

La Travesía APA: Investigación y Normas para Ingeniería Industrial

Gamificación Narrativa con Historia de Investigación | Ingeniería | Ingeniería industrial

Contexto Narrativo

El plan gamificado está diseñado para estudiantes de entre 15 y 16 años, con estrategias pedagógicas que atienden a la diversidad, promueven la autogestión y fortalecen la responsabilidad compartida. Se prioriza un clima de clase que favorece la curiosidad, la experimentación y el diálogo científico, evitando enfoques puramente memorísticos y privilegiando planteamientos que conecten teoría y práctica. A medida que los equipos progresan en la historia, se ven desafiados a razonar críticamente, a justificar sus decisiones con evidencia y a comunicar de forma efectiva sus hallazgos, predicciones y diseños. Este enfoque busca, además, desarrollar habilidades de pensamiento crítico, autonomía, colaboración y creatividad en la resolución de problemas científicos complejos, preparando a los estudiantes para enfrentar retos de la ciencia y la tecnología en la vida diaria y en contextos profesionales."

La narrativa y el diseño del plan se articulan para favorecer la comprensión de conceptos complejos de química, pero también para cultivar una cultura de aprendizaje activo, colaborativo y ético. La estructura gamificada busca que cada estudiante experimente, error y aprendizaje de manera segura, con una retroalimentación continua y una progresión que se siente natural y motivante. Al final del proceso, la comunidad educativa contará con un portafolio de evidencias: diarios de equipo, maquetas moleculares y simulaciones, reportes técnicos, presentaciones orales y materiales visuales que expliquen estructuras y propiedades de los compuestos y su relevancia en la vida diaria y en la tecnología. Esta experiencia de aprendizaje está pensada para que los estudiantes se sientan protagonistas de su aprendizaje, descubran la belleza de la ciencia detrás de los enlaces químicos y se lleven herramientas de razonamiento y comunicación que trasciendan la clase.

Mecánicas de Juego

- Creatividad: Narrativa de la misión, formatos de presentación y uso de recursos visuales para plantear y comunicar ideas teóricas innovadoras dentro del dossier.
- Pensamiento Crítico: Evaluación de la calidad de las fuentes, análisis de sesgos, contraste de hallazgos y síntesis de conceptos para fundamentar el marco teórico.
- Innovación y Emprendimiento: Propuesta de enfoques teóricos alternativos y ideas de mejora inspiradas en la literatura, con posibles aplicaciones prácticas en la industria.
- Resolución de Problemas: Identificación de vacíos en la literatura, uso de evidencia para proponer respuestas fundamentadas y iteración de estrategias de búsqueda.
- Colaboración: Trabajo en equipo para distribuir roles (buscadores, evaluadores, redactoría, presentadores), coordinación de tareas y resolución de conflictos.

- **Comunicación:** Presentación oral y escrita de resultados, uso apropiado de citas, claridad en la redacción y habilidades de defensa de la postura teórica ante retroalimentación.
- **Adaptabilidad:** Ajuste a cambios en las necesidades del proyecto, incorporación de nuevas fuentes y revisión de enfoques cuando sea necesario.
- **Curiosidad:** Exploración amplia de bases de datos y fuentes diversas, interés por ampliar horizontes teóricos y por descubrir contextos nacionales e internacionales.
- **Autonomía:** Gestión independiente de la búsqueda, evaluación y redacción, con mínima supervisión y responsabilidad sobre entregas y calidad.

Actividades Gamificadas

Sesión 1: Fundamentos de Enlaces — Descubriendo Puentes Moleculares

Objetivo de aprendizaje: comprender y distinguir las características de los enlaces iónicos y covalentes (moleculares), identificando elementos que favorecen cada tipo de enlace y su influencia en la estructura y propiedades de los compuestos.

Historia y contexto dentro de la narrativa: el equipo recibe una misión de recolección de datos en un entorno urbano simulado; deben clasificar sustancias según su tipo de enlace para diseñar un prototipo de solución conductora y estable que pueda usarse como sensor ambiental. Dra. Lúmina les proporciona tarjetas de enlace, modelos moleculares y una matriz de energías que deben completar con evidencia experimental simulada.

- **Actividad 1:** Presentación del rompecabezas de enlaces. Se entrega un conjunto de sustancias con descripciones breves y fórmulas. El equipo debe proponer, justificar y registrar en su diario de equipo si cada sustancia se espera que forme enlaces iónicos o covalentes, o si presenta características mixtas. Se espera que se argumente con conceptos de electronegatividad y estructura electrónica de los elementos.
- **Actividad 2:** Modelado de estructuras. Usando kits de modelado o software de simulación, el grupo construye representaciones de moléculas simples (NaCl , H_2O , CO_2 , CH_4) y analiza diferencias entre estructuras iónicas y covalentes, discutiendo la distribución de cargas y la estabilidad de las estructuras.
- **Actividad 3:** Debate guiado. El equipo discute cómo la naturaleza del enlace influye en propiedades como punto de ebullición y solubilidad en agua. Se preparan argumentos que anticipen posibles resultados de pruebas simuladas y se registran en el diario argumentaciones y predicciones.
- **Evaluación formativa:** registro de evidencia en el diario de equipo, participación en el debate y claridad de las predicciones. Premio de reconocimiento de “Punto de Inicio” para el equipo con mejor justificación basada en evidencia.

Recursos y herramientas: tarjetas de misión, cartas de enlace, maquetas, software de simulación molecular (opcional, para aulas con recursos tecnológicos), guías de discusión, rúbricas de evaluación formativa y un tablero de progreso de la misión para cada equipo.

Entregables: diario de equipo con las justificaciones y predicciones, prototipos o modelos 3D de una molécula o compuesto sencillo, informe corto de la actividad 1 y una breve reflexión sobre el aprendizaje.

Retribuciones y retroalimentación: cada equipo recibe retroalimentación de los mentores al final de la sesión y puntos de experiencia por la calidad de las evidencias y la claridad de sus argumentos. Se enfatiza la conexión entre la teoría (electronegatividad, energía de enlace) y la observación simulada de comportamientos en las estructuras.

Sesión 2: Polaridad y electronegatividad — ¿Quién atrae al otro?

Objetivo de aprendizaje: aplicar conceptos de electronegatividad y energía de enlace para predecir la polaridad de moléculas y la solubilidad en distintos disolventes.

Narrativa: la Dra. Lúmina propone un desafío de separación de fuentes de contaminación: diseñar moléculas o arreglos de enlaces que permitan la disolución selectiva en solventes diferentes para un sensor ambiental. El grupo debe predecir la polaridad de moléculas planificadas y justificar sus selecciones con datos de electronegatividad relativa.

- Actividad 1: Construcción de parejas de moléculas y análisis de polaridad. Se analizan moléculas como HCl, NH₃, CH₃OH y CO₂, discutiendo si son polares o apolares y por qué. Se utilizan diagramas de Lewis y vectorización de cargas para interpretar la geometría molecular.
- Actividad 2: Experimentos simulados de solubilidad. Se crean escenarios donde ciertas moléculas son más solubles en disolventes polares o no polares. Los equipos deben justificar con base en la polaridad y la interacción dipolo-dipolo y/o puentes de hidrógeno.
- Actividad 3: Construcción de un breve informe que conecte polaridad con aplicaciones tecnológicas (bombas de sensores, electrolitos, disoluciones químicas utilizadas en dispositivos) para justificar posibles usos en la vida real.

Desempeño esperado y rúbrica: claridad en las explicaciones, consistencia entre predicciones y evidencias simuladas, y un diseño de experimento corto que pueda replicarse en condiciones de aula. Se otorgan XP por la calidad de la argumentación y la precisión conceptual.

Rol de los recursos: diarios de equipo, fichas de polaridad, simuladores, plantillas de informe, tablero de progreso y rúbricas de evaluación.

Sesión 3: Propiedades físicas y organización estructural

Objetivo de aprendizaje: analizar propiedades físicas (punto de ebullición/fusión, solubilidad, conductividad eléctrica) a partir del tipo de enlace y de la organización estructural de los compuestos iónicos y moleculares.

Narrativa: ante un conjunto de muestras simuladas, los equipos deben predecir qué materiales serían óptimos para sensores y componentes de baterías, en función de su estructura y tipo de enlace. El equipo diseña una pequeña matriz de decisiones para evaluar qué propiedades son deseables para su aplicación en sensores ambientales y tecnologías de energía.

- Actividad 1: Análisis de datos simulados de puntos de ebullición y fusión para compuestos iónicos y covalentes. Identificación de tendencias y explicación basada en enlaces y organización estructural (redes cristalinas, moléculas discretas).
- Actividad 2: Taller de conductividad eléctrica. Se discuten condiciones para que una sustancia conduzca electricidad y se resume la relación entre la movilidad de iones y la estructura cristalina. Se discute por qué algunos compuestos covalentes no conducen electricidad en estado sólido pero pueden hacerlo en disolución.

- Actividad 3: Solubilidad y disolventes. Se exploran criterios de solubilidad y se realizan predicciones basadas en la regla de “similitud de disolvente” y en la polaridad de las moléculas, con ejemplos prácticos.

Producto: un informe que conecte propiedades observadas con el tipo de enlace y la organización estructural, acompañado de un pequeño modelo o simulación que demuestre la relación entre estructura y propiedades.

Sesión 4: Estructuras de cristales y moléculas — Arquitectura de la materia

Objetivo de aprendizaje: comprender las estructuras de cristales iónicos y moleculares y su influencia en las propiedades macroscópicas.

Narrativa: el equipo participa en una exposición de “Arquitectura molecular” para presentar estructuras eficientes para un nuevo material de construcción sensorial. Cada equipo diseña un conjunto de estructuras sobre las cuales deben justificar la estabilidad, la robustez y la funcionalidad prevista en el proyecto final.

- Actividad 1: Construcción de redes cristalinas simples (NaCl, ZnO, CaCO₃, etc.) y discusión de la coordinación, la densidad y la estabilidad de la red. Comparación con moléculas covalentes discretas.
- Actividad 2: Modelado de moléculas complejas y análisis de geometría. Estudio de geometría molecular y su impacto en la polaridad y la reactividad.
- Actividad 3: Presentación de hallazgos y revisión entre pares para fortalecer argumentos basados en evidencia.

Entregables: esquemas de estructuras, notas de proyección y una breve reflexión sobre cómo la estructura influye en las propiedades a nivel macroscópico.

Sesión 5: Relevancia de los enlaces en la vida diaria y la tecnología

Objetivo de aprendizaje: comprender la relevancia de los enlaces iónicos y covalentes en productos de uso cotidiano y en tecnologías actuales (electrónica, baterías, sensores, materiales biomiméticos).

Narrativa: los equipos investigan ejemplos reales (baterías, sensores ambientales, plásticos, cerámicas) y relacionan las características de enlace con las propiedades requeridas para esas tecnologías. Se busca que el equipo make un cuadro comparativo que resuma las ventajas y limitaciones de cada tipo de enlace en contextos reales.

- Actividad 1: Estudio de casos. Análisis de baterías de ion de litio, polímeros conductores y sensores químicos para identificar qué tipo de enlace está predominante y por qué.
- Actividad 2: Simulación de escenarios tecnológicos. Los equipos predicen cómo cambiaría el comportamiento de un material si se cambia el tipo de enlace y la organización estructural.
- Actividad 3: Diseño breve de una propuesta de material para una aplicación tecnológica específica, con justificación basada en enlaces y estructura.

Resultado: una matriz de criterios para evaluar la idoneidad de materiales en aplicaciones modernas y una explicación de la correspondencia entre estructura, enlace y función.

Sesión 6: Proyecto final — Diseño y justificación de un material o compuesto

Objetivo de aprendizaje: desarrollar habilidades de pensamiento crítico al justificar decisiones experimentales, interpretar datos y predecir comportamientos de materiales, integrando conceptos de enlaces y estructura en un diseño propositivo.

Narrativa: cada equipo propone un material o compuesto, elige el tipo de enlace predominante, predice propiedades y diseña pruebas simuladas para validar su comportamiento. Deben comunicar una interpretación coherente, una predicción razonada y una evaluación de riesgos y beneficios de su diseño.

- Actividad 1: Definición del objeto de diseño. El equipo elige un objetivo práctico, determina el tipo de enlace principal y describe la estructura prevista en un formato de “hoja de diseño”.
- Actividad 2: Modelado y pruebas simuladas. Se crean modelos de moléculas y estructuras, se ejecutan simulaciones de propiedades (solubilidad, conductividad, estabilidad) y se registran los resultados en el diario de equipo.
- Actividad 3: Preparación de la presentación final. Se organiza una presentación oral y un informe técnico breve que incluyan fundamentos teóricos, predicciones y pruebas simuladas, y se destacan las posibles aplicaciones prácticas y consideraciones éticas y de seguridad.

Entregables: diseño de material/prototipo, predicciones y pruebas simuladas, presentación oral y informe escrito, plan de gestión de proyecto y registro de reflexiones del equipo.

Sesión 7: Validación, pruebas y refinamiento

Objetivo de aprendizaje: aplicar el razonamiento y el método científico para validar predicciones, revisar datos y refinar diseños en base a la evidencia.

Narrativa: los equipos enfrentan un conjunto de “condiciones de prueba” que deben simular para evaluar la robustez y la viabilidad de su diseño. Deben justificar cambios propuestos y explicar por qué ciertas decisiones conducen a mejoras o a riesgos nuevos.

- Actividad 1: Pruebas simuladas adicionales y análisis de datos. Los equipos comparan los resultados con las predicciones y ajustan su diseño si es necesario.
- Actividad 2: Revisión de la seguridad y ética de uso de materiales propuestos. Evaluación de impactos ambientales y de seguridad.
- Actividad 3: Preparación de una versión actualizada del informe técnico y una versión corta para exposición ante un panel de mentores.

Producto: versión refinada del diseño, con evidencia actualizada y argumentos más sólidos, lista para la presentación final ante la comunidad educativa.

Sesión 8: Cierre, presentaciones y reflexión final

Objetivo de aprendizaje: comunicar de forma clara y persuasiva las ideas, evidencias y predicciones, y reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y el trabajo en equipo.

Narrativa: el proyecto culmina en un “evento de investigación” donde cada equipo presenta su material o compuesto, defendiendo su diseño ante un panel de docentes y mentores. Se exponen resultados, predicciones y pruebas simuladas, se discuten limitaciones y posibles mejoras, y se celebra el aprendizaje y las contribuciones del equipo.

- Actividad 1: Presentación formal ante el panel educativo. Se utilizan medios visuales y una versión escrita de explicaciones que conecten teoría, evidencia y diseño.

- Actividad 2: Reflexión y retroalimentación. Cada miembro del equipo realiza una reflexión personal y una reflexión de equipo, destacando fortalezas, áreas de mejora y aprendizajes clave.
- Actividad 3: Evaluación final y reconocimiento. Se aplica la rúbrica final y se otorgan insignias por logros alcanzados en conceptos, evidencia, comunicación y trabajo en equipo.

Producto final: proyecto completo con diseño, predicciones, pruebas simuladas y presentaciones respaldadas por evidencias; un portafolio digital que recopila todo lo aprendido y las evidencias de la experiencia gamificada.

Resumen de las mecánicas de gamificación empleadas en las 8 semanas: progreso mediante puntos de experiencia (XP), insignias por logros, misiones de equipo, retos de colaboración y tablero de progreso visible para cada grupo. Las misiones se desbloquean al completar las tareas de la semana anterior; las pruebas simuladas y la documentación constituyen evidencia clave para el avance. Se fomenta la retroalimentación entre pares y la autoevaluación a través de rúbricas claras, con criterios de evaluación alineados a las metas de aprendizaje. Cada equipo mantiene un diario de equipo para registrar decisiones, hallazgos, predicciones y reflexiones, conectando teoría con práctica y promoviendo la comunicación científica.

Notas sobre implementación y recursos: el plan puede adaptarse a diferentes contextos y recursos. Si el aula cuenta con software de modelado, se pueden incorporar simulaciones avanzadas; si no, se pueden usar modelos físicos y tarjetas de construcción de moléculas. Se recomienda un entorno seguro para el manejo de materiales y simulaciones, con pautas claras para la colaboración y la resolución de conflictos. El profesor actúa como facilitador y mentor, guiando a los estudiantes en el uso de evidencias, la formulación de preguntas y la toma de decisiones fundamentadas, y promoviendo una cultura de curiosidad y rigor científico.

En suma, el diseño gamificado propuesto propone un arco de aprendizaje centrado en la exploración y construcción de conocimiento sobre enlaces químicos (iónicos y moleculares). La narrativa de laboratorio de investigación facilita la conexión entre teoría y práctica y favorece el desarrollo de las habilidades científicas necesarias para comprender y aplicar conceptos de electronegatividad, energía de enlace, polaridad y estructura, dentro de un entorno colaborativo y creativo que prepara a los estudiantes para vivir la ciencia como una actividad significativa y relevante para la vida diaria y la tecnología.

Evaluación Gamificada

Estrategias de evaluación y cierre: qué se evalúa, cómo se reflexiona y cómo se cierra el proceso

La evaluación está estructurada para abarcar tres dimensiones: formativa, sumativa y de autoevaluación. Cada dimensión está conectada con los entregables y las actividades de cada misión, asegurando una retroalimentación continua que favorezca la mejora. A continuación se detallan los componentes clave:

- Evaluación de la pregunta de investigación: claridad, especificidad, relevancia para la ingeniería industrial y capacidad de guiar la búsqueda de fuentes. Criterios: formulación operativa, conexión con el problema y posibilidad de desarrollo teórico sólido.
- Evaluación de fuentes y rigor crítico: diversidad y calidad de las fuentes; trayectoria entre fuentes nacionales e internacionales; evaluación de credibilidad y actualidad; capacidad de establecer relaciones entre ideas con apoyo

de evidencia. Criterios: pertinencia, actualidad, diversidad y profundidad analítica.

- **Aprecación de normas APA 7.^a edición:** exactitud de citas en el texto, consistencia de referencias, precisión de formato y ausencia de plagio. Criterios: consistencia metodológica y cumplimiento de normas de citación.
- **Coherencia y calidad del marco teórico:** estructura lógica, conexión entre antecedentes, estado del arte y marco teórico, y capacidad de justificar ideas con evidencias. Criterios: claridad conceptual, razonamiento argumentativo y suficiencia de apoyo bibliográfico.
- **Defensa de argumentos en la presentación:** capacidad de explicar la lógica teórica, responder preguntas del comité y justificar decisiones metodológicas. Criterios: claridad, pertinencia de respuestas, y uso adecuado de evidencias.
- **Trabajo en equipo y comunicación:** distribución de roles, colaboración efectiva, y calidad de la comunicación de hallazgos a través del repositorio y las presentaciones. Criterios: coordinación, equidad de participación, y claridad de las aportaciones de cada miembro.

Instancias de evaluación y demostración de logro. Las evaluaciones se realizan en tres instancias: formativa (durante las misiones, con retroalimentación continua del profesor y de los pares), sumativa (al final de cada misión, basada en la rúbrica de evaluación) y cierre (evaluación global del dossier teórico y de la presentación final). Las instancias formativas permiten identificar retrasos en la adquisición de habilidades, ajustar apoyos y reforzar la autonomía de los estudiantes. El cierre consolida el aprendizaje y facilita la autoevaluación de cada estudiante respecto a las metas de la asignatura.

Rúbrica de evaluación. La rúbrica está organizada en criterios y descriptores para cada nivel de desempeño (0-5). Se especifica la escala de puntos y los indicadores observables, de modo que cada estudiante conozca con claridad qué se espera en cada entregable. Aspectos clave de la rúbrica: precisión de la pregunta, calidad y diversidad de fuentes, rigor crítico, exactitud de las citas APA, coherencia teórica, capacidad de defensa de argumentos, y calidad de la presentación oral. Se incluyen ejemplos de niveles de desempeño para cada criterio, con descriptores que permiten distinguir entre errores de citación menores, sesgos conceptuales y deficiencias estructurales en el marco teórico.

Reflexión y cierre del proceso. Al final del ciclo, se propone una sesión de reflexión guiada en la que cada equipo identifica fortalezas y áreas de mejora, así como aprendizajes clave sobre el proceso de investigación y la construcción del marco teórico. Se fomentan preguntas como: ¿Qué fuentes resultaron más influyentes y por qué? ¿Qué sesgos emergieron en la selección de fuentes y cómo se mitigaron? ¿Cómo podría haber cambiado la pregunta de investigación ante hallazgos divergentes? ¿Qué estrategias de citación podrían mejorarse para futuras entregas? Esta reflexión se documenta en un informe breve de autoevaluación y se comparte en el repositorio de IndusNova para promover la cultura de aprendizaje entre pares.

Desenlace y continuidad. El desenlace de la historia de IndusNova no es un fin aislado sino un puente hacia nuevas investigaciones. Una vez concluido el dossier teórico y la presentación, los resultados se comparten con los demás equipos y, si corresponde, con docentes o tutores de otras secciones para favorecer la transferencia de aprendizajes. Los equipos pueden recibir sugerencias para próximos proyectos de investigación, ampliación del marco teórico o exploración de nuevas preguntas de revisión. Este cierre busca consolidar la autonomía, la responsabilidad y la capacidad de comunicación de los estudiantes, al tiempo que consolida la identidad como profesionales de la ingeniería industrial.

Recomendaciones Logísticas

- Tiempo y distribución: 4 sesiones de 60 minutos cada una, distribuidas a lo largo de una semana. Si es necesario, algunas sesiones pueden repetirse o acortarse para adaptarse a la carga académica de los estudiantes.
- Espacio: Sala de informática o laboratorio con acceso a Internet y pantallas para proyecciones. Espacios para trabajo en equipo con rotulación de mesas para fomentar la colaboración y la comunicación.
- TIC y herramientas de IA:
 - Buscadores y bases de datos: IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar; catálogos de bibliotecas institucionales.
 - Gestores bibliográficos: Zotero o Mendeley para organizar referencias y generar citas en APA automáticamente, con revisión humana obligatorio.
 - Procesadores de texto y colaboración: Google Docs, Microsoft Word en línea, o similar, con control de versiones y comentarios para revisión entre pares.
 - IA como apoyo: herramientas de resúmenes y esquematización para primeros borradores; uso responsable y verificación de resultados generados por IA; todo uso de IA debe estar citado si corresponde y respetar la ética de la investigación.
 - Presentación: herramientas de presentación visual (PowerPoint, Canva) y recursos audiovisuales para enriquecer la narración de la historia sin comprometer la claridad de la cita.
- Normas y ética: reforzar el estándar ético de la investigación, citando correctamente para evitar plagio y respetar derechos de autor. Explicitación de la política institucional sobre uso de IA y verificación de fuentes.
- Rúbrica y retroalimentación: establecer criterios claros de evaluación desde el inicio; proporcionar retroalimentación formativa continua y una retroalimentación sumativa al final.
- Accesibilidad y equidad: garantizar acceso a recursos bibliográficos y herramientas para todos los estudiantes; ofrecer apoyos adicionales en búsqueda de información y en redacción para quienes lo requieran.
- Seguridad y convivencia: fomentar un ambiente de aprendizaje seguro, respetuoso y colaborativo. Fomentar la participación equitativa de todos los integrantes del equipo y el uso responsable de herramientas digitales.