas y otros adversarios. Para simplificar la integración de esta variable en cálculos posteriores, consideraremos la valorización de la precisión en términos del porcentaje de aciertos. De esta forma, un sistema de defensa antiaérea que posea un registro de 8 aciertos por cada 10 intentos tendrá una precisión valorizada del 80% que llevaremos a decimales como 0.8.

Alcance

La distancia máxima a partir de la cual se puede atacar de manera confiable a un adversario, concepto también entendido como alcance, es otro factor que desde siempre ha jugado un rol decisor durante los conflictos bélicos. En el contexto militar, este término también se conoce como alcance operativa⁴⁵. Nuestros antepasados debieron cazar bestias de mayor tamaño y con extremidades más largas y potentes, realidad que impulsó el desarrollo de armas para poder atacar presas a una distancia mayor que la que las extremidades humanas habitualmente permiten.

En términos generales, aquel que puede asestar el primer golpe suele tener algún tipo de ventaja sobre el defensor (aunque es claro que no siempre es así), razón que ha impulsado el desarrollo tecnológico del armamento hasta el día de hoy: las lanzas y flechas dominaron los campos de batalla antiguos hasta el advenimiento de las armas de fuego, las cuales fueron adquiriendo cada vez más alcance, ya sea como armas de mano o bien como piezas de artillería. Las municiones evolucionaron para incorporar elementos aerodinámicos y de conservación de energía para impactar con mayor intensidad y a mayores distancias, evolucionando en cohetes, misiles y otro tipo de proyectiles propulsados que hoy en día caracterizan el poderío militar de las principales potencias mundiales.

⁴⁵ Operational reach. (n.d.) Dictionary of Military and Associated Terms. (2005). Retrieved January 23, 2023, from <https://www.thefreedictionary.com/operational+reach>.

A pesar de su longeva relevancia, el alcance es un factor esencialmente de simple medición: en su nivel más básico, basta con documentar la ubicación del punto de inicio de la acción ofensiva, luego la ubicación del objetivo y medir la distancia entre ambos puntos. No obstante, para efectos de la proyección de fuerza, la distancia simple entre el disparo/ lanzamiento y el objetivo no es el único escenario donde el alcance es relevante.

El traslado de tropas, maquinaria y armamento también es una forma muy importante de proyección militar. El simple hecho de disponer de transporte supone una extensión del área de operación efectiva de un recurso militar dado, así como la construcción de puestos de avanzada, cuarteles y toda instalación que permita funcionar como punto de coordinación y reaprovisionamiento en ubicaciones distintas a las bases originales, provee un espacio para extender el alcance del contingente, su armamento y maquinarias.

Otro ejemplo moderno de proyección de fuerza móvil en el mundo naval corresponde a los portaaviones: verdaderas pistas de aterrizaje móviles que actualmente conforman la columna vertebral de las armadas más poderosas del mundo, permitiendo a sus flotas contar con apoyo aéreo en altamar, además de funcionar como centros de mando flotantes que hacen posible la ejecución de complejas misiones en prácticamente cualquier región del mundo que posea acceso costero.

■ *Estos tipos de alcances requieren criterios de evaluación propios.*

En lo particular, podemos constatar dos tipos de “alcance”: El primero corresponde al área alrededor de la instalación o vehículo, dentro de la cual un recurso militar puede cumplir sus funciones y retornar. En el caso de un puesto de avanzada, corresponde al área que puede cubrir su contingente sin riesgo de comprometer su capacidad de regreso. Para los

portaaviones, corresponde al área en la cual puede operar su flota una vez situada en un sector dado.

El segundo criterio es más bien logístico y tiene relación con las distancias que pueden abarcar vehículos y otras maquinarias móviles para prestar soporte a la operación autónoma de otras unidades. Esta perspectiva considera el kilometraje que la unidad de apoyo puede recorrer sin riesgo de no poder emprender el viaje de regreso por falta de recursos (combustible, repuestos, pilotos, entre otros). Por ejemplo, para que una unidad de avanzada pueda realizar operaciones en territorio hostil, requiere contar con algún mecanismo de acercamiento. La proyección de la fuerza en este escenario podría evaluarse en virtud del kilometraje recorrido por un avión que permitiera un descenso en paracaídas nocturno.

El Desafío de la ponderación conjunta de velocidad, alcance, letalidad y precisión

Ahora que están definidos los mecanismos de ponderación individual para cada variable, viene la discusión de cómo integrar matemáticamente todos estos elementos. A este punto sabemos que dos variables están descritas como funciones (velocidad y letalidad), una como medida escalar (alcance) y otra porcentual (precisión). Con este fin se considera oportuno discutir la relación entre cada una de las variables:

Velocidad y Alcance

Este par de variables tienden a tener una relación directamente proporcional, ya que habitualmente un elemento que se desplaza a mayor velocidad suele lograr un alcance mayor.

Letalidad y Precisión

La letalidad y la precisión suelen estar estrechamente relacionadas, dependiendo del tipo de armamento que estemos evaluando. En el caso de un fusil, una bala que no acierta simplemente no tiene potencial letal; sin embargo, una bomba de alta capacidad destructiva no depende demasiado de la precisión de su caída. Aunque sigue siendo cierto que un desacierto lo suficientemente serio puede comprometer de manera grave la letalidad del explosivo.

Velocidad y Precisión

Estos factores pueden entrar en conflicto dependiendo del escenario en cuestión: un tanque en movimiento puede ver afectada negativamente su precisión de disparo en comparación con cuando procede desde una ubicación estática, mientras que un misil de intercepción puede no alcanzar a su objetivo si no es lo suficientemente veloz.

Letalidad y Alcance

Si bien la letalidad no está estrictamente condicionada por el alcance, es cierto que la distancia a la cual se sitúa el adversario puede determinar si un arma puede ser útil o no para cumplir su objetivo. Un arma blanca puede ser totalmente suficiente para neutralizar a un adversario a corta distancia, pero si el objetivo en cuestión se encuentra en otra ciudad, el arma pierde su capacidad letal.

Velocidad y Letalidad

A simple vista, estos conceptos no tienen necesariamente una relación directamente proporcional ni inversamente proporcional, ya que influyen factores externos a la hora de obtener un contexto completo que nos

indique si el aumento o reducción de velocidad es un efecto deseable o no para la letalidad esperada.

Precisión y Alcance

Si bien hoy en día la tecnología computarizada permite obtener elevados niveles de precisión a largas distancias, lo cierto es que mientras más extenso sea el alcance requerido para alcanzar un objetivo, más incierto se vuelve un acierto certero. Podemos hablar en este punto de una relación inversamente proporcional.

Importancia Ponderada

Habiendo establecido relaciones generales entre las variables, resulta oportuno establecer la importancia de cada elemento con relación a la proyección de fuerza, de modo tal que se puedan definir valores ponderables para cuantificar dicha importancia. Si bien todos los factores cumplen un rol importante en este tipo de proyecciones, no todas las variables tienen el mismo peso cuantitativo ni cualitativo.

Dado que esta valoración representa un juicio esencialmente subjetivo, establecemos estas evaluaciones en calidad de propuesta:

Alcance: Posiblemente, el factor más determinante en la proyección de la fuerza ya sea que hablemos de la distancia bruta máxima hasta la cual un ICBM puede impactar, o del radio de acción que puede cubrir un conjunto de defensas antiaéreas, o de los kilómetros que pueden cubrir las líneas de aprovisionamiento propias, el alcance cobra un rol fundamental.

Velocidad: Como se ha comentado en líneas anteriores, la velocidad para el despliegue de la fuerza puede significar la diferencia entre adquirir o perder una ventaja táctica o estratégica. No obstante, dependiendo de

las circunstancias, esto no siempre es relevante, pudiendo incluso ser contraproducente.

Precisión: Si bien la precisión tiende a ser un factor determinante para la efectividad de una cantidad importante de armas, en aquellos casos con cierta capacidad destructiva, es factible conservar un nivel importante de letalidad sin una precisión elevada.

Letalidad: Otro de los factores decisores a la hora de establecer capacidades de proyección de fuerza, es quizás mejor representado por las WMD.

Con estos antecedentes, podemos proponer la siguiente jerarquización de variables, asignando un ponderador de importancia, donde un número mayor corresponde a una importancia mayor.

Ponderadores de importancia

Variable	Ponderador de importancia
Velocidad	1
Precisión	2
Letalidad	3
Alcance	4

Tabla 11. Ponderadores de importancia
Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior podemos empezar a integrar las diferentes variables. Tendríamos entonces:

Alcance (A): Medido en Ms o KMs y con ponderación 4.
Letalidad (L): Definido por $L = C / (P + E)$ y con ponderación 3.
Precisión (P): Medido en % de aciertos y con ponderación 2.
Velocidad (V): Definido por $V = \Delta s / \Delta t$ y con ponderación 1.

En términos generales, podríamos agrupar las variables en bruto de la siguiente forma:

$$\text{Proyección de la Fuerza PF} = A*4 + L*3 + P*2 + V$$

Podemos poner a prueba esta primera aproximación con algunos escenarios ficticios:

Escenario 1: Una coalición de naciones requiere fortalecer sus capacidades antiaéreas en la frontera de uno de sus integrantes. La nación objetivo es la más distante de la coalición, a 1700 KMs del estado aliado más cercano. La operación solo requiere realizar labores en territorio local, sin encuentros esperables con tropas adversarias, aunque se deben desplegar grupos de escolta como indica el protocolo de la alianza, incluyendo infantería motorizada con armas largas. Las redes logísticas dan abasto para realizar obras hasta a 2000 KMs desde el país aliado más cercano y se espera que las labores duren 3 meses.

Al tratarse de un escenario que no involucra un conflicto per se, la proyección de la fuerza se limita al mero despliegue logístico de recursos, por lo cual no hay muchas variables que puedan ser definidas. Podríamos estimar la letalidad de los equipos de escolta, considerando la misión de escolta como el ejercicio de proyección de fuerza, lo que nos daría las siguientes valoraciones:

$A = 400$ metros promedio.

$L = 5$ (no se consideran las variables de protección y evasión).

$P = 0.9$ (dato asumido).

$V = 6.5$ Km/h

$PF = 400*4 + 5*3 + 0.9*2 + 6.5$

$PF = 1600 + 15 + 1.8 + 6.5$

$PF = 1623.3$

Ahora bien, en el supuesto de que el sistema de misiles sea desplegado, podemos valorar su aporte a la proyección de fuerza de la siguiente forma (se asumirá en este ejercicio que el sistema antiaéreo es el MIM-104 Patriot PAC 3).

$$\begin{aligned}A &= 30 \text{ Kms} \\L &= 6 \text{ (no se consideran las variables de protección y defensa)} \\P &= 0.97 \\V &= \text{MACH } 4.1 \text{ (5062.68)} \\PF &= 30*4 + 6*3 + 0.97*2 + 5062.68 \\PF &= 120 + 18 + 1.94 + 5062.68 \\PF &= 5202.62\end{aligned}$$

Como era de esperar, el aporte de un sistema de defensa antiaérea moderno es sustancialmente mayor al de un equipo de escolta acotado. A primera instancia pareciera que los resultados de la fórmula se condicen con la realidad.

El factor invisible en el mundo civil y militar: el tiempo

Desde los inicios de la humanidad, ha sido necesario llevar a cabo algún tipo de seguimiento del paso del tiempo. A medida que los años avanzaron, esta necesidad se fue complejizando, requiriendo el desarrollo de nuevas herramientas y técnicas para alcanzar niveles de precisión temporal más finos. El mundo de las tecnologías trajo consigo necesidades aún más exigentes, superando las capacidades humanas de estimación temporal. Hoy en día, los sistemas distribuidos que sustentan gran parte de las actividades humanas requieren niveles de sincronización prácticamente inmediatos y globales, un aspecto que enfrentan distintos dispositivos y protocolos. Por lo tanto, tener conocimiento de las amenazas que acechan a estos verdaderos catalizadores del tiempo resulta fundamental para

definir y desplegar medidas de prevención y recuperación que permitan garantizar la continuidad operativa de este tipo de sistemas.

El desarrollo industrial de la humanidad está estrechamente relacionado con la aparición de tecnologías disruptivas que transformaron la manera de hacer las cosas. Técnicas, dispositivos, materiales, procesos y otros elementos forjaron profundos cambios que alteraron la faz de la sociedad. Sibilia plantea que estos estandartes del cambio son los verdaderos protagonistas del capitalismo industrial, además de ser los antagonistas de aquellos espíritus ludditas que resienten el progreso. No fueron los grandes motores a vapor ni los complejos generadores eléctricos los que fueron el verdadero emblema de las revoluciones industriales, sino el reloj⁴⁶.

El reloj, dispositivo descrito por Lewis Mumford como un *“aparato sencillez y preciso, cuya única función consiste en marcar mecánicamente el paso del tiempo”*⁴⁷, traza sus orígenes prácticamente hacia el inicio de la sociedad humana, ya que si bien es cierto que la aparición de dispositivos mecánicos más cercanos a nuestra noción actual de un “reloj” tomó lugar recién cerca del 1300 en Europa, existe evidencia del interés por —y de la necesidad de— medir el paso del tiempo en civilizaciones tan antiguas como la egipcia y la babilónica, en donde se construyeron relojes de sol y otros mecanismos similares para poder organizar diversas actividades⁴⁸.

46 Sibilia, P. (2012). El hombre postorgánico: cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales. Fondo de cultura económica.

47 Mumford, L., & de Acevedo, C. A. (1945). Técnica y civilización (Vol. 1). Buenos Aires: Emecé.

48 Marrison, W. A. (1948). The evolution of the quartz crystal clock. The Bell System Technical Journal, 27(3), 510–588.



Figura 20. Reloj Pomander o Bisamapfeluhr, considerado como el reloj más antiguo del mundo. Creación atribuida a Peter Henlein⁴⁹.



Figura 21. Reloj de bolsillo Henlein. Creación atribuida a Peter Henlein⁵⁰



Figura 22. Reloj de Melanchthon, si bien no es el reloj más antiguo del mundo, sí es el reloj más antiguo entre los que poseen una fecha precisa de creación. Atribuido a Peter Henlein⁵¹.

49 <https://www.yourwatchhub.com/watches/oldest-watch-in-the-world/>

50 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Henlein_Taschenuhr.jpg

51 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:German_-_Spherical_Table_Watch_\(Melanchthon's_Watch\)_-_Walters_5817_-_View_C.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:German_-_Spherical_Table_Watch_(Melanchthon's_Watch)_-_Walters_5817_-_View_C.jpg)

Pero además de su rol instrumental en la sociedad humana, el reloj fue un factor transformador en nuestra percepción del paso del tiempo, estableciendo estructuras temporales más rígidas que fueron clave para el ordenamiento de la fuerza laboral (especialmente durante la industrialización del trabajo). En un punto de la historia, las personas ya no comían necesariamente por sentir apetito, sino porque era la hora que tenían asignada para hacerlo dentro de su jornada de trabajo⁵². Este último ejemplo, si bien es menor en comparación con el efecto general del reloj en la sociedad, ilustra cómo la evolución de una tecnología específica fue impactando en nuestras costumbres. José Ignacio La Torre narra la historia que llevó a la construcción de un “buen” reloj, dispositivo al que denomina como “el paradigma de una máquina perfecta, sin alma, precisa, implacable”. El autor describe cómo la necesidad de los marineros del siglo XVIII de conocer su posición en el mar de manera fiable fue impulsando el trabajo de artesanos como John Harrison, quien en su afán de ganar el premio de la Longitude Act, fue realizando enormes aportes al desarrollo del reloj moderno⁵³.



Figura 23. Retrato de John Harrison. Impresión de P. L. Tassaert a partir del original creado por Thomas King⁵⁴

52 Dohrn-van Rossum, G. (1996). *History of the hour: Clocks and modern temporal orders*. University of Chicago Press.

53 Latorre, J. I. (2019). *Ética para máquinas*.

54 https://en.wikipedia.org/wiki/File:John_Harrison_Uhrmacher.jpg

Latorre describe las limitaciones que sufrían las soluciones empleadas por aquel entonces por los marineros de la siguiente manera: “Podían establecer su paralelo con la altura del sol, pero ningún método permitía saber el meridiano. La tierra gira sobre su eje y eso hace que veamos como el cielo parece girar sobre nuestra cabeza”. Ante esto, el mismo autor describe la solución planteada en aquel entonces: “Una forma de resolver el problema de la longitud es tener un buen reloj. Si el sol en alta mar está en su cénit y tenemos en la mano un reloj sincronizado con otro reloj en Londres que marca las 4 de la tarde, tenemos 4 horas de diferencia. Eso implica que estamos a unos 60 grados al oeste de Londres (cada hora se corresponde con 15 grados de longitud, dado que un día de 24 horas corresponde a girar una vuelta de 360 grados)”.

Por lo anterior, un buen reloj daría respuesta a esta problemática. Y es en este contexto que grandes mentes de la época, tales como Isaac Newton, Edmond Halley y John Flamsteed se sumaron al desafío de desarrollar esta nueva generación de relojes, carrera que finalmente fue ganada por John Harrison y su reloj “H4”, alcanzando una alta precisión, con un error estimado de menos 1 segundo por día.

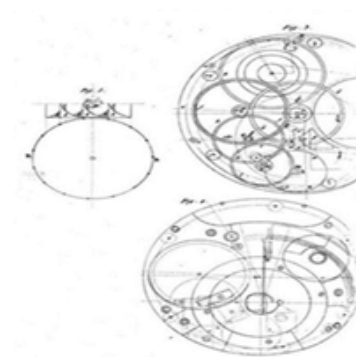


Figura 24. Dibujos del cronómetro H4 de Harrison⁵⁵.

55 https://en.wikipedia.org/wiki/File:Harrison_H4_clock_in_The_principles_of_Mr_Harrison%27s_time-keeper_1767.jpg

Con el pasar de los años la sofisticación de la sociedad humana fue requiriendo de técnicas, herramientas y materiales cada vez más complejos para poder funcionar al ritmo que se necesita. El reloj, o más específicamente el tiempo, no fue la excepción y se transformó en un insumo más para el funcionamiento fluido y oportuno de diferentes procesos e interacciones cotidianas, desde las comunicaciones familiares hasta el comercio, incluso la guerra, como lo demuestran las declaraciones del físico Robert Lutwak, quien sostuvo que *“la sincronización precisa es esencial no solo para el departamento de Defensa sino también para la infraestructura de las necesidades civiles cotidianas, como la banca y la distribución de energía eléctrica”*⁵⁶.

En este punto, volvemos a la idea inicial del reloj, ya que esa trascendental sincronización solo es posible con el apoyo de una herramienta, al menos cuando se desea un cierto grado de precisión que escape a las capacidades humanas de estimación temporal. DeGrasse Tyson y Lang destacan el ejemplo de la Agencia Espacial Europea y su proyecto ACES (conjunto de relojes atómicos espaciales), el cual se basa en el funcionamiento del reloj atómico. Este tipo de relojes, según explican los autores anteriormente mencionados, rastrean el paso del tiempo al registrar la frecuencia de luz emitida por un salto cuántico específico, una transición, de electrones dentro de los átomos de un elemento elegido. En la actualidad, un segundo se define como exactamente 9.192.631.770 ciclos de la luz emitida por la transición dentro del átomo de cesio-133. En la Figura 26 se ilustra el ejemplo del reloj atómico “Pharao”.

56 Tyson, N. D., & Lang, A. (2018). Accessory to war: The unspoken alliance between astrophysics and the military. WW Norton & Company.



Figura 25. Reloj atómico Pharaao.

Fuente: The European Space Agency⁵⁷

Los relojes, como Pharaao, son el testamento de la relación entre la física moderna y la sincronización temporal. Latorre describe cómo la mecánica cuántica estableció los estándares de precisión actuales, justamente mediante los relojes atómicos que constituyen el corazón de la geolocalización moderna, además de facilitar niveles de sincronía sin precedentes. En sus palabras:

“Hoy en día, nuestros mejores relojes cuánticos tienen precisiones de una parte de 100.000.000.000.000.000 (un uno seguido de veinte ceros, un milisegundo comparado con la edad del universo). Es una proeza tecnológica que nadie podía imaginar hace un siglo”. Es así como los grandes dispositivos computacionales de hoy se sirven de la mecánica cuántica para operar de manera sincronizada, con los niveles de precisión que se requieren en el mundo moderno.

Visitando la historia, Behe menciona que la teoría de un reloj atómico fue propuesta por Emile Zuckerkandl y Linus Pauling⁵⁸. Este trabajo científico impacta a la sociedad de hoy de manera difícil de imaginar en tiempos antiguos. De alguna u otra forma, la humanidad comenzó a generar una

⁵⁷ https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Timely_arrival_of_Pharaao_space_clock

⁵⁸ Behe, M. J. (1996). Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution. Simon and Schuster.

amalgama entre las tecnologías interconectadas y las rutinas diarias, ya que en la antigüedad las jornadas de trabajo estaban fuertemente atadas a los límites temporales tradicionales. Sin embargo, hoy en día, la integración tecnológica entre el hogar y el puesto de trabajo es tal que incluso ha comenzado a generar problemáticas en las personas para poner límites entre los tiempos productivos y los tiempos de descanso.



Figura 26. Retrato de Emile Zuckerkandl⁵⁹



Figura 27. Linus Pauling⁶⁰

Esta incursión disruptiva del tiempo en el quehacer cotidiano resulta particularmente impresionante cuando tomamos en consideración que hasta el siglo XVI no era posible disponer de relojes capaces de medir el tiempo en segundos⁶¹. No obstante, no todos los relojes empleados en la sociedad moderna son atómicos. El uso de relojes más “tradicionales” no solo es una realidad vigente, sino que es una necesidad. Si bien es correcto que ciertas cosas requieren de niveles de precisión muy elevados,

59 https://en.wikipedia.org/wiki/Emile_Zuckerkandl#/media/File:Zuckerkandl2.png

60 https://en.wikipedia.org/wiki/Linus_Pauling#/media/File:Linus_Pauling_1962.jpg

61 Hawking, S., & Mlodinow, L. (2008). The grand design.

también es cierto que la sociedad humana puede mantener sincronía en varias de sus actividades rutinarias, empleando simples relojes digitales e incluso relojes analógicos.

Mecanismos de sincronización temporal

En la actualidad, gran cantidad de dispositivos tecnológicos poseen algún tipo de reloj incorporado. Desde teléfonos celulares hasta automóviles “inteligentes”, pasando por electrodomésticos y sensores, entre varios otros ejemplos. En el contexto altamente interconectado que caracteriza la vida humana moderna, resulta cada vez más importante la capacidad de los dispositivos para poder interactuar entre sí de manera organizada, lo cual supone directa o indirectamente algún grado de sincronización temporal.

Es aquí donde la idea de la coordinación entre relojes independientes, más conocida como la “sincronización de relojes”, cobra importancia. La sincronización de relojes corresponde a la técnica empleada para coordinar la noción de tiempo que obtienen aquellos grupos de procesadores que conforman un sistema distribuido. Un sistema “distribuido” simplemente es aquel cuyos componentes residen en diferentes computadores interconectados. Sin ir más lejos, Internet es un sistema distribuido⁶². Y el dinámico mundo moderno requiere que sistemas como éste funcionen de manera coordinada y oportuna⁶³, a pesar de que la noción básica de coordinación de esfuerzos ciertamente es una necesidad que acompaña a la sociedad humana desde sus inicios. Los inicios de la agricultura están relacionados con la capacidad adquirida por

62 Aróztegui, W., Tinetti, F. G., & Romero, F. (2006). Sincronización de relojes en ambientes distribuidos. In Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Vol. 8). Nacimiento, M. (2019). Algoritmos de sincronización de relojes. Recuperado de <https://dev.to/martinnacimiento/algoritmos-de-sincronizacion-de-relojes-56e8> Cristian, F. (1989). Probabilistic clock synchronization. Distributed computing, 3, 146-158.

63 Simons, B. (2005). An overview of clock synchronization. Fault-Tolerant Distributed Computing, 84-96

la humanidad para realizar sus cultivos en armonía con las estaciones del año, cuyo seguimiento temporal constituye quizás uno de los ejemplos más simples, pero a su vez más relevantes de coordinación temporal dentro del quehacer humano⁶⁴.

Por supuesto, el avance de la sociedad humana fue complejizando los requerimientos de sincronización temporal, motivando avances tecnológicos importantes en esta materia, como bien se describió en la sección anterior. El reloj vuelve a tomar relevancia en esta discusión, toda vez que representa el mecanismo de medición temporal por excelencia. De alguna u otra forma, todo otro mecanismo no es más que una variación de un reloj, valiéndose de otras tecnologías como se describe en la siguiente sección.

Amenazas

La relación entre los sistemas distribuidos y la sincronización de relojes supone uno de los principales puntos de interés para potenciales adversarios, debido a la amplia aplicación de los sistemas distribuidos en el mundo moderno. Estos sistemas abarcan desde redes como Internet, sensores inalámbricos y algoritmos de enrutamiento, hasta sistemas de control industrial y computación científica. Los rubros que hacen uso de los sistemas distribuidos son diversos y habitualmente involucran información y/o activos digitales de gran valor, ya sea pecuniario, estratégico, político o de otra índole.

Especialmente en aquellos contextos en los cuales un error de sincronización puede transformarse en interrupciones críticas a la continuidad operativa del negocio, resulta importante entender los principales tipos de ciberataques que apuntan a la sincronización en

64 Frazel, T. (2013). Going Back in Time: The History of Timekeeping. English Composition Program Director, 15.

sistemas distribuidos, así como las posibles consecuencias de tales actos. Esto no solo permite proyectar potenciales vectores de ataque, sino que también desplegar arquitecturas diseñadas de modo tal que sean resilientes a errores relacionados con la sincronización de relojes.

Defensas

Hoy en día, posiblemente, el protocolo más empleado para la sincronización digital de relojes en entornos computacionales es el Network Time Protocol (NTP). La popularidad del NTP ha motivado que sea propuesto como estándar para la industria, según se describe en la RFC 5905 de la IETF⁶⁵. Por lo cual, no es de extrañar que ya existan ciberataques diseñados para explotar precisamente este protocolo.

NTP funciona desde la lógica de lo que se denomina el “Modelo Cliente-Servidor”, una arquitectura de software en la cual dos o más dispositivos computacionales intercambian solicitudes y respuestas de información de acuerdo con su rol. El dispositivo “Cliente” envía solicitudes al dispositivo “Servidor”, siendo este último el encargado de responder con los datos requeridos. Cuando accedemos a un sitio web desde nuestro teléfono móvil, dicho teléfono funciona como cliente, solicitando al servidor web que nos muestre el contenido de la página que deseamos visitar. Luego, el servidor web busca el contenido y lo entrega. Cabe destacar que, en este modelo, un mismo dispositivo puede funcionar como cliente y como servidor, de acuerdo con la naturaleza de las interacciones que estén teniendo lugar en ese momento⁶⁶. Esta dinámica se ilustra en la Figura 28.

65 Mills, D., Martin, J., Burbank, J., & Kasch, W. (2010). Network time protocol version 4: Protocol and algorithms specification (No. rfc5905).

66 Oluwatosin, H. S. (2014). Client-server model. IOSR Journal of Computer Engineering, 16(1), 67-71. Márquez-de la Cruz, Saira Edith. (2020).

SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ESTIMAR LA CAPTURA DE CARBONO EN AGROECOSISTEMAS DE CAFÉ: CASO HUATUSCO, VERACRUZ.

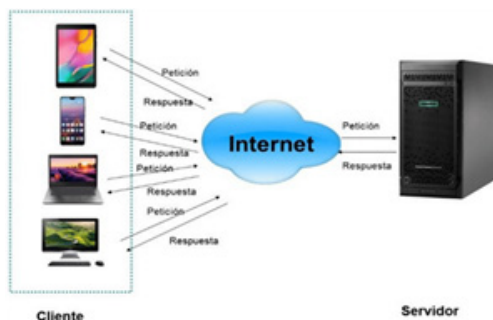


Figura 28. Esquema del modelo Cliente-Servidor

En términos generales, NTP consta de una estructura jerárquica de dispositivos, cada uno con su propio reloj. En la cúspide de la jerarquía hay uno o varios relojes servidores que indican la hora a aquellos relojes clientes que solicitan dicha información. Por lo cual, es común que los relojes de mayor precisión, como los atómicos, tomen este rol principal en la estructura. No obstante, NTP es lo suficientemente flexible como para que cualquier dispositivo en la red pueda cambiar de rol si es necesario. Un reloj servidor puede pedir la hora a un reloj cliente, en cuyo caso los roles se invierten temporalmente o hasta cuando sea necesario⁶⁷. Estas estructuras pueden involucrar pocos dispositivos, así como también pueden involucrar jerarquías complejas con muchos niveles (o estratos) de clientes y servidores, como se observa en la Figura 29.



Figura 29. Ejemplo de estructura NTP⁶⁸

⁶⁷ Mills, D. L. (1991). Internet time synchronization: the network time protocol. IEEE Transactions on communications, 39(10), 1482-1493.

⁶⁸ <https://www.davantel.com/protocolo-ntp>

Dentro de estos ataques especializados, destacan dos ejemplos comunes: los ataques de Denegación de Servicio (DoS, por sus siglas en inglés) y los ataques del Hombre en el Medio (MITM, por sus siglas en inglés). Un ataque DoS es un término general que engloba diversos tipos de ataques, cuya característica común es afectar la disponibilidad del sistema objetivo mediante diversas técnicas que generan consultas que dicho objetivo finalmente no logra responder. De manera resumida, un ataque de Denegación de Servicio consiste en el envío de algún tipo de consulta a un computador. Por ejemplo, al acceder a un sitio web, el dispositivo del visitante consulta una serie de datos al computador que aloja dicho sitio (imágenes, textos, entre otros). El computador de destino recopila estos datos y responde al solicitante, quien, claramente, puede volver a solicitar los mismos datos u otros distintos. Si no existen los mecanismos preventivos necesarios, un visitante malicioso podría reiterar consultas con la suficiente frecuencia como para que el computador destinatario no sea capaz de responder a tiempo, provocando un colapso del servicio.

Como una extensión del caso anterior, un ataque de Denegación de Servicio Distribuido (DDoS) consiste en varios visitantes maliciosos que de manera coordinada, realizan consultas a un objetivo dado, resultando más rápido lograr la saturación deseada. Habitualmente, estos múltiples atacantes en realidad son una red de computadores infectados controlados por un atacante principal. En la Figura 31 se describe gráficamente la idea general de un ataque DoS, mientras que la Figura 32 expone el caso de un DDoS.

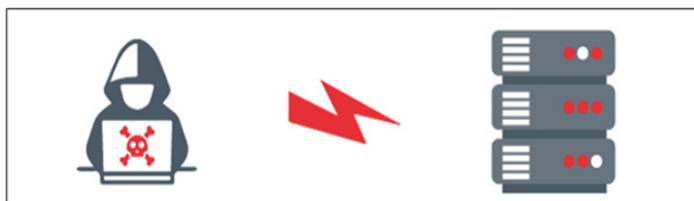


Figura 30. Representación conceptual de un ataque DoS⁶⁹

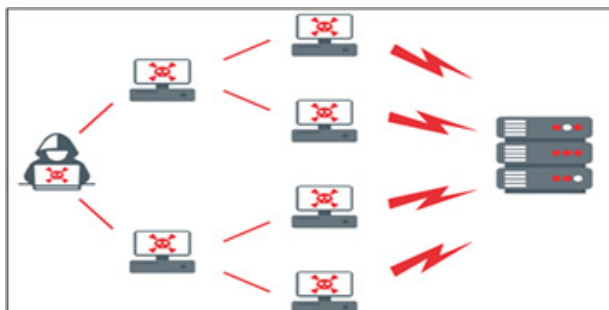


Figura 31. Representación conceptual de un ataque DDoS⁷⁰

MITM, por su parte, hace referencia a la presencia de un adversario que intercepta las comunicaciones entre entidades legítimas, pudiendo robar y/o alterar los mensajes que son intercambiados. Si bien los mecanismos y tácticas empleadas para llevar a cabo un ataque MITM pueden variar, la idea general es la misma: poder “escuchar” las comunicaciones entre dos o más partes a través de un canal determinado (internet, redes de telefonía móvil, entre otros). De manera similar, las acciones que pueda ejecutar el atacante tras la interceptación de las comunicaciones pueden variar desde una mera escucha hasta el forjamiento de nuevos mensajes para ser enviados en reemplazo de los originales. En la Figura 32 se describe visualmente la idea de un ataque MITM.

69 <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/medidas-prevencion-ataques-denegacion-servicio>

70 <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/medidas-prevencion-ataques-denegacion-servicio>

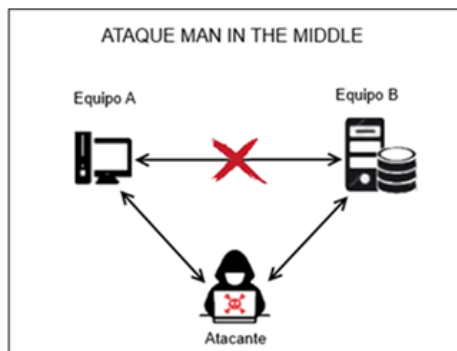


Figura 32. Representación conceptual de un ataque MITM⁷¹

Dado lo anterior, cuando nos vemos enfrentados al desafío de proteger aquellos sistemas que emplean NTP u otras tecnologías similares, si bien es cierto que comprender las características específicas del objetivo a proteger es importante, también lo es la capacidad de abstraerse de estas particularidades y poder identificar aquellos componentes del ataque que lo hacen similar a otros ya existentes. En este sentido, se puede reducir la complejidad de seleccionar e implementar medidas preventivas al determinar aquellos mecanismos y/o técnicas que abordan cada ataque de manera general.

En otras palabras, un ataque DDoS contra un servidor NTP sigue siendo, en esencia, otro DDoS más, de igual forma que un ataque MITM que apunte a alterar los registros temporales de los mensajes es una instancia específica de un MITM general. Esto no significa desconocer las necesidades específicas de cada caso, sino ser capaces de desplegar respuestas lo suficientemente flexibles como para responder de manera efectiva contra cada ataque a nivel general. El exceso de enfoque en aspectos particulares puede limitar gravemente la efectividad de nuestras respuestas. A veces, los árboles impiden ver el bosque, como reza el dicho.

⁷¹ <https://segurimososenlaweb.com.ar/man-in-the-middle-mitm/>

Mirkovic y Reiher realizaron un extenso estudio en el cual proponen una taxonomía de mecanismos de defensa contra ataques DDoS. En dicha taxonomía se diferencian tres criterios generales: nivel de actividad (preventivo y reactivo), nivel de cooperación (autónomos, cooperativos e independientes) y ubicación del despliegue (red de la víctima, red intermedia y red de origen)⁷². Las subcategorías de cada criterio proporcionan casi veinte clasificaciones diferentes, como se ilustra en la Figura 33.

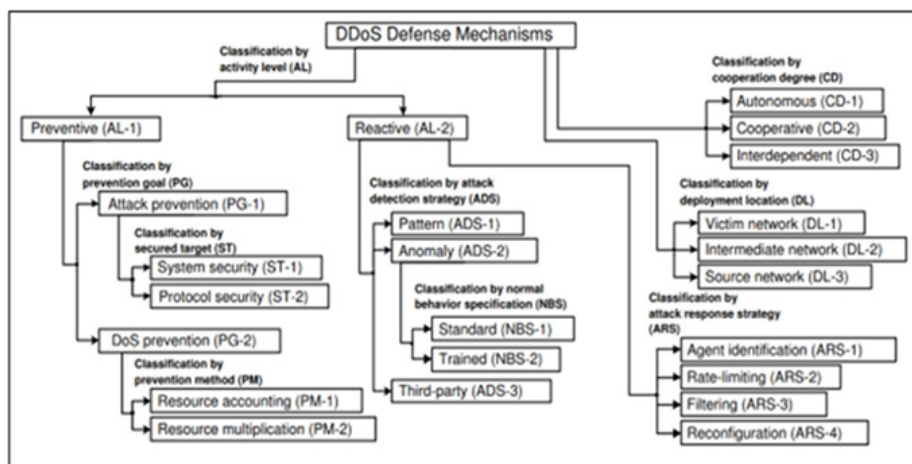


Figura 33. Taxonomía de mecanismos de defensa contra ataques DDoS

Fuente: Mirkovic & Reiher (2004).

Resulta interesante observar que algunas de estas categorías apuntan a acciones que van más allá del mero aseguramiento de un dispositivo determinado, llegando a abarcar soluciones de implementación global. Así, en la categoría de Prevención del Ataque (AL-1:PG-1) se propone la filosofía de que, si las máquinas y sus tecnologías son más resilientes, se le dificultará a los potenciales atacantes armar sus redes de computadoras infectadas.

72 Mirkovic, J., & Reiher, P. (2004). A taxonomy of DDoS attack and DDoS defense mechanisms. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 34(2), 39-53.

Por ejemplo, la subcategoría de Seguridad de Sistemas (AL-1:PG-1:ST-1) sostiene que un computador correctamente configurado y actualizado se vuelve mucho menos vulnerable a ataques de naturaleza técnica, como la explotación de sistemas operativos obsoletos. De este modo, se vuelve menos probable que termine infectado y forme parte de una red de equipos infectados para realizar ataques DDoS. Cabe destacar que, si bien este escenario es efectivo en un contexto ideal, las defensas técnicas no son suficientes contra la vulnerabilidad humana. Es decir, si un usuario es engañado para hacerlo desactivar configuraciones de seguridad y/o entregar contraseñas y/o instalar software malicioso (malware), entonces las medidas técnicas tendrán poco efecto.

Por otro lado, la subcategoría de Seguridad de Protocolos sostiene que diversos ataques son posibles debido a vulnerabilidades o errores de diseño existentes en los protocolos que son empleados durante las interacciones computacionales (como es de hecho el caso del NTP). Entonces, desarrollar mejores protocolos —ya sea nuevos o mejoras de los existentes— reduciría la factibilidad de que éstos sean explotados por potenciales atacantes. En contraste, la categoría de Prevención del DoS (AL-1:PG-2) enfatiza la implementación de políticas relacionadas con la existencia y control de los recursos empleados por un sistema específico, de modo tal que se activen reglas que limiten la capacidad de un ataque para saturar de forma maliciosa los recursos del sistema, mientras que operen otras reglas que garanticen la disponibilidad de recursos para usuarios legítimos.

Ahora bien, una vez traspasada la frontera de posibilidades que pueden abordar las medidas preventivas, se hace necesario contar con medidas reactivas para hacer frente a los ataques. En este nivel destacan aquellos mecanismos enfocados en alguna Estrategia de Detección de Ataques (AL-2:ASD), por ejemplo el uso de soluciones tecnológicas que detectan Patrones (AL-2:ADS-1) en las interacciones de red

entrantes, para compararlos con una base de datos de conocimientos previa y así determinar si se trata o no de un ataque; o bien mediante la detección de Anomalías (AL-2:ADS-2), que a nivel general analizan el “comportamiento” de las dinámicas de red para determinar si se trata de una actividad normal o una anómala.

Otra perspectiva diferente es la que se observa en el criterio de Nivel de Cooperación (CD), en el cual se establecen diferencias entre mecanismos que operan de forma Autónoma (CD-1), los que operan de forma Cooperativa (CD-2) y los que lo hacen de forma Interdependiente (CD-3). Como se desprende de su nombre, los mecanismos defensivos autónomos son aquellos que se despliegan de forma individual en un objetivo dado y no dependen del funcionamiento de otros mecanismos para operar, mientras que los cooperativos, al contrario, se basan en la existencia de otras entidades (otras redes, por ejemplo) de modo tal que la detección de ataques y la respuesta ante los mismos se lleva a cabo de forma conjunta. Finalmente, los interdependientes funcionan bajo una lógica de relaciones de funcionamiento entre distintas soluciones o mecanismos desplegados, de modo tal que la respuesta coordinada de todos permite enfrentar el ataque, pero la respuesta de un solo componente no es suficiente. Por ejemplo, en una red institucional grande una solución desplegada en un router no es útil por sí misma si la red posee cientos de routers que están bajo ataque.

Finalmente, el criterio de Ubicación del Despliegue (DL) discrimina los mecanismos —como su nombre lo sugiere— conforme a dónde han sido desplegados. Es decir, hay mecanismos que operan en la red que está siendo afectada por el ataque (DL-1), en algún componente o nodo intermedio entre el atacante y la víctima (DL-2), o bien directamente interactuando con la red desde la cual se origina el ataque (DL-3). Como se puede apreciar, distintas soluciones de defensa pueden caber en más de un criterio, y su comprensión ayudará a tomar una decisión informada

a la hora de establecer e implementar una estrategia defensiva contra este tipo de ataques.

El caso de los ataques MITM supone un desafío diferente: a diferencia de los ataques DDoS, habitualmente las víctimas de un MITM no están conscientes de que están bajo ataque, ya que el éxito de éste depende justamente de que la interceptación de las comunicaciones no sea detectada, motivando así que las víctimas sigan intercambiando información a través del canal de comunicación vulnerado. Este escenario abarca casi la totalidad de los canales de comunicación digital de hoy, desde redes de telefonía móvil hasta redes de Internet inalámbricas.

En cierto modo, un ciberadversario que ejecuta un ataque MITM está llevando a cabo una acción que históricamente ha sido de alto interés para los ejércitos del mundo durante los conflictos armados sin ser detectado, ser capaz de monitorear las comunicaciones entre dos objetivos cuyos mensajes presentan algún valor potencial para el atacante, pudiendo así acceder a información que de otra forma permanece en secreto. Es más, un MITM podría permitir al atacante alterar, eliminar o desviar los mensajes que intentan intercambiar las víctimas, abriendo las puertas para potenciales suplantaciones de identidad, difusión de información errónea, entre otras posibilidades.

Bushan, Sahoo & Rai indican que los ataques MITM pueden ser divididos en cuatro tipos básicos⁷³. Ataques basados en el “Spoofing” o suplantación de identidad, aquellos basados en la explotación de las conexiones SSL/TLS, aquellos que afectan al protocolo BGP, y aquellos que emplean la técnica de la “estación base falsa” (FSB). Se provee a continuación la definición de cada tipo según los autores recientemente mencionados.

73 Bhushan, B., Sahoo, G., & Rai, A. K. (2017, September). Man-in-the-middle attack in wireless and computer networking—A review. In 2017 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication & Automation (ICACCA)(Fall) (pp. 1-6). IEEE.

1. **Ataques basados en Spoofing:** Consiste en la explotación de una tecnología específica para lograr la suplantación de cualquier dispositivo o usuario en una red objetivo. Los ataques más comunes de este tipo afectan al protocolo ARP, a las IP —aquellas secuencias de números que corresponden a la “dirección” de nuestro dispositivo—, o a los servidores de nombres de dominio (DNS, aquellos computadores que traducen las IP a nombres legibles como Google.cl, por ejemplo).
2. **Ataques basados en SSL/TLS:** Tanto SSL como TLS son protocolos de encriptación utilizados para establecer comunicaciones seguras entre dos partes. Estas relaciones de confianza emplean “certificados” que podrían ser comprometidos por un potencial atacante, logrando así engañar al sistema y establecer una comunicación fraudulentamente “legítima” con las víctimas.
3. **Ataques basados en BGP:** BGP es un protocolo que establece el enrutamiento de datos entre las partes involucradas. Es, en cierto modo, “el servicio postal” de internet⁷⁴. Cuando una persona coloca una carta en un buzón, el servicio postal se encarga de determinar la mejor ruta para que dicha carta llegue a su destino. BGP cumple ese rol cuando alguien envía datos por Internet, determinando la mejor ruta para que dichos datos lleguen a su destinatario. Los ataques que explotan este protocolo intentan engañar al BGP para que considere que otra ruta es la más apropiada para que los datos viajen por Internet, eventualmente llegando a un destinatario distinto al legítimo.
4. **Ataques basados en FSB:** Este tipo de ataques busca suplantar las llamadas “estaciones base” (BTS), que son instalaciones o dispositivos

74 Cloudflare. (n.d.). What is BGP? | BGP routing explained | cloudflare. What is BGP? Retrieved April 30, 2022, from <https://www.cloudflare.com/learning/security/glossary/what-is-bgp/>.

físicos empleados para facilitar la comunicación entre el usuario y la red. El ejemplo más común de una BTS es la típica antena repetidora de señal para redes móviles. Un ataque puede obstruir la transmisión de una BTS y generar su propia transmisión, forzando a los dispositivos cercanos a conectarse a la red mediante esa transmisión fraudulenta.

En la Figura 34 se ilustra una BTS de referencia.

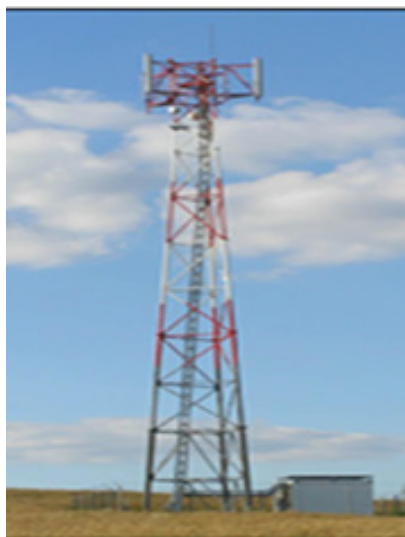


Figura 34. Ejemplo de BTS ⁷⁵

A pesar de las diversas manifestaciones que existen para un ataque MITM, la idea general es la misma: algún nivel de suplantación ocurre durante las comunicaciones entre dos partes. Esto hace que, si bien los mecanismos de defensa para los diversos tipos de MITM son variados, su lógica de funcionamiento es bastante similar, ya que apuntan a validar la legitimidad de aquella tecnología o protocolo potencialmente vulnerable que se desea proteger.

⁷⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Base_transceiver_station

En ese sentido, la implementación de soluciones especializadas en cada caso tiende a reducir de manera importante el riesgo de ser víctima de un MITM. En el caso puntual de los ataques basados en FBS, el empleo de algoritmos de cifrado y protocolos de autenticación robustos suelen ser el mecanismo de protección más apropiado. No obstante, lo anterior, el factor humano sigue siendo el eslabón más débil en lo que a seguridad informática y ciberseguridad respecta, por lo cual la concientización y capacitación son complementos obligatorios a cualquier medida técnica de protección. Es por esto por lo que dar visibilidad a este tipo de temas y fomentar el debate en este contexto es de gran importancia para contribuir a entornos digitales más seguros.

El tiempo como factor del ciberespacio

Los datos se requieren en el momento, para poder desencadenar una serie de acciones que tienen efecto inmediato en el reino de lo físico y lo tangible. El ciberespacio ya no es solo un entorno digital aislado, sino una parte fundamental del diario vivir, y esto es posible en gran medida debido a nuestras capacidades actuales para desplegar y mantener sincronizados diversos sistemas complejos. La Figura 35 ilustra la relación entre estos diversos conceptos.



Alianza entre el tiempo y variables del ciberespacio

Figura 35. Esquema conceptual del tiempo como factor del ciberespacio

Fuente: Elaboración propia.

Reflexiones sobre el impacto del tiempo para el mundo civil

Si bien el tiempo, como concepto físico, es un eje central de discusión e investigación en otras disciplinas del entorno académico, en el mundo de las tecnologías se suele considerar como un factor asumido, en el sentido de que se da por hecho que todas las interacciones entre los distintos componentes, ya sean humanos o máquinas, poseen el grado mínimo de sincronización requerido para que dichas interacciones sean funcionales, omitiendo en cierto sentido todos los aspectos técnicos y tecnológicos que permiten tal sincronía.

Esta situación resulta curiosa al observar la multifacética importancia del tiempo en el contexto tecnológico, ya que es a la vez un medio para conseguir objetivos, como también un fin en sí mismo, motivando el desarrollo de nuevas técnicas y protocolos para su correcta medición.

Aunque existen estudios altamente específicos a nivel técnico que evidencian la dedicación que existe respecto a la investigación relacionada con el tiempo, pareciera que fuera de esos círculos de especialistas no se abordan con tanta frecuencia los cuestionamientos del tiempo y sus desafíos tecnológicos.

En palabras de Byung-Chul Han en su libro “La sociedad del cansancio”, el tiempo no solo es parte de nuestro espacio laboral, sino que hoy en día se ha introducido en nuestros hogares. *“En la época del reloj para fichar era posible separar claramente el trabajo del ocio. Hoy, la nave industrial se mezcla con la sala de estar. A causa de ello, es posible trabajar en todas partes y a cada momento. El ordenador portátil y el smartphone constituyen un campo de trabajo portátil”*⁷⁶. Como contramedida y en función del tiempo, en Francia a partir del 2017 ha entrado en vigencia una reforma laboral que reconoce el derecho a la desconexión (doit á la desconexión), tal como señala Enzo Cascardo en su libro “Tecnoadictos”⁷⁷.

Desde la perspectiva de la tecnología, la sincronización global no es tan relevante si la comparamos con la sincronización local. En otras palabras, a un sistema computacional no le importa demasiado la sincronización horaria con otros países si su función no está directamente relacionada con interacciones internacionales limitadas por el tiempo. Un sistema puede funcionar localmente si su medición del tiempo es coherente con el entorno local en el cual se desempeña, incluso si dicha medición temporal es discordante con otras medidas nacionales.

Evidentemente, al entrar en escena actividades y necesidades que involucren una sincronía básica, por ejemplo, el envío a tiempo de mercancías entre una ciudad y otra, el factor sincrónico cobra importancia. No obstante, podemos considerar este ejemplo de transporte

76 Han, B. C. (2015). The burnout society. Stanford University Press.

77 Cascardo, E., & Veiga, M. C. (2018). TECNOADICTOS: Los peligros de la vida online. EDICIONES B.

entre ciudades como un “entorno local” más grande: si la sincronización temporal es correcta entre los actores involucrados, se puede cumplir el objetivo independientemente de si dicha sincronización no es coherente con la de otras ciudades. Y así sucesivamente, podemos derivar que la medición del tiempo es suficiente en la medida que tenga sentido para las partes involucradas, no necesitando mantener una sincronía estricta con entornos exteriores.

Es factible que simular los efectos de un ataque informático sobre sistemas que dependen de la sincronización temporal pueda convertirse en un aporte para resaltar la importancia de la investigación en esta materia, posiblemente impulsando el desarrollo de nuevas técnicas para proteger aquellos sistemas, protocolos y tecnologías que dependen del correcto empleo del tiempo como variable o insumo.

En particular, se considera interesante el ejemplo de las pruebas de tolerancia a fallos contra arquitecturas cloud, en cuyos casos más extremos deliberadamente se ejecutan programas que recorren los activos de la arquitectura, ralentizando o incluso apagando máquinas virtuales del ambiente productivo, con una prueba en tiempo real de la efectividad de aquellas medidas preventivas implementadas. De manera similar, se pueden desplegar un sistema distribuido de máquinas virtuales, dependientes de un servidor NTP, para posteriormente ejecutar ciberataques de los tipos mencionados en este documento. Un correcto despliegue a nivel de arquitectura debiese ser capaz de eliminar el servidor NTP, reemplazarlo por una nueva instancia, restablecer los nexos respectivos con cada elemento que requiera interactuar con el servidor NTP y dejar registro de todas las acciones ejecutadas, interrumpiendo el servicio durante el menor tiempo posible. Idealmente, que dicho tiempo sea imperceptible para el usuario .

Otra arista para explorar es comparar cuánto varía la resiliencia de una misma arquitectura cloud contra ataques al NTP, implementada en distintos proveedores de servicios cloud y/o distintas combinaciones de servicios híbridos entre la nube y servidores físicos tradicionales. Esta lógica de fallas controladas en ambientes productivos pertenece a la denominada “Ingeniería del Caos”, disciplina que apunta a asegurar la resiliencia en sistemas y arquitecturas tecnológicas mediante la constante puesta a prueba de sus mecanismos preventivos y reactivos, pruebas consistentes en la perturbación del ambiente productivo mediante distintos modelos: apagones, inyección de latencia y agotamiento de recursos⁷⁸. El gigante de la televisión vía streaming Netflix fue el pionero en esta materia, teniendo activamente herramientas de software que perturban su ambiente de producción⁷⁹. La Figura 37 muestra parte de la interfaz gráfica de “Chaos Monkey”, uno de los programas empleados por Netflix para implementar técnicas de ingeniería del caos en sus sistemas.

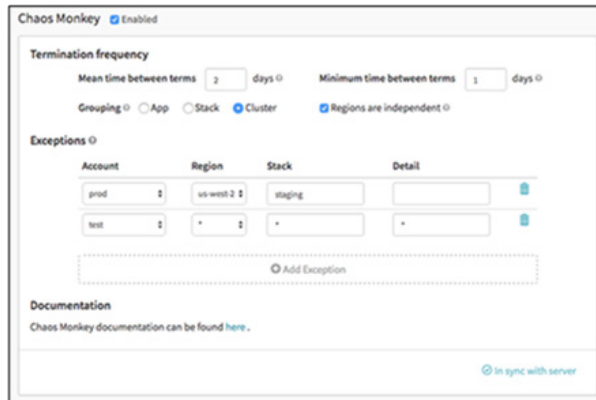


Figura 37. Interfaz gráfica de Chaos Monkey⁸⁰.

78 Principles of Chaos Engineering. Principles of chaos engineering. (n.d.). Retrieved April 30, 2022, from <https://principlesofchaos.org/>. Zhang, L., Morin, B., Baudry, B., & Monperrus, M. (2021). Maximizing error injection realism for Chaos engineering with system calls. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing.

79 Orzell, G. S., & Izrailevsky, Y. (2012)

80 <https://netflixtechblog.com/netflix-chaos-monkey-upgraded-1d679429be5d>

La ingeniería del caos supone abandonar la ilusión de que las fallas pueden ser siempre evitadas, para dar paso a una visión más realista donde se entiende y se acepta que las fallas (especialmente las graves) en algún momento van a ocurrir. La ventaja de este enfoque es que sienta los fundamentos para diseñar y construir sistemas realmente resilientes, ya que se incluyen activamente escenarios y pruebas en los que efectivamente uno o varios componentes del sistema fallan. Esto ha motivado a otros gigantes tecnológicos a llevar a cabo eventos especialmente dedicados a explorar esta materia y aportar al diseño de sistemas realmente resilientes, como es el caso del GameDay que organiza Amazon⁸¹.

Por su parte, Microsoft destaca dos aspectos relevantes adicionales que se ven positivamente beneficiados por la implementación de la ingeniería del caos en los sistemas modernos: la capacidad de respuesta a incidentes y la valoración del impacto de una falla específica. Dado que se pueden implementar diferentes “*niveles de caos*”, es posible observar concretamente si las alertas y procesos de respuesta a incidentes operan realmente como la documentación dice que van a operar. Es decir, al generar fallos de distintas criticidades, se puede medir de manera específica si las alertas automatizadas están siendo generadas correctamente y, cuando corresponda, si las llamadas a los equipos de respuesta on-site (y el despliegue de estos) efectivamente están ocurriendo en tiempo y forma. Por otro lado, poder comprobar la respuesta contra fallas reales permite dimensionar el real impacto de dichas fallas. Es decir, si el escenario en el cual los componentes A, B y C fallan se considera como una situación excepcional con alcance desconocido, al forzar la ocurrencia de dicho escenario es posible evaluar

81 Robbins, J., Krishnan, K., Allspaw, J., & Limoncelli, T. A. (2012). Resilience engineering: Learning to embrace failure: A discussion with Jesse Robbins, Kripa Krishnan, John allspaw, and tom limoncelli. Queue, 10(9), 20–28.

y medir su impacto real, permitiendo así reclasificar el caso como una falla conocida y predecible⁸².

El ejemplo presentado por Netflix impulsó a otras grandes empresas a adoptar este tipo de prácticas, como fue el caso de Facebook, que el año 2014 apagó un datacenter completo para poner a prueba sus mecanismos de recuperación. Todo lo anteriormente descrito justifica el interés en evaluar los efectos de ataques orientados al protocolo NTP y sistemas de sincronización de relojes en general, de modo tal de determinar el potencial impacto de semejantes ataques, y diseñar posibles mecanismos de protección y/o de recuperación para los sistemas afectados.

Para esto, resulta interesante observar la metodología propuesta por Anupam Agarwal, quien sostiene que la ejecución de experimentos de ingeniería del caos debe ser abordada como un ciclo retroalimentado, donde el equipo proyecta las posibles fallas que podrían ocurrir, para planificar el experimento y finalmente recopilar resultados e implementar ajustes. Agarwal divide este proceso en cinco grandes etapas: brainstorming, hipótesis, experimentación, medición de resultados y aprendizaje y mejoras. En la Figura 38 se ilustra el modelo descrito.

82 Microsoft Azure. (2015, July 1). Inside azure search: Chaos engineering: Azure blog: Microsoft Azure. Azure Blog. <https://azure.microsoft.com/en-us/blog/inside-azure-search-chaos-engineering/>

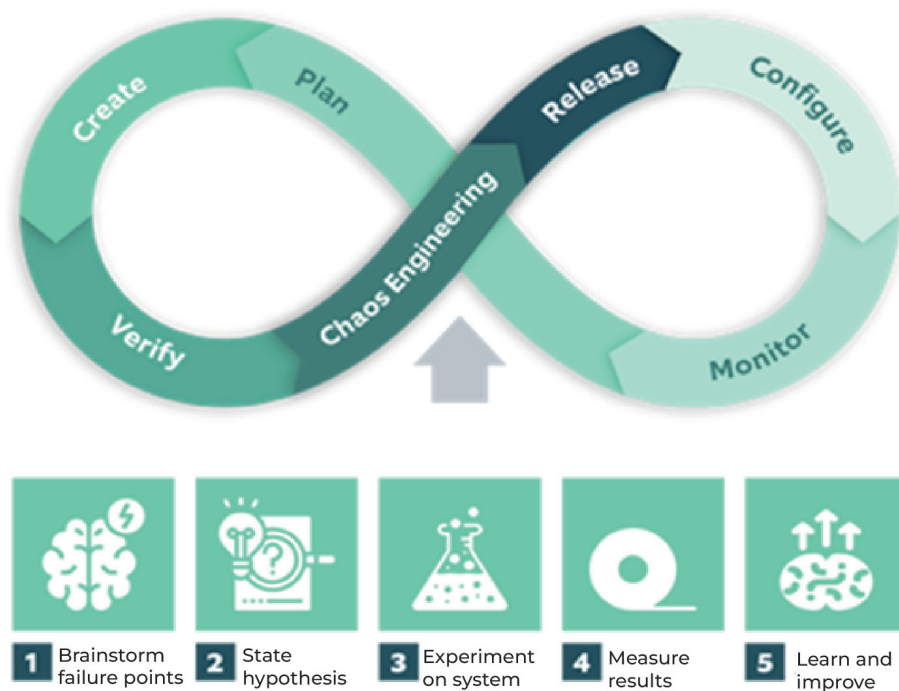


Figura 38. Ciclo de experimentación con ingeniería del caos⁸³.

Para un eventual experimento sobre el protocolo NTP y tecnologías similares, las fases de brainstorming e hipótesis dependen fuertemente de la naturaleza de los sistemas objetivo, particularmente en lo referente al rubro en el cual se desenvuelven, ya que los posibles puntos de fallo podrán ser distintos entre sistemas bancarios, de salud o industriales. No obstante, la propia etapa de experimentación ofrece opciones claramente definidas, ya que existen herramientas disponibles cuyo funcionamiento ha sido ampliamente revisado y validado en los últimos años.

El desafío en este punto será ajustar el diseño experimental de manera apropiada para poder evaluar de manera efectiva la resiliencia del sistema objetivo.

83 <https://www.nagarro.com/en/blog/pilot-chaos-engineering-kubernetes-experiments>

Respecto del contraste entre el tiempo local y el tiempo global, resulta interesante la posibilidad de evaluar la efectividad de implementar mecanismos propios de la medición temporal a nivel local en entornos globales (y viceversa). La brecha entre uno y otro enfoque puede arrojar luces sobre los futuros ajustes que serán necesarios en estos paradigmas temporales para poder seguir evolucionando y adaptarse oportunamente a los nuevos requerimientos del futuro.

Reflexiones sobre el impacto del tiempo para el mundo militar

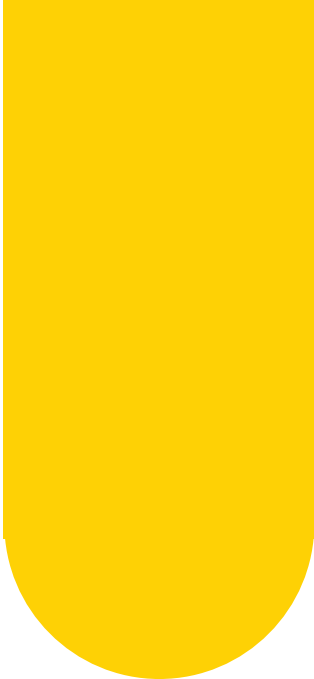
Desde una perspectiva pragmática, se pueden aprender diversas lecciones de los estudios civiles realizados en esta materia, así como de las tecnologías que se han ido desarrollando para proteger los sistemas tecnológicos temporales. Todos son elementos valiosos para la protección de sistemas militares: la preservación de la precisión cronométrica en los sistemas de comunicación y coordinación castrenses es de suma importancia para resguardar la efectividad e integridad de las operaciones modernas. Al mismo tiempo, conocer las vulnerabilidades de los protocolos y tecnologías de medición temporal permite diseñar tácticas disruptivas para potenciales maniobras de guerra electrónica y/o ciberguerra.

Por otro lado, las lecciones aprendidas por el mundo corporativo en materia de ingeniería del caos ofrecen una robusta alternativa para el diseño de infraestructuras tecnológicas resilientes en materia de ciberseguridad, añadiendo una capa adicional para la defensa de activos tecnológicos castrenses, además de resguardar la integridad y precisión temporal de operaciones independientes o conjuntas de diversas unidades tanto de una como de varias ramas de las fuerzas armadas.

Cabe mencionar que, además de lo anterior, el tiempo es un factor adicional que puede sumarse a la anteriormente mencionada ecuación

de elementos predictores de la proyección de la fuerza, ya que guarda estrecha relación con el factor velocidad: recordemos que la velocidad se mide justamente considerando la variación de posición de un objeto en un marco de tiempo determinado. Esto nos habla de un aspecto clave, ya que poder proyectar la fuerza más rápido que el adversario –o, dicho de otra manera, antes que el adversario en términos temporales– ciertamente supone la diferencia entre conseguir ventajas tácticas e incluso estratégicas antes que estas puedan ser adquiridas por el oponente.

Y así como es habitualmente ventajoso estar antes que el adversario en un momento de interés determinado, también lo es estar de forma exacta en el momento adecuado, ya sea durante una maniobra táctica, durante un reconocimiento, entre otros ejemplos. Esto se relaciona de manera íntima con otro de los factores predictores: la precisión. Así, al momento de ejecutar maniobras coordinadas, no siempre es suficiente con estar antes en un lugar determinado, sino que estar en el momento exacto en el cual una o varias acciones requieren ocurrir de manera simultánea, o bien secuencial, pero con un orden específico. Entonces, esto extiende la precisión previamente entendida como una cualidad de acertar a un objetivo de manera quirúrgica, agregando la relevancia de la precisión temporal en el quehacer castrense.



Conclusiones Generales

El libro aborda la comprensión de cómo las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han evolucionado de manera vertiginosa y se han vuelto prácticamente imprescindibles en nuestra vida cotidiana. En este sentido, el proyecto proporciona una respuesta a la relación existente entre el uso de la mediación tecnológica en el tema de Seguridad y la formación en tecnologías emergentes habilitadoras para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico-reflexivo en Ingenieros de Sistemas e Informáticos.

Esta formación busca integrar los procesos de transformación digital mediados desde procesos de comunicación y tecnología, permitiendo una revolución para crear nuevas relaciones de interdependencia, pensamiento y conocimiento en el ámbito de la Seguridad Informática (Cózar & Roblizo, 2014)¹. Desde la Educación Superior, se promueve que el uso de la Inteligencia Artificial (IA) es un potente medio de inclusión para

¹ Cózar-Gutiérrez, R., Moya-Martínez, D., María, V., Hernández-Bravo, J. A., & Hernández-Bravo, J. R. (2016). Conocimiento y Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) según el Estilo de Aprendizaje de los Futuros Maestros. *Formación universitaria*, 9(6), 105-118.

el apoyo adaptativo en la integración de tecnologías en el aula de clase desde una perspectiva didáctica, que incorpora la práctica pedagógica y la entrega de Recursos de Información y Comunicación (RIC), permitiendo interacciones de forma sensible, relevante y pertinente como respuesta a las necesidades de conocimientos en la formación de habilidades de pensamiento crítico reflexivo, mediadas por tecnologías emergentes en la sociedad del conocimiento.

El desarrollo del libro nos llevó a comprender el aporte generado mediante el uso y conocimiento de tecnologías para la formación de habilidades del pensamiento y la transformación digital y cultural en ingenieros de sistemas e informáticos pertenecientes a Escuelas de formación Militar. Esto se logra mediante la integración de procesos de aprendizaje inteligente en torno a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), destacando los procesos telemáticos y comunicativos. La sociedad actual es denominada “sociedad en red” (Castells, 2000), donde nuevos actores (internet, telefonía móvil, realidad aumentada, geolocalización digital, y otras tecnologías digitales) están cambiando nuestra experiencia en múltiples aspectos: en el ocio, en las comunicaciones personales, en el aprendizaje y en el trabajo.

Tomando como referente la metáfora de Bauman (2006)² para caracterizar los procesos de cambio sociocultural actuales, impulsados por la omnipresencia de las tecnologías de la información y comunicación, se puede comprender cómo las disposiciones mentales ayudan a contribuir al desarrollo de habilidades del pensamiento crítico en temáticas de seguridad y entender cómo el conocimiento denominado como “la cultura digital” es un fluido de producción de información referenciado desde las habilidades y destrezas tecnológicas, en permanente cambio, en constante transformación. Esto contrasta con la

2 Bauman, S., & Del Rio, A. (2006). Preservice teachers' responses to bullying scenarios: Comparing physical, verbal, and relational bullying. *Journal of educational psychology*, 98(1), 219.

producción cultural desarrollada principalmente en Occidente a lo largo de los siglos XIX y XX, donde primó la estabilidad e inalterabilidad de lo físico, de lo material, de lo sólido. Es decir, lo digital es una experiencia líquida bien diferenciada de la experiencia de consumo y adquisición de actitudes y valores relacionados con una cultura sólida (Área & Pessoa, 2012)³.

Este contexto está inmerso en la comprensión de lo que se denomina Sistemas Adaptativos y Tutorías Inteligentes (SIT). Hacer que los sistemas de aprendizaje tradicionales, apoyados por los LSM (Plataformas), sean inteligentes ha sido el objetivo de investigadores en Educación. Los Sistemas Inteligentes de Tutoría (SIT o en inglés Intelligent Tutoring Systems, ITSs o ITS) incorporan técnicas de inteligencia artificial en aplicaciones educativas.

Con estos criterios de evolución de la adaptabilidad y de la contextualización desde la integración de la seguridad mediante la integridad, disponibilidad y confiabilidad de la información, el desarrollo de un aplicativo tecnológico se integra al objetivo de desarrollar los STI para ayudar a los alumnos a aprender. Estos sistemas operan con elementos que guían la adaptación de las interfaces de aprendizaje y de los recursos. A los STI también se les llama “sistemas de aprendizaje adaptativo (ALS)” (Martens y Uhrmacher, 2002; Van Seters, 2012).

Se puede concluir que la integración de tecnología al estructurar una secuencia mediada por recursos de información y procesos de transformación contribuyen a la formación de habilidades del pensamiento crítico, en relación al tema de seguridad. Se comprende una clase de inicio donde se realizó la relación tecnológica en proporción

3 Área, M., & Pessoa, T. (2012). De lo sólido a lo líquido: las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0= From Solid to Liquid: New Literacies to the Cultural Changes of Web 2.0. De lo sólido a lo líquido: las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0= From Solid to Liquid: New Literacies to the Cultural Changes of Web 2.0., 1–16.

al rápido avance que las redes de comunicación wifi, 4G y el uso de los Smartphone han experimentado. Esta fase de desarrollo permitió a los alumnos acceder a recursos digitales e interactuar con sistemas informáticos sin estar limitados ni por ubicación ni por tiempo. Este fenómeno ha sido estudiado desde esta perspectiva por Hwang y Chang (2011)⁴, y con criterios de calidad basada en el aprendizaje por Zapata-Ros (2012 y 2015)⁵. En un proceso de cierre, los autores denominan a este enfoque de aprendizaje que utiliza tecnologías de comunicación móviles e inalámbricas como “*aprendizaje móvil*” (Sharples et al., 2009)⁶ o “*aprendizaje ubicuo*” (Zapata-Ros, 2012 y 2015).

Se destaca el Aprendizaje Ubicuo (AU) y Aprendizaje Inteligente (AI) como pilares fundamentales de este enfoque. Otro componente clave son las tecnologías de detección: GPS (Sistema de Posicionamiento Global), RFID (Identificación de Radio Frecuencia), QR (Respuesta Rápida), etc. Estas tecnologías han permitido que “*los sistemas de aprendizaje detecten las ubicaciones y contextos del mundo real de los estudiantes*” (Hwang, Tsai y Yang, 2008), y los sistemas de recomendación (Pazzani & Billsus, 2007; Chen, Cheng & Chuang, 2008) puedan hacer propuestas basándose en ellas.

En palabras de John Dewey (1989), abordemos nuestro quehacer con mentalidad abierta, es decir, “*con carencia de prejuicios, de partidismo y de cualquier otro hábito que limite la mente y le impida considerar nuevos*

4 Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments – a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1-14.

5 Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del conectivismo= theories and models about learning in connected and ubiquitous environments: Bases for a new theoretical model from a critical vision of connectivism. *Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos: bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del conectivismo= Theories and models about learning in connected and ubiquitous environments: bases for a new theoretical model from a critical vision of connectivism*, 69-102.

6 Sharples, M., Arnedillo-Sánchez, I., Milrad, M., & Vavoula, G. (2009). Mobile learning: Small devices, big issues. *Technology-enhanced learning: Principles and products*, 233-249.

problemas y asumir nuevas ideas”. No despreciemos las iniciativas emprendedoras de pequeña escala que tienen un enorme potencial de creación de valor (Shulman y Stallkamp, 2004) por ser potencialmente disruptivas, frente a grandes proyectos de gran calado, pero también de enorme coste. Sí, es posible innovar hoy desde la enseñanza universitaria, a pesar de todo.

Quizá uno de los componentes de las estrategias más atractivos en el desarrollo de la propuesta de integrar tecnologías desde la visión de las Mediaciones Tecnológicas, por medio de la integración de tecnologías en relación a las habilidades de pensamiento crítico reflexivo, es que alude a la creación de una cultura de aprendizaje. Esto incluye la motivación y la participación de profesionales en el proceso educativo, organizando actividades que permitieran expresar: a) Valorar el aprendizaje desde una estrategia lúdica; b) Promover una percepción positiva; c) Utilizar recursos de información y comunicación en relación a la apropiación del tema de seguridad de las redes; d) Promover la información, orientación y asesoramiento, en relación a lo que significan tecnologías ubicuas en el aula; y e) Estimular a los estudiantes con alternativas de acuerdo al concepto de sistemas adaptativos que permiten el aprendizaje Inteligente en el aula, donde se resalta el *“Porcentaje de Variación para Habilidades del Pensamiento Crítico-Reflexivo”*.

La integración de Mindtools, que fueron affordances ubicados en el desarrollo del aplicativo móvil *“Piensa Seguro”*, implica que los profesionales integren actividades cognitivas de orden superior en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico reflexivo durante el proceso de aprendizaje de la temática de seguridad en las redes, como refieren Jonassen, Carr y Yueh (1998). Esto permitió comprender y organizar el conocimiento para resolver problemas y hacer inferencias basadas en lo que han aprendido. En entornos conscientes de contexto, es importante suministrar estas herramientas de forma oportuna y

relevante para que se puedan abordar diferentes tareas de aprendizaje o resolver diferentes tipos de problemas en el momento adecuado y en el contexto correcto (Chu, Hwang y Tsai, 2010; Hwang, Hung, Chen y Liu, 2014).

La inclusión del tiempo como nuevo factor influyente en la proyección de la fuerza abre toda una arista de análisis que bien vale la pena estudiar. Resultaría interesante determinar formas para cuantificar el tiempo considerando su relación con los otros factores ya estudiados en el presente documento, especialmente considerando que, en el caso de la Velocidad, el tiempo está explícitamente incluido en su fórmula. Se puede argumentar que, dada la permeabilidad del tiempo hacia los demás factores, se podría integrar como una variable dentro de las otras fórmulas ya definidas. Alternativamente, se podría considerar como un ponderador adicional que excluya el valor del tiempo incluido en la fórmula de velocidad.

En lo que respecta a la fórmula de proyección de fuerza que fue propuesta en este trabajo, si bien a nivel de escenarios simulados se obtuvieron resultados concordantes, un ejercicio interesante para poner a prueba la fórmula sería tomar operaciones militares históricas, determinar el valor de cada variable para esos escenarios y calcular sus resultados, de modo tal de poder validar si los resultados previstos se condicen con los respectivos registros históricos.

Si tal experimento arroja resultados positivos, se podría pasar a una nueva etapa desarrollando un script para simular grandes cantidades de operaciones tanto históricas como ficticias, de modo tal de contar con una muestra robusta para respaldar de forma apropiada lo previamente teorizado.

Finalmente, se puede estudiar más en detalle los valores asignados a los ponderadores y a los componentes de la fórmula de Letalidad, para correr nuevas simulaciones y contrastar con los resultados previamente obtenidos, con el fin de identificar potenciales mejoras y otros ajustes que se puedan realizar a esos componentes, para conseguir predicciones más certeras.

Si las fórmulas resultan lo suficientemente robustas, entonces se puede dar un paso más allá y alimentar modelos de inteligencia artificial para proyectar resultados respecto de operaciones en curso y poner a prueba la capacidad real del sistema para predecir resultados.

Referencias

- Abel, E. L. (2015). *A Finger in Lincoln's Brain: What Modern Science Reveals about Lincoln, His Assassination, and Its Aftermath*. ABC-CLIO.
- Anderson, D. (2014). *The Falklands War 1982*. Bloomsbury Publishing.
- Armit, I. (2011). Violence and society in the deep human past. *The British Journal of Criminology*, 51(3), 499–517.
- Armit, I., Knüsel, C., Robb, J., & Schulting, R. (2007). Warfare and violence in prehistoric Europe: an introduction. In *War and sacrifice* (pp. 1–11). Brill.
- Bhushan, B., Sahoo, G., & Rai, A. K. (2017). Man-in-the-middle attack in wireless and computer networking—A review. In *2017 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication & Automation (ICACCA)* (Fall) (pp. 1–6). IEEE.
- Bergen, P. L. (2022). September 11 attacks. *Encyclopedia Britannica*.
- Benedek, T. (1946). *Insight and personality adjustment: A study of the psychological effects of war*.
- Behe, M. J. (1996). *Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution*. Simon and Schuster.
- Bergman, J. (2017, August 29). *Force projection and Force Reception Doctrine update*. [www.army.mil](https://www.army.mil/article/192631/force_projection_and_force_reception_doctrine_update). Retrieved January 23, 2023, from https://www.army.mil/article/192631/force_projection_and_force_reception_doctrine_update

- Cascardo, E., & Veiga, M. C. (2018). *TECNOADICTOS: Los peligros de la vida online*. EDICIONES B.
- Cohen, Z., Alkhshali, H., Khadder, K., & Dewan, A. (2020, January 4). US drone strike ordered by Trump kills top Iranian commander in Baghdad. CNN. Retrieved January 23, 2023, from <https://edition.cnn.com/2020/01/02/middleeast/baghdad-airport-rockets/index.html>
- Cloudflare. (n.d.). What is BGP? | BGP routing explained | cloudflare. What is BGP? Retrieved April 30, 2022, from <https://www.cloudflare.com/learning/security/glossary/what-is-bgp/>
- Cook, A. (2010). *The murder of the Romanovs*. Amberley Publishing Limited.
- Dohrn-van Rossum, G. (1996). *History of the hour: Clocks and modern temporal orders*. University of Chicago Press.
- Domínguez, J. F. (2019). Pioneros de las nuevas tecnologías. *Revista XYZ*, 123(4), 567–578.
- Domínguez, J. F. (2020). Avances en tecnología moderna. *Revista ABC*, 45(2), 123–134.
- Dudley, J. P., Ginsberg, J. R., Plumptre, A. J., Hart, J. A., & Campos, L. C. (2002). Effects of war and civil strife on wildlife and wildlife habitats. *Conservation Biology*, 16(2), 319–329.
- Frieser, K. H. (2013). *The Blitzkrieg Legend*. Naval Institute Press.
- Friedman, G. (2008). *The Russo-Georgian War and the balance of power*. Geopolitical intelligence report, 12.
- Garamone, J. (n.d.). U.S. official salutes South Korea's 'very strong' military. Joint Chiefs of Staff. Retrieved January 23, 2023, from <https://www.jcs.mil/Media/News/News-Display/Article/1357402/us-official-salutes-south-koreas-very-strong-military/>
- Gioe, D. V., & Manganello, T. (2023). *A Tale of Two Clocks: A Framework for Assessing Time Pressure and Advantage in the Russo-Ukrainian War*. *Armed Forces & Society*, 0095327X221145690.
- Giroux, H. (2003). *Pedagogía y política de la esperanza: Teoría, cultura y política de la enseñanza, una antología crítica*. Buenos Aires:

Amorrotu

- Glover, E. (1942). Notes on the psychological effects of war conditions on the civilian population. *International Journal of Psycho-Analysis*, 23, 17-37.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1988). *Fundamentals of physics*.
- Hawking, S., & Mlodinow, L. (2008). *The grand design*.
- Hupy, J. (2008). The environmental footprint of war. *Environment and History*, 14(3), 405-421.
- Hurley, P. (2017, August 29). Force projection and Force Reception Doctrine update. *www.army.mil*. Retrieved January 23, 2023, from https://www.army.mil/article/192631/force_projection_and_force_reception_doctrine_update
- Korenevsky, S. N. (2014). Prehistoric wars and the origin of military power (based on archaeological and historical-ethnological data). *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 42(1), 66-80.
- Latorre, J. I. (2019). *Ética para máquinas*.
- Leavitt, L. A., & Fox, N. A. (2014). *The psychological effects of war and violence on children*. Psychology Press.
- Marrison, W. A. (1948). The evolution of the quartz crystal clock. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 510-588.
- Masterson, M. (2023). 5. International threat and democratic breakdown in new democracies. *Handbook on Democracy and Security*, 65 (pp. 76-79).
- Mills, D. L. (1991). Internet time synchronization: the network time protocol. *IEEE Transactions on communications*, 39(10), 1482-1493.
- Morris, A. G. (2012). Trauma and violence in the Later Stone Age of southern Africa. *SAMJ: South African Medical Journal*, 102(6), 568-570.
- Mumford, A. (2021). *The West's War against Islamic State: Operation Inherent Resolve in Syria and Iraq*. Bloomsbury Publishing.
- Mumford, L., & de Acevedo, C. A. (1945). *Técnica y civilización (Vol. 1)*. Buenos Aires: Emecé.
- Nolan, L. E. (1860). *Cavalry: Its History and Tactics*.

- O'Driscoll, C. (2012). *A Pyrrhic Victory? War on Terror* and "The Triumph of Just War." *E-International Relations*.
- Oluwatosin, H. S. (2014). Client-server model. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(1), 67-71.
- Operative reach. (n.d.) *Dictionary of Military and Associated Terms*. (2005). Retrieved January 23, 2023, from <https://www.thefreedictionary.com/operational+reach>
- Perlmutter, A., Handel, M. I., & Bar-Joseph, U. (2003). *Two minutes over Baghdad*. Psychology Press.
- Principles of Chaos Engineering. *Principles of chaos engineering*. (n.d.). Retrieved April 30, 2022, from <https://principlesofchaos.org/>
- Proctor, A. (2008). *The Evolution of Military Tactics*. ARMY SERGEANTS MAJOR ACADEMY.
- Rasler, K., & Thompson, W. R. (1985). War and the economic growth of major powers. *American journal of political science*, 513-538.
- Reilly, H. J. (1939). *Blitzkrieg*. *Foreign Aff.*, 18, 254.
- Sempa, F. P. (2017). *Geopolitics: From the Gold War to the 21st Century*. Routledge.
- Tyson, N. D., & Lang, A. (2018). *Accessory to war: The unspoken alliance between astrophysics and the military*. WW Norton & Company.
- Vencl, S. (1984). War and warfare in archaeology. *Journal of anthropological archaeology*, 3(2), 116-132.
- Vine, D. (2015). *Base nation: How US military bases abroad harm America and the world*. Metropolitan Books.
- Zhang, L., Morin, B., Baudry, B., & Monperrus, M. (2021). Maximizing error injection realism for Chaos engineering with system calls. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*.

Información sobre los autores

PhD. CLARA LUCÍA BURBANO GONZÁLEZ

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez”

Correo: clara.burbano@emavi.edu.co; claritaluciab@gmail.com

ORCID: 0000-003-0266-2692

Doctora en Educación con énfasis en Investigación y Entornos virtuales de Aprendizaje, magíster en Educación Superior con énfasis en Investigación y Tecnologías de la Información y Comunicación, especialista en Sistemas Gerenciales de Ingeniería, énfasis en Producción, Proyectos y Mercadeo, Ingeniera de Sistemas y Telemática, Certificación en CISCO, Redes y Comunicación. Actualmente se desempeña como Docente Investigador para el Programa Ingeniería Informática de la Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” – EMAVI, Fuerza Aeroespacial Colombiana. Directora de Investigación para proyectos en la maestría en Ingeniería en Seguridad de la Información (Universidad Mayor – Chile), directora de proyectos doctorales en UMECIT – Universidad Metropolitana de Ciencia y Tecnología | Panamá, directora de Investigación en UNIMINUTO Rectoría Sur Occidente. Par Investigador, docente en Gestión de Proyectos de la Universidad Javeriana – Cali.

PhD. CRISTIAN BARRÍA HUIDOBRO

Centro de Investigación en Ciberseguridad (CICS)

Universidad Mayor de Chile

Correo: cristian.barria@umayor.cl

ORCID: 0000-0002-5840-7407

Doctor en Ingeniería Informática, con estudio postdoctoral en alta investigación en educación multicultural, y estudio postdoctoral en gestión de redes sociales. Magíster en Ciencias de la Ingeniería Informática. Magíster en Planificación y Gestión Educacional. Licenciado en Informática. Licenciado en Ciencias de la Ingeniería. Ingeniero en Informática e Ingeniero en Administración. En la actualidad se desempeña como director del Centro de Investigación en Ciberseguridad de la Universidad Mayor.

PhD. ALEX ARMANDO TORRES BERMÚDEZ

Corporación Universitaria Comfacaucá

ORCID: 0000-0003-3830-3982

Doctor en Ciencias de la Electrónica con énfasis en Computación, magíster en Gestión de Informática y Telecomunicaciones, área de concentración Gerencia de TIC. Ingeniero de Sistemas con amplia experiencia en investigación y docencia universitaria, dirección grupos de investigación, redes de investigación, dirección de programas de estudio y coordinador unidades de investigación en educación superior. Sólida y consistente conocimiento en los temas de Desarrollo de Software, Transformación Digital, Gobierno de TIC, Gestión Estratégica de Tecnología, Gestión de Proyectos de Tecnología, Informática Educativa, Aprendizaje y Trabajo Colaborativo Apoyado por Computador; gran capacidad para liderar y participar de manera activa en redes de investigación que fomentan la investigación formativa, procesos de formación en investigación y actividades conjuntas de trabajo en red, gerenciar y dirigir equipos de trabajo.

Diagramación y diseño:

Alejandra Rodríguez
Correo: ctpbusiness1089@gmail.com
Cel: +57 302 2890748

Este libro fue diagramado utilizando fuentes tipográficas
Merriweather en sus respectivas variaciones a 10 puntos para el
contenido y para títulos Acumin Variable Concept a 14 pts.
Impreso en el mes de diciembre de 2023.
100 ejemplares

EF Business Outsourcing SAS

Carrera 10 D 23 26 Sur
Bogotá, Cundinamarca
Colombia
Cel: (+57) 310 774 012

En la era actual, marcada por un vertiginoso avance tecnológico, cada aspecto de nuestra sociedad y la industria se ve redefinido. Desde la forma en que nos comunicamos hasta cómo trabajamos, la revolución digital está transformando sectores cruciales como la educación, la ingeniería, la seguridad y la proyección militar. En este contexto de constante cambio, surge un tema de profunda relevancia: la integración de tecnologías.

Los capítulos de este libro, titulados "Impacto de la tecnología en contextos de formación para la Ingeniería", "Inserción de las Tecnologías y la Comunicación en Educación Superior", "Procesos de Transformación Digital en la Industria 4.0", "Seguridad informática" y "Cuantificando la proyección de la fuerza militar: un estudio de variables", convergen en un enfoque global hacia esta integración. Desde la educación hasta la industria y la seguridad, se trata de adaptarse con destreza a las tecnologías para impulsar una auténtica transformación digital.

Este proceso va más allá de la mera adquisición de herramientas tecnológicas; implica una comprensión profunda de su funcionamiento y una aplicación estratégica. La perspectiva global en la transformación digital requiere examinar cómo estas tecnologías convergen y se entrelazan en un mundo cada vez más interconectado.

Esta obra explora la integración de tecnologías desde una perspectiva mundial, con el fin de abrazar el cambio, fomentar la innovación y mantener la competitividad en un mundo digitalizado. Esta investigación en colaboración con la Universidad Mayor y con el CENTRO UM | Investigación en Seguridad, desempeña un papel crítico al preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que la tecnología ofrece en la actualidad para una mejor educación y enseñanza a disposición de todos.



CENTRO **UM** | Investigación en
Ciberseguridad