

## LA ACADEMIA POLITÉCNICA NAVAL FRENTE AL RETO DE LA INVESTIGACIÓN ACADÉMICA

Hugo Valenzuela Rosenzuaig\*

Cynthia Cáceres Escobar\*\*

Carlos Matus Parra\*\*\*

### Resumen

*En este artículo se propone la investigación de pregrado como una de muchas posibles soluciones a los sabidos problemas de motivación de los alumnos hacia su propio aprendizaje y al cumplimiento de los criterios de acreditación. Se revisan los beneficios de programas similares aplicados en universidades y centros de formación de oficiales de las fuerzas armadas – de nivel universitario – de países referentes, así como la forma de enfrentar el problema por parte de otras instituciones de la defensa nacional. Finalmente se muestra que no solo es posible realizar investigación de pregrado en la Academia Politécnica Naval, sino que ya hay algún camino recorrido, faltando su ordenamiento y formalización, prácticamente sin costos directos para la institución.*

**Palabras clave:** Acreditación, investigación, pregrado, educación superior.

Entre los académicos de las universidades nacionales se suele comentar sobre la baja calidad de los alumnos que ingresan cada año, en el sentido de la dificultad para lograr que estos se comprometan con sus estudios y sobre su poco interés, al menos aparente, por aprender. La discusión lleva, frecuentemente, a los modelos actuales de educación, sus ventajas y desventajas. En la discusión acerca de la formación por competencias versus formación tradicional en la que hay adherentes que plantean que en realidad no hay nada nuevo (Gimeno Sacristán, y otros, 2008) y abiertos detractores (Chadwick, 2005); sin embargo, la discusión parece centrarse en lo metodológico más que en el problema de

fondo. La Academia Politécnica Naval, como institución de formación terciaria de la Armada, no es la excepción.

Las universidades reconocen que la investigación es una tarea irrenunciable y consustancial a su condición como entidad de educación superior – sin investigación no hay universidad posible en la sociedad del conocimiento – también, que los resultados de la investigación deben permear hacia la sociedad y que la universidad debe crear nuevo conocimiento como resultado de lo anterior. (Rodríguez-Ponce, 2017).

Por otra parte, aunque la Academia Politécnica Naval no se define como una universidad, es

\* Magíster en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. Profesor en Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Profesor en Academia Politécnica Naval. (hugo.valenzuela@pucv.cl)

\*\* Educadora Diferencial, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso. Magíster en Educación Superior, Universidad Nacional Andrés Bello, Viña del Mar. Profesor en Academia Politécnica Naval. (ccaceres@armada.cl).

\*\*\* CF (R.), Ingeniero en Sistemas Navales con mención en Artillería y Misiles, Academia Politécnica Naval. Magíster en Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Concepción y Magíster en Gestión de Organizaciones, Universidad Adolfo Ibáñez, Viña del Mar. Profesor en Academia Politécnica Naval. (cmatus@armada.cl).



evaluada – medida – por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA), con los mismos estándares que estas y ha sido recientemente re acreditada por cinco años hasta el 24 de septiembre de 2023 en los criterios de gestión institucional y docencia de pregrado (Comisión Nacional de Acreditación, 2018). El prestigio institucional y los cambios a la ley de educación y reglamentos asociados obligarán a que la academia se acredite, en breve plazo, en los criterios de vinculación con el medio, docencia de postgrado e investigación. Para los dos primeros, ya hay iniciativas en curso por parte de la dirección, quedando pendiente cómo resolver el ámbito de la investigación; que no es un problema simple, dado que el sistema de contratación de los académicos, establecido en el Estatuto del Personal de las Fuerzas Armadas, D.F.L. (G.) N° 1 de 1997, no permite la dedicación de los profesores civiles y militares a actividades distintas a las de docencia. ¿Cómo se podrá resolver, entonces, este criterio de acreditación?

En este artículo se revisan los cambios por venir al sistema de acreditación a las universidades chilenas, y se define y propone la investigación de pregrado como una de muchas posibles soluciones a ambos problemas simultáneamente: la motivación

de los alumnos hacia su propio aprendizaje y al cumplimiento de los criterios de acreditación. Se revisan los beneficios de programas similares aplicados en universidades y centros de formación de oficiales de las fuerzas armadas – de nivel universitario – de países referentes, así como la forma de enfrentar el problema por parte de otras instituciones de la defensa nacional. Finalmente se muestra que no solo es posible realizar investigación de pregrado en la Academia Politécnica Naval, sino que ya hay algún camino recorrido, faltando su ordenamiento y formalización, prácticamente sin costos directos para la Institución.

### La investigación de pregrado y sus beneficios

Luego de tres años de investigación, entre los años 2006 y 2009, el *Council on Undergraduate Research* (CUR), que agrupa 13.000 miembros individuales y más de 700 universidades alrededor del mundo logra declarar que la investigación de pregrado es “Una indagación o investigación realizada por un estudiante de pregrado que hace una contribución intelectual o creativa original a la disciplina” (*Council on Undergraduate Research*, 2018).

Un aspecto clave en la definición de investigación de pregrado es el propósito para el que está destinado, para la mayoría de los integrantes del CUR, la investigación de pregrado debe fomentar el aprendizaje de los alumnos. Algunos académicos se oponen a etiquetar el aprendizaje de los alumnos como investigación hasta que su producto alcance un nivel de calidad publicable o que pueda ser presentado en conferencias o congresos. Otros, en cambio, ponen mayor énfasis en que la investigación de pregrado sea una contribución importante para que los académicos puedan continuar con sus agendas de investigación, mientras enseñan a sus alumnos de pregrado. Hay consenso en que cada universidad debe definir si la investigación de pregrado estará centrada en el aprendizaje de los alumnos, centrada en la producción científica o en ambos. (Beckman & Hensel, 2009) En cualquier caso, la originalidad del trabajo – como contribución a la disciplina – debe ser tomada en cuenta para efectos de ser o no considerada como investigación, aunque no se requiere que contribuya ampliamente a esta. Lo mismo ocurre con las consideraciones sobre las posibilidades de que un alumno de pregrado trabaje en forma multidisciplinar, colaborativamente que deben ser escaladas a sus posibilidades. Las consideraciones de audiencia de su trabajo también deben ser tomadas en cuenta – referidas al campus o a publicaciones netamente estudiantiles o referidas a su entorno profesional. (Beckman & Hensel, 2009).

Es más o menos claro que, la investigación de pregrado es beneficiosa; para los estudiantes, la oportunidad de definir un problema y trabajar hacia la solución que puede tener aplicaciones prácticas en la vida real constituye un valor significativo. Es más probable que los estudiantes se involucren activamente en el proceso cuando su curiosidad es estimulada por la pregunta de investigación. Resolver problemas de investigación ayuda a los estudiantes a desarrollar pensamiento creativo, ganar confianza en sus habilidades intelectuales, mejorar sus habilidades de comunicación oral y escrita (Landrum & Nelsen, 2002), aprender a manejar la ambigüedad y, quizás lo más importante, desarrollar el hábito de preguntarse “y si”, e “y por

qué no”, que son las bases del pensamiento crítico (Beckman & Hensel, 2009) (Russell, Hancock, & McCullough, 2007) (Madan & Teitge, 2013). Según resultados de investigaciones al respecto, la experiencia educacional del alumno de pregrado se ve aumentada (Lopatto, *Survey of Undergraduate Research Experiences [SURE]: First Findings*, 2004), tanto en términos de su satisfacción general (Russell, Hancock, & McCullough, 2007), como en su aprendizaje (Lopatto, *The Essential features of Undergraduate Research*, 2003) (Beckman & Hensel, 2009).

Según los investigadores que representan a las instituciones del premio de reconocimiento por la integración de la investigación y la educación, en una conferencia organizada por la *National Science Foundation* de los Estados Unidos de Norteamérica (Lopatto, *The Essential features of Undergraduate Research*, 2003), los requisitos esenciales para realizar investigación de pregrado son los siguientes, respecto de los alumnos: preparación mediante lectura de literatura relevante, el soporte de un mentor y de una comunidad de aprendizaje, oportunidad para diseñar la investigación, la experiencia del trabajo independiente y cuando el trabajo está terminado, la oportunidad para una comunicación profesional de calidad.

## El diseño y la investigación. Algunos casos comparables

Para la mayoría de las disciplinas de ingeniería, el proyecto final consiste en la aplicación realista para el diseño de una solución a un problema real. Estos proyectos, deben enfocarse en el diseño de soluciones y son, frecuentemente, vistos como incompatibles con proyectos de investigación por parte de los académicos; sin embargo, muchos proyectos de investigación ofrecen la posibilidad de engancharse con proyectos de ingeniería de soluciones, lo que es, comúnmente, pasado por alto (Lemley, y otros, 2010). La evidencia muestra que un número importante de proyectos de investigación académicos son en realidad, impulsados por la industria (Howe & Wilbarger, 2006), sobre todo en las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en Inglés).

Aunque hay algunos desafíos y dificultades, es esencial que un programa de este tipo tenga un énfasis, a lo largo del currículo, en la educación que integre el diseño innovador y la investigación multidisciplinaria. Un ejemplo es la clínica de ingeniería de la universidad de Rowan, que considera horas de clase en cada semestre, para estimular a los alumnos al desarrollo de proyectos multidisciplinarios orientados a la investigación científica o a la investigación aplicada en industrias. En estas actividades se conforman corporaciones integradas por alumnos de todas las cohortes que desarrollan soluciones específicas para problemas aplicables, como, por ejemplo, el rediseño del sistema de transferencia de antenas de submarinos, auspiciado por el Centro de Guerra de Superficie de la Armada de EE.UU. (Kaiser, Hesketh, Marchese, & Schmalzel, 2001).

Otro ejemplo interesante de conocer es el caso del modelo de tutoría cercana (o ayudantías) del *Walter Reed Army Institute of Research* (WRAIR) y que ha sido adoptado por otros diez centros de investigación del Ejército y uno de la Armada de los EE.UU., en que el tutor cercano es un alumno del último año que realiza prácticas de enseñanza de verano, en conjunto con una pasantía de investigación que es completada durante el año académico en el WRAIR o en el laboratorio de alguna universidad. Este modelo es un enfoque multidisciplinario que incorpora las fortalezas de los modelos de tutorías en ciencias, tecnologías, ingeniería y matemáticas mejorando el aprendizaje de todos los participantes. Los estudiantes de pregrado, que actúan como profesores ayudantes de cursos inferiores, son instruidos por académicos y científicos experimentados, mientras ellos desarrollan o aprenden distintos protocolos de investigación que contribuyan a la formación del pensamiento crítico (Tenenbaum, Anderson, Jett, & Yourick, 2014).

Los cuerpos de enfermeras del Ejército, Armada y Fuerza Aérea de los EE.UU., también se han incorporado a estos programas de investigación de pregrado a través de programas de investigación en los que participan los alumnos, aprovechando el soporte organizacional militar y las experiencias de los pares y tutores (Trego, 2017).

Por otra parte, la Academia Naval de los EE.UU. (USNA) en Annapolis, Maryland, también presenta

un caso de éxito en el que un cambio curricular permitió crear tiempo para que los alumnos de últimos años participen en investigación científica intensiva guiada por académicos, durante el año lectivo. Estos proyectos tienen la misma orientación definida y explicada previamente (*Council on Undergraduate Research*, 2018), tal que los alumnos que participan en proyectos de investigación deben presentar en publicaciones, los resultados de su participación y exponerlas en conferencias científicas de nivel correspondiente, obteniendo la equivalencia con un trabajo de finalización típico (Dillner, Ferrante, Fitzgerald, & Schoeder, 2011). Un ejemplo mencionable, es desarrollo y construcción de una embarcación a vela específicamente diseñada para satisfacer las necesidades de la USNA, proyecto realizado por los estudiantes del departamento de Arquitectura Naval e Ingeniería Oceánica (Miller, 2003).

En la Academia Militar de los EE.UU. (USMA) en West Point, se ha desarrollado un programa similar pero orientado al área de humanidades de la formación del oficial, en los que utilizan el diálogo socrático incrustado en una discusión analítica para impulsar el pensamiento crítico y la creatividad de sus estudiantes (Shoop & Ressler, 2011). En el *Naval Postgraduate School* (NPS), de la Armada de los EE.UU., existe un programa similar en el área de la investigación de operaciones, muy vinculado con el quehacer operativo real y actual de la Armada de los EE.UU., en el que los alumnos resuelven problemas reales de investigación, guiados por sus propios académicos (Rosenthal, 2007). Cabe destacar que el NPS nació, en 1909, como departamento de postgrado e investigación en la USNA.

A nivel de las fuerzas armadas latinoamericanas, sólo Argentina ha desarrollado un programa similar, motivado por su sistema de acreditación de educación superior, que incluso ha abierto a las instituciones de educación superior al ingreso de alumnos civiles (Soprano, 2013).

A nivel de las fuerzas armadas nacionales, la Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL) ha desarrollado, al interior de sus instalaciones, un centro de estudios en ciencia y tecnología que, centralizando los proyectos de investigación final de los alumnos de Ingeniería Politécnica Militar, logra vincularlos con otros organismos

del Ejército o relacionados, tales como las Fábricas y Maestranzas del Ejército (FAMAE), el Complejo Químico Industrial del Ejército (CQIE), el Instituto de Investigación y Control del Ejército (IDIC), la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), el Centro de Estudios Nucleares del Ejército (CENE), el Instituto Geográfico Militar (IGM), el Instituto Antártico Chileno (INACH) entre otros, logrando algunas publicaciones de ciencias relacionadas con el quehacer del Ejército, en revistas indexadas internacionales o en su revista indexada propia (Caro de Kartzow, 2010), según se puede ver en su sitio web, así como la dictación de programas de postgrado propios o en alianza con universidades (Academia Politécnica Militar, 2017).

Por otra parte, la Academia Politécnica Aeronáutica (APA), también tiene programas de postgrado propios, cuenta con el Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aeroespaciales desde 2009, en el que se involucra a alumnos de pre y postgrado en diversos proyectos de investigación científica y tecnológica, con el fin de llegar a ser un centro I2D de excelencia y con prestigio internacional al año 2025, como se indica en el su sitio web (Academia Politécnica Aeronáutica, 2017).

La Academia Politécnica Naval, está en deuda; sin embargo, tiene algo de camino recorrido en esta dirección, con algunos ejemplos notables, como se verá a continuación.

Durante en año 2017, en el marco de XXV Congreso Panamericano de Ingeniería Naval, llevado a cabo en Ciudad de Panamá, la Academia Politécnica Naval presentó dos trabajos de investigación derivados de los trabajos de titulación de alumnos de ingeniería Naval. En el congreso, participaron universidades de Latinoamérica, España y Portugal, además de numerosas instituciones relacionadas con el mundo naval, marítimo y portuario tales como empresas navieras, astilleros y diferentes armadas de Latinoamérica.

El primer trabajo presentado, fue "Diseño preliminar de un sistema de generación undimotriz (WEC) *On-Shore*" (Sepúlveda, 2016). Este trabajo consistió en la selección y posterior diseño de un sistema de generación eléctrica, basado en

el movimiento de las olas, que logra maximizar la relación costo-eficiencia en los procesos de construcción, despliegue, operación y retiro de un generador *On-Shore* en torno a su ciclo de vida. Mediante un estudio hidrográfico realizado en las costas de Chile, se determinó el lugar óptimo para la instalación de un sistema de palas pivotantes, que permite establecer las condiciones de borde para la modelación del soporte submarino requerido por el generador. Finalmente, con los requerimientos derivados del ciclo de vida y los factores tecnológicos e hidrográficos, se diseñó hasta una etapa de nivel preliminar, de un sistema de generación de palas pivotantes con la capacidad de reflotamiento y reposicionamiento que logra maximizar la relación costo eficiencia en torno al ciclo de vida del sistema.

El segundo trabajo, titulado "Caracterización mecánica de un acero TRIP (*Transformed Induced Plasticity*), en función de su aplicación en construcción naval" (Alarcón & Gómez, 2016). En este estudio se profundizó en el desarrollo de nuevos materiales como el acero TRIP que se utiliza, principalmente, en la industria automotriz, por lo que no se ha analizado cuáles podrían ser las posibles aplicaciones dentro de los otros sectores industriales. En este trabajo se analizó el comportamiento mecánico de un acero TRIP, con una composición química experimental, se le caracterizó y se efectuó la comparación con los aceros que se utilizan normalmente en la construcción naval y así poder determinar la factibilidad de su futuro desarrollo y utilización en la industria naval.

Estos dos ejemplos, entre otros, permiten vislumbrar que la Academia Politécnica Naval tiene la capacidad de generar trabajos de investigación de nivel académico y profesional, comparables con cualquier universidad nacional e internacional.

## Conclusiones

Aunque la Academia Politécnica Naval no se define como una universidad, es evaluada (acreditada) como si lo fuera. En el año 2018, logró re certificarse por cinco años, mejorando su acreditación anterior; sin embargo, con los cambios derivados de las recientes modificaciones a la legislación relativa a la educación superior,

deberá desarrollar acciones para superar las falencias que persisten, especialmente en lo referente a la generación y transmisión de nuevo conocimiento en sus ámbitos de interés.

El desarrollo de un programa de investigación de pregrado permitiría resolver, al menos en una etapa inicial, la falta de un programa de investigación formal, como existe en otras universidades nacionales y, especialmente, en sus instituciones pares – las Academias Politécnicas Aeronáutica y Militar – que han desarrollado centros de investigación propios que les permiten resolver el problema.

La revisión bibliográfica permite ver cómo, en instituciones comparables, se ha llevado a cabo

esta iniciativa con buenos resultados no solo en el área de la investigación; sino que además reportan mejoras cuantificables en sus resultados académicos y en los procesos docentes.

Aunque en un principio pareciera que no existe investigación en la Academia Politécnica Naval, se puede ver que ésta está presente y debe formalizarse para poder ser productiva y mejorar los resultados institucionales. Se propone, entonces, que la institución pondere las posibilidades que permitirían no solo mejorar los resultados académicos, sino que también aumentar el ya elevado prestigio de la Armada en el entorno académico.

\* \* \*

## BIBLIOGRAFÍA

1. Academia Politécnica Aeronáutica. (2017). Centro de Investigación en Ciencias Aeroespaciales. Obtenido de Academia Politécnica Aeronáutica: [www.apa.fach.cl](http://www.apa.fach.cl)
2. Academia Politécnica Militar. (2017). Centro de Estudios de Ciencia y Tecnología. Obtenido de Academia Politécnica Militar: [www.acapomil.cl](http://www.acapomil.cl)
3. Alarcón, A., & Gómez, R. (2016). Caracterización mecánica de un acero TRIP (Transformed Induced Plasticity) en función de su aplicación en construcción naval (Tesis de Grado). Viña del Mar, Chile: Academia Politécnica Naval.
4. Beckman, M., & Hensel, N. (2009). Making Explicit the Implicit: Defining Undergraduate Research. *CUR Quarterly*, 29(4), 40-44.
5. Caro de Kartzow, R. (2010). Aportes Tecnológicos de la Ingeniería Militar al Desarrollo Nacional. *Política y Estrategia*(115), 202-217.
6. Chadwick, C. (2005). Por qué no soy constructivista. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, 1-6.
7. Comisión Nacional de Acreditación. (27 de junio de 2018). BUSQUEDA AVANZADA DE ACREDITACIONES. Obtenido de <https://www.cnachile.cl/Paginas/buscador-avanzado.aspx>
8. Council on Undergraduate Research. (26 de Junio de 2018). Council on Undergraduate Research, Learning Trough Research. Obtenido de <https://www.cur.org/>
9. Dillner, D. K., Ferrante, R. F., Fitzgerald, J. P., & Schoeder, M. J. (2011). Integrated Laboratories: Laying the Foundation for Undergraduate Research Experiences. *Journal of Chemical Education*(88), 1623-1629.

10. Gimeno Sacristán, J., Pérez Gómez, Á. I., Martínez Rodríguez, J. B., Torres Santomé, J., Angulo Rasco, F., & Álvarez Méndez, J. M. (2008). *Educación por Competencias ¿que hay de nuevo?* Madrid, España: Ediciones Morata, S.L.
11. Howe, S., & Wilbarger, J. (2006). 2005 National Survey of Engineering Capstone Design Courses. ASEE Annual Conference and Exposition. Chicago.
12. Kauser, J., Hesketh, R. P., Marchese, A., & Schmalzel, J. (2001). Design and Research Across the Curriculum. International Conference on Engineering Education, (págs. 13-18). Oslo, Norway.
13. Landrum, R., & Nelsen, L. R. (2002). The Undergraduate Research Assistantship: An Analysis of the Benefits. *Teaching of Psychology*, 29(1), 15-19.
14. Lemley, E., Jassemnejad, B., Mounce, M., Weber, J., Rai, S., Duffie, W., . . . Taheri, B. (2010). Linking Senior Design Projects to Research Projects. American Society for Engineering Education.
15. Lopatto, D. (2003). The Essential features of Undergraduate Research. *Council on Undergraduate Research Quarterly*, 139-142.
16. Lopatto, D. (2004). Survey of Undergraduate Research Experiences (SURE): First Findings. *Cell Biology Education*, 3, 270-277.
17. Madan, C. R., & Teitge, B. D. (2013). The Benefits of Undergraduate Research: The Student's Perspective. *The Mentor: An Academic Advising Journal*.
18. Miller, P. H. (2003). Student Research Projects for the New Navy 44 Sail Training Craft. The 16th Chesapeake Sailing Yacht Symposium. Annapolis, Maryland.
19. Rodríguez-Ponce, E. (2017). Los desafíos estratégicos para la gestión de la investigación universitaria en la sociedad del conocimiento. *Ingeniare*, 25(3), 362-363.
20. Rosenthal, R. E. (2007). It's More Than a Job or an Adventure. *Operations Research Management Science*.
21. Russell, S. H., Hancock, M. P., & McCullough, J. (2007). Benefits of Undergraduate Research Experiences. *Science*, 548-549.
22. Sepúlveda, F. (2016). Diseño preliminar de un sistema de generación undimotriz (WEC) on-shore (Tesis de Grado). Viña del Mar, Chile: Academia Politécnica Naval.
23. Shoop, B. L., & Ressler, E. K. (2011). Developing the Critical Thinking, Creativity and Innovation of Undergraduate Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 27(5), 1072-1080.
24. Soprano, G. (2013). Autonomía y Heteronomía de la Educación Militar. Un Análisis de los Procesos de Evaluación Institucional en los Institutos Universitarios de las Fuerzas Armadas Argentinas. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 19(1).
25. Tenenbaum, L. S., Anderson, M. K., Jett, M., & Yourick, D. L. (2014). An Innovative Nera-Peer Mentorin Model for Undergraduate and Secondary Students: *STEM Focus. Innov High Educ*, 39, 375-385.
26. Trego, L. L. (2017). Developing a military nurse scientist program of research: A military women's health exemplar. *Nursing Outlook*(65), 130-139.