

Modalidad: Artículo profesional y de investigación

Transformando la práctica educativa: Una propuesta metodológica para la formación en investigación de nóveles docentes

José Santiago Marrero Coitiño¹, Melody García Correa¹,
Wladimir Hernández Flores², Carlomagno González¹



¹Ingeniería en Control y Automática (ICA), Universidad Tecnológica, Uruguay; jose.marrero@utec.edu.uy, ORCID: 0009-0004-9751-5234; melody.garcia@utec.edu.uy, ORCID: 0000-0002-2304-0510; carlmagno.gonzalez@utec.edu.uy

²Licenciatura en Física, Universidade Federal do Pampa (Unipampa, Brasil); wladimirflores@unipampa.edu.br, ORCID: 0000-0002-3576-4751

Resumen

La formación en investigación constituye un pilar fundamental en la consolidación de competencias docentes, especialmente en áreas técnicas y científicas, donde el conocimiento profundo de los materiales y sus procesos es crucial para una enseñanza de calidad. Este artículo presenta la experiencia formativa de un docente en los inicios de su carrera como investigador, enfocada en la caracterización de materiales, específicamente aleaciones, y en el uso de tratamientos térmicos para modificar sus propiedades mecánicas. Los resultados obtenidos permitieron identificar mejoras significativas en la resistencia mecánica y durabilidad de las aleaciones estudiadas, aportando nuevas perspectivas para aplicaciones industriales. La investigación en este ámbito no solo permite al docente adquirir destrezas prácticas en el análisis de la microestructura de los materiales, sino que también potencia sus capacidades en diseño experimental y análisis de resultados, aspectos esenciales para su desarrollo profesional. Este proceso de formación y acompañamiento, además de contribuir al avance del conocimiento en el campo de las aleaciones, abre una puerta para la integración de la investigación aplicada en el aula, con el objetivo de enriquecer la experiencia educativa y promover un enfoque pedagógico fundamentado en evidencia científica y experimentación directa.

Palabras clave: Formación docente, aprendizaje situado, desarrollo profesional

Abstract

Research training is a fundamental pillar in consolidating teaching competencies, especially in technical and scientific areas, where a deep understanding of materials and their processes is crucial for quality teaching. This article presents the training experience of a beginning teacher as a researcher, focusing on materials characterization, specifically alloys, and the use of heat treatments to modify their

mechanical properties. The results obtained showed significant improvements in the mechanical strength and durability of the studied alloys, providing new perspectives for industrial applications. Research in this field not only allows the teacher to acquire practical skills in analyzing the microstructure of materials but also enhances their capabilities in experimental design and results analysis, essential aspects for their professional development. This training and mentoring process, in addition to contributing to the advancement of knowledge in the field of alloys, opens a door to the integration of applied research in the classroom, with the aim of enriching the educational experience and promoting a pedagogical approach based on scientific evidence and direct experimentation.

Keywords: Teacher training, situated learning, professional development

Introducción

La formación de docentes noveles en investigación científica ha cobrado relevancia en la literatura, particularmente en disciplinas donde la comprensión de procesos experimentales y analíticos es fundamental para desarrollar una práctica pedagógica rigurosa y actualizada (Jones et al., 2018; Akin & Knight, 2020).

En áreas como la ingeniería de materiales, la capacitación de docentes e investigadores jóvenes en el laboratorio permite no solo adquirir competencias técnicas específicas, sino también fomentar habilidades en diseño de experimentos y en la interpretación de resultados, que son esenciales para un ejercicio docente de calidad (Smith & Morton, 2021). Para nuestros estudiantes y noveles docentes, el aprendizaje situado representa una experiencia nueva, donde se ponen en práctica saberes y competencias adquiridos a lo largo de la carrera, con el componente de la profesionalización en una determinada área del conocimiento.

Este artículo se centra en la experiencia de formación de un docente de inicio en el ámbito de la investigación, quien participó activamente en tareas de laboratorio orientadas a la caracterización de muestras de aleaciones. Dicho proceso incluyó la realización de ensayos y pruebas experimentales para comprender en profundidad las propiedades de diversos materiales bajo diferentes condiciones de tratamiento térmico. Este tipo de formación, donde se combinan la teoría y la práctica directa en laboratorio, encuentra soporte en modelos pedagógicos que promueven un aprendizaje contextualizado, como lo plantea Kolb (1984) en su teoría del aprendizaje experiencial. Este enfoque, que ha sido adaptado en contextos de educación superior por autores como Gibbs (1988) y Schön (1983), establece que el aprendizaje efectivo en contextos científicos ocurre cuando los docentes-investigadores pueden articular la teoría y la práctica a través de experiencias que simulan o replican escenarios profesionales reales. En lo relacionado con los aspectos pedagógicos, este trabajo se

enmarca en innovación educativa y en los objetivos ODS vinculados a la Educación de Calidad.

Al aplicar este marco en la formación de docentes noveles, se asegura no solo la adquisición de conocimientos técnicos, sino también la internalización de un pensamiento crítico y reflexivo, aspectos que son fundamentales para la enseñanza de las ciencias básicas (Ball & Forzani, 2009). En este contexto, la experiencia aquí presentada se caracteriza por su enfoque en la autonomía investigativa y la autogestión, habilidades que, según Struthers (2019), son esenciales para el desarrollo de investigadores que se inician en el campo científico.

De la teoría a la práctica

En este proceso, se han integrado diferentes modelos pedagógicos, a través de elementos de la práctica reflexiva, un concepto desarrollado por Schön (1983), donde el docente en formación se convierte en alguien que no solo ejecuta tareas de investigación, sino que también evalúa y ajusta sus propias prácticas con base en los resultados obtenidos. Este paradigma fomenta una formación integral que permite al docente novel adquirir competencias para implementar y transmitir conocimientos en el aula de forma crítica y actualizada, potenciando así una enseñanza basada en evidencia y en la experiencia directa en investigación.

Bajo este paradigma, la formación de docentes en el laboratorio de investigación se configura como un proceso que va más allá de la simple transmisión de técnicas, pues se convierte en un espacio para el desarrollo personal y profesional, donde los docentes de inicio asumen la investigación como parte fundamental de su práctica académica (Jones & Smith, 2021).

Asimismo, el aprendizaje situado y las comunidades de práctica (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998) se centran en cómo el aprendizaje ocurre en contextos auténticos a través de la participación en comunidades de práctica. Los autores proponen que, al involucrarse en prácticas significativas, los estudiantes avanzan desde una participación periférica hasta una participación plena. Posteriormente, Wenger-Trayner et al. (2015) ampliaron esta teoría en función de entornos colaborativos actuales, que refuerzan la importancia de las comunidades de práctica para la construcción de conocimiento y el aprendizaje en equipos interdisciplinarios.

En un plano más individual, el modelo de aprendizaje autorregulado de Zimmerman (2000) pone énfasis en la importancia de que los estudiantes establezcan sus propias metas, supervisen su aprendizaje y adapten sus estrategias según sus avances. En un contexto de laboratorio, este enfoque autorregulado permite que los docentes e

investigadores que se inician, gestionen de manera autónoma su aprendizaje, fomentando habilidades organizativas y de ajuste continuo en su práctica.

Metodología

Para este trabajo, se propuso una metodología que busque evaluar y fortalecer tanto las competencias técnicas en el laboratorio como las habilidades de investigación y reflexión crítica del novel docente, durante su proceso de entrenamiento y formación.

Asimismo, se trabajó en la formación teórica y práctica en técnicas de caracterización de aleaciones y en metodologías de investigación y revisión bibliográfica, a efectos de comprender el uso de los equipamientos del laboratorio, las normas de seguridad, y las técnicas a emplear con los materiales que fueron caracterizados. Esto implicó el aprendizaje de técnicas de microscopía, así como ensayos mecánicos y tratamientos térmicos en mufla. Esta etapa incluyó la aplicación de conocimientos en proyectos de investigación reales, realizando ensayos y caracterización de muestras bajo supervisión de profesionales referentes en el área de materiales de UTEC Rivera y Paysandú, así como de Unipampa Bagé, de manera de darle el componente de la internacionalización al proceso investigativo.

De esta manera y teniendo en cuenta la formación y el entrenamiento del novel docente, pueden destacarse los siguientes aspectos:

- **Mayor énfasis en la práctica:** Se subraya la importancia de la experiencia en el laboratorio y la familiarización con los equipos como parte del aprendizaje in situ y de la valoración de las diferentes técnicas a emplear para la caracterización de los materiales.
- **Autonomía:** Se resalta que el objetivo es que el docente adquiera las herramientas para trabajar de manera independiente y con un alto nivel de autonomía.
- **Dimensión internacional:** Se enfatiza la colaboración con instituciones extranjeras para brindar una perspectiva global del proceso, manteniendo contacto con otras redes de investigadores e investigadoras.

La metodología se centra en proyectos supervisados, donde el novel docente participa en todas las fases de investigación: diseño experimental, ejecución y análisis de resultados, junto a sus docentes mentores, de manera de fomentar la práctica reflexiva, y manteniendo un diario de campo a modo de bitácora, donde se registren sus actividades, avances y desafíos. Las reuniones semanales con los mentores y referentes facilitaron los procesos de retroalimentación y ajustes necesarios, que debieron ser realizados a medida que se obtenían los resultados.

Experiencia y retroalimentación continua

El proceso formativo incluyó la escritura y redacción de trabajos académicos y presentación de pósters con los avances y resultados de la investigación, en eventos nacionales e internacionales, lo cual se consideró un ejercicio vital en la formación del investigador y en la consolidación de conocimientos, de modo de tomar contacto con la comunidad científica para obtener una visión integral y una mayor perspectiva en relación al progreso en los aprendizajes.

Asimismo, la redacción de artículos y participación en congresos y eventos, habilita la posibilidad de recibir feedback de otros investigadores, nutriendo aún más el proceso, y fomentando las instancias de aprendizaje permanente.

Sin ir más lejos, la teoría del capital científico y social (Bourdieu, 1986; Coleman, 1988) enfatiza la construcción de redes y el conocimiento adquirido en comunidades académicas. Según esta teoría, los jóvenes investigadores, además de desarrollar competencias técnicas, construyen capital social y científico al integrarse en redes académicas y entornos de investigación, lo que fortalece su perfil y su posicionamiento en la comunidad científica.

Aprendizaje situado: caracterización de muestras en el laboratorio

Las muestras con las cuales se trabajó durante diez meses de entrenamiento y formación del novel docente, eran provenientes de una industria uruguaya (fundición). Las mismas fueron en primer lugar clasificadas y cortadas, de manera de obtener muestras de fácil manipulación en el laboratorio y a efectos de poder ser incluidas empleando la incluidora metalográfica.

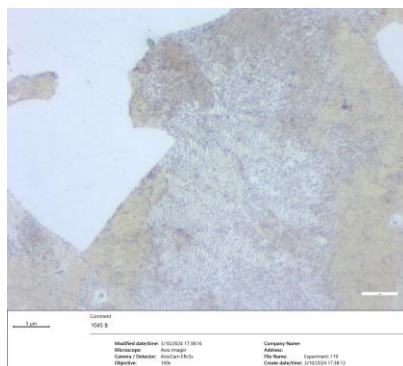
Los objetivos de estos ensayos fueron los siguientes:

- a) Utilizar técnicas de microscopía óptica para examinar y caracterizar las microestructuras presentes en las aleaciones.
- b) Emplear un durómetro para llevar a cabo pruebas de dureza, con el fin de analizar las propiedades mecánicas de las aleaciones seleccionadas.
- c) Investigar cómo diferentes tratamientos térmicos (como temple y recocido) influyen en las microestructuras y propiedades mecánicas de las aleaciones sin tratar.
- d) Identificar y describir la relación entre las microestructuras y las propiedades mecánicas de los materiales, destacando cómo los tratamientos térmicos pueden optimizar estas características para aplicaciones en la industria.

A tales efectos, se realizaron observaciones en microscopio de manera de determinar la estructura y composición de diferentes muestras de acero. En la Figura 1, se puede

observar, por ejemplo, una muestra de acero 1045 sin tratamiento térmico, donde predominan perlita y ferrita, siendo esta última el componente más blando en los aceros al carbono.

Figura 1
Muestra de acero 1045



Fuente: foto tomada con microscopio metalográfico en el laboratorio de Ing. De Materiales (ITR Norte - UTEC)

En relación a la Innovación Educativa, este trabajo realizado en el laboratorio durante las instancias de formación y entrenamiento del novel docente, también contribuyeron a trabajar habilidades necesarias blandas, técnicas y cognitivas, como las que se presentan a continuación:

- **Observación y análisis:** desarrollar habilidades para observar y analizar imágenes microscópicas, identificando las diferentes microestructuras presentes en las aleaciones.
- **Experimentación:** diseñar y llevar a cabo experimentos de manera segura y eficiente, utilizando equipos de laboratorio como el microscopio óptico y el durómetro.
- **Interpretación de datos:** aprender a interpretar los resultados obtenidos en los ensayos, estableciendo relaciones entre las variables y formulando conclusiones.
- **Comunicación científica:** ser capaz de comunicar de manera clara y concisa los resultados de sus investigaciones, tanto de forma oral como escrita.
- **Curiosidad:** estimular la curiosidad por comprender los fenómenos que ocurren a nivel microscópico en los materiales.
- **Pensamiento crítico:** desarrollar la capacidad de analizar la información de manera crítica y evaluar la validez de los resultados obtenidos, así como interpretar hallazgos.
- **Trabajo en equipo:** fomentar el trabajo colaborativo y la resolución de problemas en equipo y conjuntamente con el referente.

Principales hallazgos del trabajo en el laboratorio

Se pudo constatar que los tratamientos térmicos modificaron de forma notable la microestructura de los materiales, lo que repercute directamente en sus propiedades mecánicas. Por ejemplo, el temple genera una microestructura martensítica que se caracteriza por su alta dureza, aunque con una elevada fragilidad, por otra parte, el tratamiento de recocido, hace con que la pieza se vuelva más dúctil y elimina las tensiones internas de la misma.

Además, los tratamientos térmicos pueden incrementar la resistencia a la corrosión y la estabilidad térmica, adaptando los materiales para aplicaciones en condiciones demandantes. La elección del tratamiento térmico, durante este proceso de formación, depende de las necesidades específicas de la aplicación y del tipo de material a tratar.

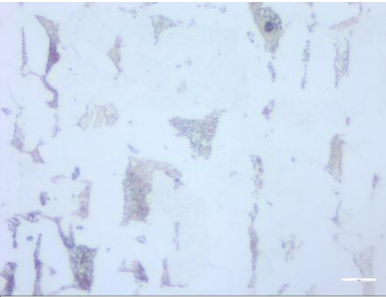
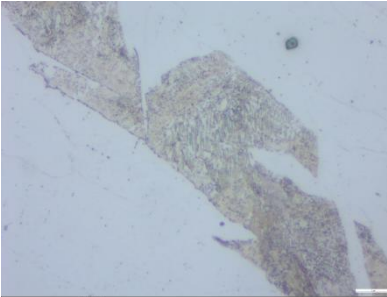
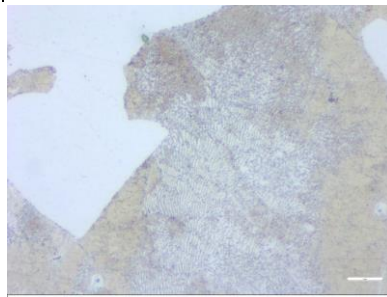
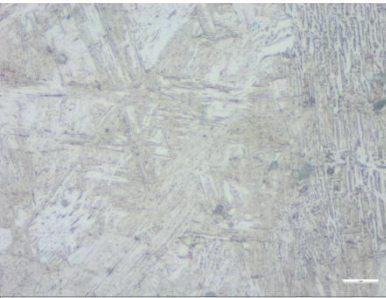
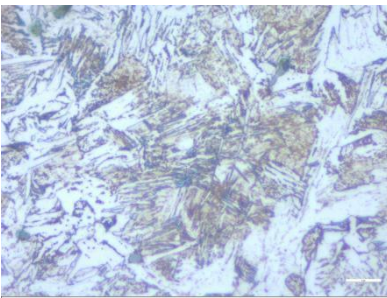
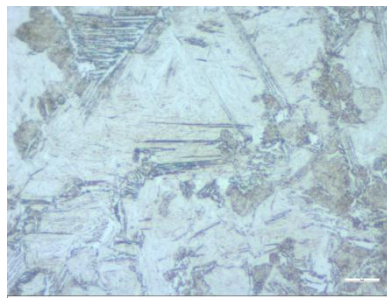
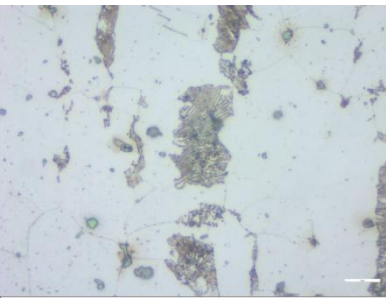
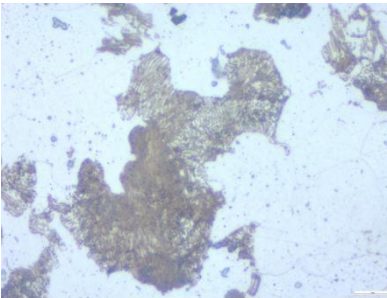
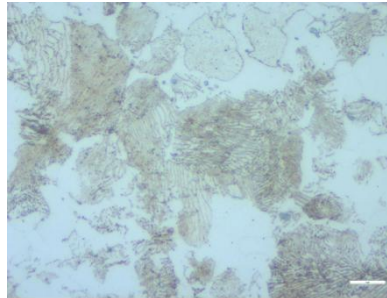
El trabajo en laboratorio comprende ensayos de dureza empleando la escala Vickers, en algunas muestras que están referenciadas como: 1010 T, 1020 T, 1045 T (todas las muestras fueron templadas en agua), otro grupo de 1010 (chapa de acero laminada), 1020 B (bruto de colada), 1045 B (bruto de colada), un grupo de control 1010 T (testigo), 1020 T (testigo), 1045 T (testigo), y finalmente un grupo de las piezas recocidas 1010 R, 1020 R, 1045 R, tales muestras fueron calentadas hasta la temperatura de austenización y luego enfriadas dentro del horno apagado (Chandler, 1994).

Tabla 1 *Dureza media de las muestras analizadas*

| Tratamiento | 1010 | 1020 | 1045 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| Sin tratamiento | 158,02 HV | 182,26 HV | 266,38 HV |
| Templada (testigo) | 225,11 HV | 230,52 HV | 577,25 HV |
| Recocida | 146,46 HV | 144,44 HV | 197,60 HV |

Como puede observarse en la Tabla 1 del cuaderno de bitácora, los materiales brutos han mostrado una dureza acorde al porcentaje de carbono que cuentan, de tal manera que el que posee menor porcentaje de contenido de carbono posee una menor dureza, algo que era esperable. En cuanto a las muestras que fueron templadas, se esperaba que fuera más notoria la diferencia de dureza entre la 1010 y 1020. Finalmente, en las muestras recocidas era esperable que la 1020 fuera más dura que la 1010.

Tabla 2 Microestructura de las muestras analizadas

| Tratamiento | 1010 | 1020 | 1045 |
|--------------------|---|--|---|
| Sin tratamiento |  <small>Comment: 1010 S1 Modified date/time: 1/10/2024 16:30:30 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 101 Create date/time: 1/10/2024 16:30:30</small> |  <small>Comment: 1020 S Modified date/time: 1/10/2024 15:17:12 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 106 Create date/time: 1/10/2024 15:17:12</small> |  <small>Comment: 1045 S Modified date/time: 1/10/2024 17:00:16 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 108 Create date/time: 1/10/2024 17:00:16</small> |
| Templado (Testigo) |  <small>Comment: 1010 T (testigo) Modified date/time: 1/10/2024 16:06:16 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 104 Create date/time: 1/10/2024 16:06:16</small> |  <small>Comment: 1020 T (testigo) Modified date/time: 1/10/2024 16:11:36 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 105 Create date/time: 1/10/2024 16:11:36</small> |  <small>Comment: 1045 T (testigo) - Sin Etilo Modified date/time: 1/10/2024 17:11:30 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 107 Create date/time: 1/10/2024 17:11:30</small> |
| Recocido |  <small>Comment: 1010 R Modified date/time: 1/10/2024 16:28:15 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 103 Create date/time: 1/10/2024 16:28:15</small> |  <small>Comment: 1020 R Modified date/time: 1/10/2024 16:30:17 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 102 Create date/time: 1/10/2024 16:30:17</small> |  <small>Comment: 1045 R Modified date/time: 1/10/2024 17:08:30 Microscope: Axi 1000 Camera / Detector: AxioCam 195C Objective: 10x Company Name: Address: File Name: Experiment 101 Create date/time: 1/10/2024 17:08:30</small> |

A pesar de algunas dificultades que se dieron durante el proceso de aprendizaje, se logra visualizar perlita y ferrita en la Tabla 2, en las muestras que fueron recocidas, algo que se corrobora con el ensayo de dureza de la misma. Por otra parte, es posible visualizar la presencia de agujas martensíticas en las muestras 1020 y 1045 Templadas. La presencia asumida de estas agujas se vio respaldada por el incremento significativo en las propiedades mecánicas de las aleaciones, como la dureza y la resistencia. Por otra parte, en la muestra 1010 Templada no se registró martensita, sin embargo, se nota una microestructura bainítica bien definida, lo que probablemente sea fruto de un enfriamiento no tan rápido como lo es necesario para obtener la martensita.

Además del aprendizaje en técnicas de microscopía, el entrenamiento junto al novel docente, permitió identificar ajustes en el proceso, debido a que las condiciones

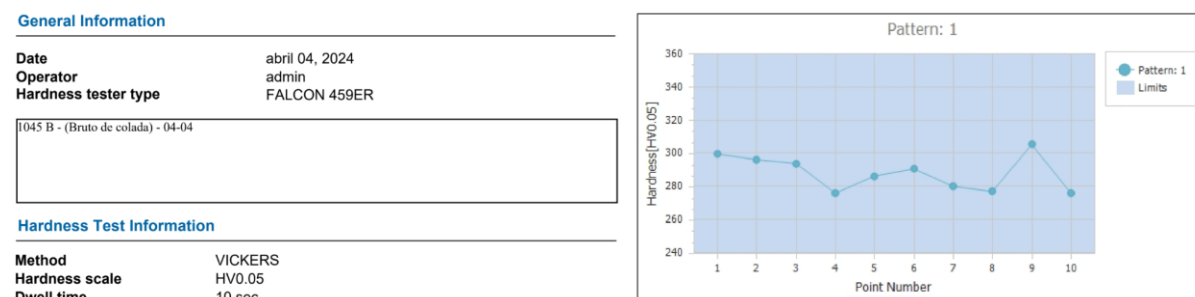
iniciales de revelado químico con nital requerían correcciones y adaptaciones significativas para alcanzar una mejor definición de las fases esperadas en las muestras. Las dificultades surgieron principalmente al diferenciar entre la ferrita y la martensita, dado que ambas presentan picos similares en el análisis, lo que se atribuye a la naturaleza metaestable de la martensita y al posicionamiento aleatorio de los átomos de carbono.

Por esas razones, hubo que repetir el proceso de preparación y de revelado en las muestras, para medir nuevamente la dureza, y analizar las estructuras obtenidas a fin de caracterizar la aleación.

Para abordar esta problemática, fue necesario repetir el proceso de revelado en las muestras, ahora con un grupo de control, permitiendo una reevaluación del proceso, de manera de interpretar los valores de dureza y realizar un análisis detallado de las estructuras obtenidas, con el objetivo de lograr una caracterización más precisa de las aleaciones estudiadas.

Figura 2

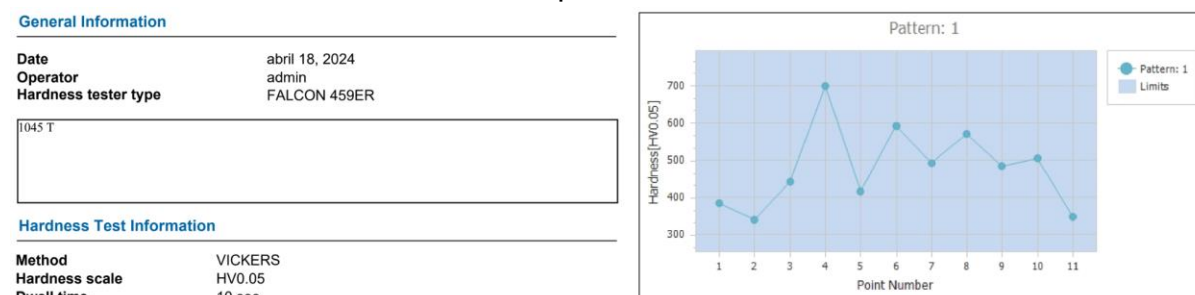
Medidas de dureza en acero 1045 sin tratamiento térmico



Fuente: Datos obtenidos con Durómetro en el laboratorio de Ing. De Materiales (ITR Norte - UTEC)

Figura 3

Medidas de dureza en acero 1045 templada



Fuente: Datos obtenidos con Durómetro en el laboratorio de Ing. De Materiales (ITR Norte - UTEC)

Figura 4

Medidas de dureza en acero 1045 templada (testigo)

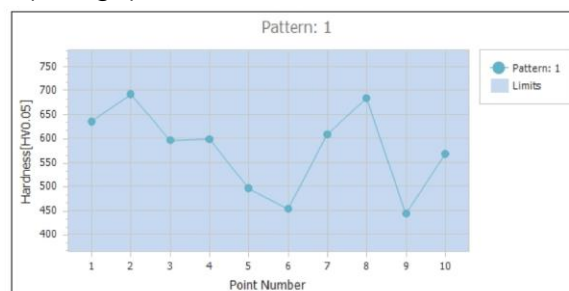
General Information

Date: julho 25, 2024
Operator: admin
Hardness tester type: FALCON 459ER

25-07 - 1045 T (Testigo)

Hardness Test Information

Method: VICKERS
Hardness scale: HV0.05
Dwell time: 10 sec.



Fuente: Datos obtenidos con Durómetro en el laboratorio de Ing. De Materiales (ITR Norte - UTEC)

Figura 5

Medidas de dureza en acero 1045 recocida

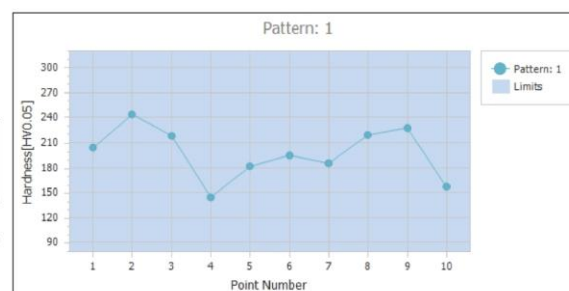
General Information

Date: julho 25, 2024
Operator: admin
Hardness tester type: FALCON 459ER

25-07 - 1045 R

Hardness Test Information

Method: VICKERS
Hardness scale: HV0.05
Dwell time: 10 sec.



Fuente: Datos obtenidos con Durómetro en el laboratorio de Ing. De Materiales (ITR Norte - UTEC)

En las Figuras 2; 3; 4 y 5 se pueden apreciar los resultados de los procedimientos realizados en las muestras. Es visible que la menor dureza media se obtiene en la Figura 5, la cual se trata de los datos de la muestra recocida. En la Figura 3 y 4, se puede comprar el perfil de dureza de las muestras templadas, donde la muestra de la Figura 3 posee una dureza media de 479,60 HV, con una desviación estándar de 110,55 HV, mientras que la muestra de la Figura 4, presenta una dureza media de 577,25 HV y una desviación estándar de 88,66 HV.

Conclusiones

El análisis realizado permitió identificar la presencia de martensita a través de su impacto en las propiedades mecánicas, lo que representó un avance importante. Sin embargo, se evidenció la necesidad de perfeccionar los procedimientos de revelado químico y complementar los análisis con bases de datos de referencia confiables, junto al novel docente. Este proceso de aprendizaje metodológico fue de especial relevancia, debido a la precisión en la caracterización de fases microestructurales en aleaciones sometidas a tratamientos térmicos.

Para el docente en formación, estos ajustes metodológicos reflejan el valor de la iteración y la mejora continua como parte fundamental del desarrollo en la investigación de materiales, donde en reiteradas oportunidades fue necesario revisar el proceso y realizar ajustes a la metodología a través de la repetición de los ensayos.

En este sentido, se destaca a la integración de conocimientos de teoría y práctica, donde es de orden mencionar el modelo TPACKtpack (Technological Pedagogical Content Knowledge) de Mishra y Koehler (2006), el cual describe cómo la enseñanza efectiva se logra a través de la intersección entre conocimientos pedagógicos, tecnológicos y de contenido. Esto tiene lugar, debido a que, en un laboratorio, los docentes noveles deben combinar su conocimiento de materiales, metodologías experimentales y habilidades tecnológicas para analizar los resultados de sus experimentos de manera integral y efectiva.

Asimismo, el aprendizaje transformativo (Mezirow, 2000) ofrece una visión complementaria, en la que el proceso de aprendizaje lleva a los adultos a reinterpretar sus experiencias y transformar sus perspectivas mediante la reflexión crítica. Al participar en investigaciones de laboratorio, los docentes noveles pueden desafiar y reevaluar sus conocimientos previos, enriqueciendo así su comprensión de los materiales y los procesos experimentales en los que trabajan.

Desde la perspectiva del aprendizaje autodirigido (Knowles, 1984; Merriam y Bierema, 2013), es posible hacer énfasis en la importancia de un paradigma dirigido al aprendizaje de adultos. En un entorno de investigación, el aprendizaje autodirigido promueve que los docentes noveles se conviertan en aprendices autónomos, capaces de gestionar su progreso y tomar decisiones informadas sobre sus procesos de investigación.

El estudio sobre la caracterización de materiales permitió establecer una reflexión sobre las implicaciones más amplias de la investigación en el ámbito académico y profesional. Más allá de los resultados específicos obtenidos en cuanto a la caracterización de materiales, este trabajo destaca el papel fundamental de la investigación en la formación docente y en el desarrollo de nuevas soluciones a problemas complejos, dado que el área de Ciencias e Ingeniería de los materiales se encuentra en constante expansión.

Al involucrarse en proyectos de investigación, los docentes en formación no solo adquieren conocimientos específicos sobre un determinado tema, sino que también desarrollan habilidades clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación científica, esenciales para enfrentar los desafíos en un mundo en constante cambio. La investigación llevada a cabo no solo es importante para la formación inicial de los docentes, sino también para su desarrollo profesional continuo.

Al participar en proyectos de investigación a lo largo de su carrera, los docentes pueden mantenerse actualizados sobre los últimos avances en su campo y mejorar su propia práctica. Además, este estudio subraya la importancia de adoptar un enfoque interdisciplinario en la investigación y en la enseñanza, integrando conocimientos de diversas disciplinas, donde es posible desarrollar una comprensión más profunda y holística de los fenómenos naturales y tecnológicos.

Los resultados de esta experiencia también sugieren la necesidad de actualizar los currículos de formación docente y acompañamiento a noveles docentes, de manera de contar con experiencias prácticas de investigación. El hecho de incorporar actividades de laboratorio y proyectos de investigación en los programas de formación, permite que las instituciones educativas puedan preparar a los futuros docentes para que sean capaces de fomentar la curiosidad científica en sus estudiantes promoviendo un aprendizaje activo y basado en la indagación (Mishra, 2006).

Asimismo, la investigación puede contribuir a resolver problemas sociales importantes, como el desarrollo de materiales más resistentes y duraderos para aplicaciones en construcción, transporte y energía. De esta manera, los hallazgos pueden tener un impacto significativo en la industria en particular, y en la sociedad en general, para la mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos.

Limitaciones

Si bien el trabajo realiza énfasis en la importancia de adquirir conocimientos, habilidades y competencias, por razones de tiempo, no se profundizó en el desarrollo de competencias más abstractas como la formulación de hipótesis.

Otro aspecto a considerar es la diversidad de los participantes, dado que se explicita un estudio de caso, si bien podría ampliarse a futuro con una muestra más heterogénea de docentes noveles, considerando variables como su formación previa, experiencia docente y contexto institucional.

Líneas futuras de investigación

Una de las líneas de investigación que a futuro podría desarrollarse, en el diseño de un marco conceptual sólido que guíe la formación de docentes noveles investigadores. Este marco permitiría identificar y definir las competencias investigativas específicas que los docentes noveles deben desarrollar, desde la formulación de preguntas de investigación hasta la comunicación efectiva de los resultados. Además, se requeriría la construcción de un modelo de formación integral que integre y articule el desarrollo de competencias disciplinares, pedagógicas e investigativas.

Asimismo, la evaluación del impacto de la experiencia de investigación en el desarrollo profesional de los docentes podría profundizarse mediante el uso de instrumentos más específicos y un seguimiento a largo plazo, lo cual permitiría evaluar el impacto en su formación, así como extrapolar los resultados y el análisis a otras comunidades y contextos educativos.

Referencias

- Akin, L., & Knight, M. (2020). Developing scientific inquiry skills in early-career researchers: A framework for lab-based training. *Journal of Science Education and Research*, 45(2), 123-138.
- Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497-511.
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education*, 241-258. Greenwood Press.
- Chandler, H. (1994). *Heat Treater's Guide: Practices and Procedures for Irons and Steels*. United Kingdom: ASM International, 1994.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, 95-120.
- Gibbs, G. (1988). *Learning by doing: A guide to teaching and learning methods*. Further Education Unit.
- Jones, K., & Smith, L. (2021). Mentoring novice teachers in scientific research practices: Building a bridge between lab and classroom. *Education in Science*, 55(1), 49-63.
- Jones, R., Watson, B., Gardner, J., & Gallant, M. (2018). Early career researchers: Navigating the laboratory and beyond. *Research Education Journal*, 34(3), 87-105.
- Knowles, M. S. (1984). *Andragogy in action: Applying modern principles of adult learning*. Jossey-Bass.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Merriam, S. B., & Bierema, L. L. (2013). *Adult learning: Linking theory and practice*. Jossey-Bass.
- Mezirow, J. (2000). *Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress*. Jossey Bass.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Smith, T. J., & Morton, R. (2021). Laboratory-based learning for young investigators in materials science. *Journal of Materials Education*, 42(4), 237-251.
- Struthers, B., & Barone, S. (2019). Self-regulation and research skills in early-stage researchers: An integrative approach to mentorship. *International Journal of Research Mentorship*, 18(1), 5-17.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Wenger-Trayner, E., Fenton-O'Creevy, M., Hutchinson, S., Kubiak, C., y Wenger-Trayner, B. (Eds.). (2015). *Learning in landscapes of practice: Boundaries, identity, and knowledgeability in practice-based learning*. Routledge.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*. (pp. 13-39). Academic Press.