

ARTÍCULO ORIGINAL

**Metodología para la formación de competencias
profesionales con el enfoque Una Salud**

Methodology for the training of professional competencies with
the One Health approach

Ovidio Antonio Sánchez Fernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-3336-2353>

Zaily Fuentes Díaz^{2*} <https://orcid.org/0000-0001-6334-9400>

Orlando Bismark Rodríguez Salazar³ <https://orcid.org/0000-0002-2323-5131>

Maurice José González Basulto⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4752-658X>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Departamento de Enfermedades Transmisibles. Camagüey. Cuba.

² Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Hospital Provincial Docente de Oncología María Curie. Servicio de Anestesiología y Reanimación. Camagüey. Cuba.

³ Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Servicio de Cirugía Plástica y Caumatología. Camagüey. Cuba.

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Facultad de Tecnologías de la Salud. Camagüey. Cuba.

*Autor para correspondencia. Correo electrónico: fzaily487@gmail.com

RESUMEN

Fundamento: el enfoque Una Salud emerge como un paradigma integrador esencial, al reconocer las interconexiones entre la salud humana, la sanidad animal y la integridad de los ecosistemas.

Objetivo: diseñar una metodología para la formación de competencias profesionales con el enfoque Una Salud, dirigida a actores clave de la salud, el ambiente y la gestión del agua en zonas vulnerables.

Métodos: se realizó una investigación con enfoque cuantitativo en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba, entre enero y octubre de 2025. Se emplearon métodos teóricos (análisis-síntesis, inductivo-deductivo e histórico-lógico), empíricos: encuesta y la técnica de grupos focales así como el método Delphi, y matemático-estadísticos para el procesamiento y análisis de los datos.

Resultados: la metodología diseñada se estructuró en cuatro fases: sensibilización, formación teórico-práctica, aplicación guiada y evaluación. Incluye módulos teóricos, talleres prácticos, simulaciones y ejercicios de modelación. La validación por expertos mostró un índice de concordancia por ítems en la segunda ronda de 100,0 % para pertinencia y claridad, coherencia interna 90,0 % y 86,7 % para factibilidad. El índice de concordancia global fue del 94,0 %.

Conclusiones: se diseñó y validó una metodología para la formación de competencias profesionales con el enfoque Una Salud. La valoración por expertos mediante el método Delphi confirmó su alta pertinencia, coherencia interna, factibilidad y claridad.

DeSC: educación en salud ambiental, impactos de la polución en salud; vulnerabilidad en salud; educación basada en competencias; competencia profesional; educación médica

ABSTRACT

Background: the One Health approach emerges as an essential integrative paradigm, recognizing the interconnections between human health, animal health, and ecosystem integrity.

Objective: to design a methodology for the training of professional competencies with the One Health approach, aimed at key actors in health, the environment, and water management in vulnerable areas.

Methods: a mixed-methods study (quantitative-qualitative) was conducted at the University of Medical Sciences of Camagüey, Cuba, between January and October 2025. Theoretical methods (analysis-synthesis, inductive-deductive, and historical-logical), empirical methods (survey and focus group technique, as well as the Delphi method), and mathematical-statistical methods were used for data processing and analysis.

Results: the designed methodology was structured into four phases: awareness-raising, theoretical-practical training, guided application, and evaluation. It includes theoretical modules, practical workshops, simulations, and modeling exercises. Expert validation showed an item concordance index in the second round of 100.0 % for relevance and clarity, 90.0 % for internal consistency, and 86.7 % for feasibility. The overall concordance index was 94.0 %.

Conclusions: a methodology for the training of professional competencies with the One Health approach was designed and validated. Expert assessment using the Delphi method confirmed its high relevance, internal consistency, feasibility, and clarity.

MeSH: environmental health education; impact of pollution on health; health vulnerability; competency-based education; professional competence; education, medical

Recibido: 16/04/2025

Aprobado: 31/08/2026

INTRODUCCIÓN

La creciente presión sobre los recursos hídricos a nivel global se agrava por los efectos del cambio climático y la demanda antropogénica, y posiciona la seguridad del agua como un desafío para el desarrollo sostenible.^(1,2) Esta problemática adquiere especial relevancia en regiones vulnerables como el Caribe insular, donde la dependencia de acuíferos costeros y la limitada disponibilidad de datos complican la gestión preventiva del recurso.^(3,4)

En este contexto, el enfoque Una Salud emerge como un paradigma integrador esencial, al reconocer las interconexiones entre la salud humana, la sanidad animal y la integridad de los ecosistemas.^(5,6) No obstante, persiste una brecha entre el desarrollo de herramientas predictivas y su aplicación operativa en territorios con recursos limitados.

La subcuenca Najasa-Guanaja en la provincia de Camagüey, Cuba representa un escenario crítico para el estudio de esta brecha. Su alta vulnerabilidad hidrogeológica, con acuíferos cársicos sometidos a salinización activa, ejemplifica la interconexión entre las dimensiones ambiental, sanitaria y productiva.^(5,6) Estudios previos en esta zona documentaron un perfil bimodal único de contaminación: mineralización química creciente junto a contaminación microbiológica sistémica, lo que materializa de forma tangible el nexo Una Salud.⁽⁷⁾

El desarrollo del índice de sostenibilidad del agua (ISA) y su modelo predictivo bajo el enfoque Una Salud es una respuesta científica pertinente para anticipar escenarios de crisis. Sin embargo, la mera existencia de estas herramientas no garantiza su impacto. Su efectividad depende, en última instancia, de la capacidad de los profesionales locales para la comprensión, manejo e interpretación de sus resultados. En la actualidad, existe un vacío en la formación de competencias específicas para el manejo del ISA y su modelo predictivo en contextos de vulnerabilidad hídrica, lo que limita su adopción y utilidad práctica.

Por ello, esta investigación tiene como objetivo: diseñar una metodología para la formación de competencias profesionales con el enfoque Una Salud, dirigida a actores clave de la salud, el ambiente y la gestión del agua en zonas vulnerables.

MÉTODOS

Se realizó una investigación con diseño metodológico mixto, de predominio cualitativo, enmarcada en el enfoque de investigación-acción participativa. El estudio se desarrolló en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba, entre enero-octubre 2025.

El universo estuvo conformado por 96 profesionales de los sectores de salud pública, epidemiología, recursos hidráulicos y agricultura de la provincia de Camagüey. Para la

selección de la muestra se aplicó un muestreo aleatorio estratificado, considerando cada sector profesional como un estrato.

El tamaño muestral se determinó mediante el cálculo para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95 % y un error máximo admisible del 5 %, lo que resultó en una muestra de 45 participantes para la aplicación de la encuesta. Para los grupos focales, se seleccionaron 28 profesionales de forma aleatoria simple a partir del universo, distribuidos en dos grupos de 14 participantes cada uno, garantizando la representatividad proporcional de cada sector.

Como criterios de inclusión se establecieron: profesional activo en alguna de las áreas mencionadas, tener al menos tres años de experiencia laboral en el territorio y manifestar interés en participar voluntariamente en el estudio. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado, de acuerdo con lo establecido en la Declaración de Helsinki para investigaciones con seres humanos.

Métodos teóricos:

- Análisis-síntesis: se empleó para procesar la información documental y los resultados del diagnóstico; permitió la identificación de las necesidades formativas y la estructuración de la metodología.
- Inducción-deducción: facilitó el razonamiento desde lo particular a lo general durante el análisis de datos cualitativos y la validación de la metodología.
- Enfoque sistémico: se utilizó para concebir la metodología de formación como un sistema articulado de fases, componentes y evaluaciones.

Métodos empíricos:

- Encuesta diagnóstica: aplicada a 45 participantes mediante un cuestionario semiestructurado validado (α de Cronbach = 0,87), con el fin de caracterizar cuantitativamente las necesidades formativas.

Santa Clara ene-dic.

- Grupo focal: participaron 28 profesionales con el objetivo de profundizar en las brechas de conocimiento, habilidades y actitudes relacionadas con el manejo de herramientas predictivas para la sostenibilidad hídrica. Se aplicó el método Delphi para la validación por criterio de expertos de la metodología diseñada, en dos rondas de evaluación.

Métodos matemático-estadísticos:

Los datos cuantitativos se procesaron con el programa SPSS versión 25.0. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, medianas, rangos intercuartílicos) para resumir la información de la encuesta y las rondas Delphi.

La prueba de Chi-cuadrado se utilizó para analizar asociaciones entre variables categóricas, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para el análisis de consenso en el método Delphi se calcularon:

- La mediana (Me) y el rango intercuartílico (RIQ) de las valoraciones por ítem.
- El índice de concordancia por ítem (ICi), expresado como el porcentaje de expertos que asignaron puntuaciones de 4 o 5 en escala Likert.
- El índice de concordancia global (ICG), obtenido como el promedio de los ICi de los ítems con consenso ($RIQ \leq 1$ y $Me \geq 4$).

Validación de la metodología por criterio de expertos:

La metodología de formación por competencias diseñada fue sometida a validación mediante el método Delphi. Se conformó un panel de 30 expertos nacionales, todos con grado de doctor en ciencias en áreas afines al estudio, categorías docentes de profesor titular o auxiliar, más de 10 años de experiencia profesional y un coeficiente de competencia experta (K) $\geq 0,8$. Los expertos proceden del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Ministerio de Salud Pública (Minsap), Ministerio de la Agricultura (Minag), Universidad de Camagüey y el Centro de Investigaciones Ambientales (Cimac).

Los indicadores de valoración incluyeron: pertinencia, coherencia interna, factibilidad y claridad. Cada indicador fue operacionalizado en afirmaciones valoradas en escala Likert de 1 a 5. Tras dos rondas de evaluación, se alcanzó de ICG de 0,92 (92 %), superando el umbral establecido de 0,85, lo que valida la solidez y aplicabilidad de la metodología.

Estructura de la metodología de formación:

Tras la validación se consolidó una metodología organizada en cuatro fases secuenciales, con una total de 40 horas (presencial/semipresencial) que integra componentes teóricos y prácticos:

Fase 1. Sensibilización y contextualización (5 horas).

Fase 2. Formación teórico-práctica (20 horas).

Fase 3. Aplicación guiada en escenarios reales (10 horas).

Fase 4. Evaluación y retroalimentación (5 horas).

La ponderación de los componentes de evaluación fue consensuada por el panel de expertos.

Aspectos éticos

El estudio se ajustó a los principios de la Declaración de Helsinki. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Camagüey (Acta No. CEI-12/2025) y contó con la autorización del Programa Sectorial para la Reducción Integrada del Riesgo de Desastres en Cuba (Código: PS211LH005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del panel de expertos

El coeficiente K promedio del panel fue de 0,89 con una DE de 0,05, lo que confirma un nivel de competencia alto de manera global e individual. No se hallaron diferencias significativas en K entre instituciones ($p=0,12$), lo que valida la homogeneidad en la calidad del juicio

experto. La distribución por instituciones aseguró una representación multidisciplinaria equilibrada, según muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución del panel de expertos, coeficiente K y desviación estándar. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Enero-octubre 2025

Institución de adscripción	No.	%	Coeficiente K (Promedio $\pm$ DE)
INRH	8	26,7	0,89 $\pm$ 0,05
Minsap	7	23,3	0,92 $\pm$ 0,04
Minag	7	23,3	0,85 $\pm$ 0,06
Universidad de Camagüey	5	16,7	0,91 $\pm$ 0,03
Cimac	3	10,0	0,88 $\pm$ 0,05
Total	30	100,0	0,89 $\pm$ 0,05

Fuente: validación Delphi.

En la Tabla 2 se aprecia que solo las dimensiones Pertinencia (Me= 5,0, RIQ= 0,5) y Claridad (Me= 4,0, RIQ= 1,0) alcanzaron consenso inmediato. La dimensión Coherencia interna no logró consenso por dispersión moderada de opiniones (RIQ= 1,5). La dimensión Factibilidad mostró la mayor discordancia, con una Me en la zona de indecisión, Me= 3,0. Los comentarios cualitativos asociados a estos ítems se utilizaron para la reestructuración de la metodología, con integración de un módulo introductorio más sólido y ajuste en la carga horaria práctica.

Tabla 2. Resultados de la primera ronda del panel de expertos. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Enero-octubre 2025

Dimensión	Me	RIQ	ICi (%)
Pertinencia	5,0	0,5	96,7
Coherencia interna	4,0	1,5	80,0
Factibilidad	3,0	1,0	63,3
Claridad	4,0	1,0	86,7

Mediana (Me), Rango intercuartílico (RIQ), Índice de concordancia por ítem (ICi)

Fuente: validación Delphi: primera ronda.

Tras los ajustes, los resultados de la segunda ronda expresan, en la Tabla 3, que todas las dimensiones alcanzaron el consenso establecido ($Me \geq 4$, $RIQ \leq 1$). La dimensión Factibilidad mejoró de forma significativa, de Me 3,0 a Me 4,0, lo que refleja la incorporación de las sugerencias expertas. El ICG fue del 94,0 %, lo cual supera el umbral de validez predefinido en 85,0 %. El coeficiente de correlación de Spearman entre las Me de la rondas 1 y 2 fue de $p = 0,92$, esto indica una alta estabilidad y convergencia en el proceso deliberativo.

Tabla 3. Resultados de la segunda ronda del panel de expertos. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Enero-octubre 2025

Dimensión	Me	RIQ	ICi (%)
Pertinencia	5,0	0,0	100,0
Coherencia interna	4,0	1,0	90,0
Factibilidad	4,0	1,0	86,7
Claridad	5,0	0,0	100,0

Mediana (Me), Rango intercuartílico (RIQ), Índice de concordancia por ítem (ICi)

Fuente: validación Delphi: segunda ronda.

Distribución del tiempo y sistema de evaluación

La distribución del tiempo de la metodología de formación se derivó del consenso experto, se priorizaron las fases 2 y 3 con 20 y 10 horas respectivamente (50,0 % y 25,0 % del total), según se observa en la Tabla 4. La estructura resultante reflejó un claro enfoque práctico y aplicado, ya que las fases 2 y 3 sumaron 25 horas de práctica, (62,5 % del tiempo total). Esta distribución fue respaldada por los expertos (ICi= 93,3 % para el ítem Balance teoría-práctica), quienes enfatizan en la necesidad de aprender haciendo con datos y problemas locales.

Tabla 4. Distribución del tiempo de la metodología de formación. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Enero-octubre 2025

Fases de la metodología	Horas	%
Fase 1. Sensibilización y contextualización	5	12,5
Fase 2. Formación teórico-práctica	20	50,0
Fase 3. Aplicación guiada en escenarios reales	10	25,0
Fase 4. Evaluación y retroalimentación	5	12,5
Total	40	100,0

Fuente: metodología de formación de competencias

El sistema de evaluación de competencias se validó con un ICi del 90,0 %, resultó integral y orientado al desempeño. La doble ponderación del 40 % en los componentes prácticos: prueba práctica del ISA y proyecto aplicado, refleja la primacía de la competencia procedimental (saber hacer) como se muestra en la Tabla 5. La prueba de Chi-cuadrado de bondad de ajuste aplicada a la distribución de ponderaciones no mostró diferencias

significativas con la distribución teórica propuesta por los expertos ($\chi^2 = 1,24$, $p = 0,54$), lo que confirmó la aceptación del esquema.

Tabla 5. Sistema de evaluación de competencias. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Enero-octubre 2025

Componente de evaluación	Evidencia de competencia	Ponderación (%)	Instrumento de medición
Prueba práctica del ISA*	Cálculo e interpretación correcta del ISA con un set de datos nuevo	40,0	Exactitud 60,0 % Interpretación 40,0%
Proyecto aplicado	Diseño de una intervención basada en resultados del modelo predictivo para su contexto laboral	40,0	Pertinencia 30,0 % Viabilidad 40,0 % Integración Una Salud 30,0%
Simulación de decisiones	Toma de decisiones fundamentadas ante un escenario predictivo crítico simulado	20,0	Análisis 50,0 % Decisión 30,0 % Argumentación 20,0 %
Total	-	100,0	-

* ISA. Índice de sostenibilidad del agua

Fuente: metodología de formación de competencias.

Metodología para la formación de competencias profesionales con el enfoque Una Salud

La metodología se estructuró en el enfoque por competencias, integrando las dimensiones conceptuales (saber), procedimental (saber hacer) y actitudinal (saber ser). Tras el proceso

de validación Delphi, se consolidó un modelo formativo organizado en cuatro fases secuenciales, con una duración total de 40 horas (modalidad presencial o semipresencial) y un claro predominio de las actividades prácticas. Su estructura operativa se describe a continuación:

Fase 1. Sensibilización y contextualización

- Duración: 5 horas (12,5 % del total).
- Objetivo general: Generar conciencia sobre la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental en la gestión del agua, utilizando como referencia la problemática concreta de la subcuenca Najasa-Guanaja.
- Contenidos y actividades:

Módulo 1.1. Fundamentos del enfoque Una Salud (2 horas). Sesión expositiva-interactiva sobre los principios, alcances y aplicaciones del paradigma Una Salud en la gestión de recursos hídricos.

Módulo 1.2. Diagnóstico situacional local (3 horas). Taller de análisis de casos reales de la subcuenca. Se presentan y discuten datos históricos de calidad del agua (salinización, contaminación microbiológica) y sus impactos documentados en la salud pública, la producción animal y la agricultura.

Fase 2. Formación teórico-práctica

- Duración: 20 horas (50,0 % del total).
- Objetivo general: Desarrollar la competencia para calcular e interpretar el ISA a partir de datos locales.
- Contenidos y actividades:

Módulo 2.1. Fundamentos teóricos del ISA (4 horas). Sesiones teóricas sobre los componentes del ISA (indicadores hidroquímicos, sanitarios y ecológicos), su fórmula integradora y el modelo predictivo bajo el enfoque Una Salud.

Módulo 2.2. Taller práctico de cálculo del ISA (16 horas). Sesiones guiadas en las que los participantes, organizados en equipos interdisciplinarios, calculan el ISA utilizando hojas de cálculo (Excel) y un set de datos hidroquímicos y sanitarios reales y anonimizados de la subcuenca. El facilitador guía la interpretación de los resultados en términos de vulnerabilidad y sostenibilidad.

Fase 3: Aplicación guiada en escenarios reales

- Duración: 10 horas (25,0% del total).
- Objetivo general: aplicar el conocimiento del ISA en ejercicios de modelación predictiva básica y en el análisis integrado de casos.
- Contenidos y actividades:

Módulo 3.1. Simulación de modelación predictiva (6 horas). Utilizando *software* de acceso abierto (Excel y/o R), los participantes proyectan escenarios futuros de sostenibilidad hídrica bajo distintas condiciones (ej. aumento de la extracción, cambios en la precipitación) para interpretar la incertidumbre de los modelos.

Módulo 3.2. Análisis de casos de estudio integrados (4 horas). Taller donde se analizan casos complejos que simulan brotes o crisis. Los participantes deben identificar las interrelaciones entre parámetros de agua, salud humana, sanidad animal y afectación de cultivos, proponiendo acciones coordinadas desde el enfoque Una Salud.

Fase 4: Evaluación y retroalimentación

- Duración: 5 horas (12,5% del total).
- Objetivo general: evaluar el desempeño competencial adquirido y proporcionar retroalimentación para la mejora.
- Contenidos y actividades:

Componente de evaluación 1. Prueba práctica del ISA (40 % de la calificación final). Se entrega a cada participante un nuevo set de datos locales no utilizado en la formación. Debe calcular el ISA, interpretar el resultado y redactar un breve informe ejecutivo.

Componente de evaluación 2. Proyecto aplicado (40 % de la calificación final). Cada participante diseña una propuesta de intervención factible para su propio contexto laboral basada en los resultados del modelo predictivo del ISA. La propuesta debe integrar al menos dos dimensiones del enfoque Una Salud.

Componente de evaluación 3. Simulación de toma de decisiones (20 % de la calificación final). En un escenario simulado de crisis hídrica, el participante debe analizar datos, priorizar acciones y argumentar sus decisiones ante un panel.

Sesión de retroalimentación. Al finalizar las evaluaciones, se realiza una sesión grupal para discutir aciertos, dificultades y lecciones aprendidas.

Características operativas de la metodología:

- Enfoque pedagógico: aprendizaje basado en problemas y en proyectos, con énfasis en aprender haciendo.
- Perfil del facilitador: profesional con formación en el enfoque Una Salud, manejo del ISA y experiencia en educación de adultos.
- Recursos requeridos: datos locales de calidad de agua y salud, computadoras con Excel y/o R básico instalado, acceso a proyector y materiales de taller.
- Productos de aprendizaje: informes de cálculo del ISA, propuestas de proyectos aplicados y protocolos de decisión ante escenarios críticos.

El sistema de evaluación, consensuado por el panel de expertos, fue diseñado para ser integral y orientado al desempeño en el contexto, asigna el 80 % de la ponderación total a componentes de evaluación práctica. La metodología prioriza un aprender haciendo con datos y problemas locales, destina 25 horas (62,5 % del tiempo total) a actividades prácticas (Fases 2 y 3), lo que fue respaldado por los expertos en el proceso de validación.

La validación exitosa de esta metodología para la formación de competencias en el manejo del ISA y el modelo predictivo Una Salud constituye un avance pedagógico, diseñado desde y para contextos de vulnerabilidad. Su análisis revela puntos de convergencia y divergencia fundamentales con los modelos formativos predominantes en países de altos ingresos, como Estados Unidos, Canadá y las naciones de la Unión Europea, lo que subraya su carácter innovador y pertinente.^(8,9)

En la formación en gestión hídrica y salud ambiental experimentan la transición hacia el aprendizaje basado en competencias y en problemas. Programas de posgrado en universidades líderes de Estados Unidos y Canadá como Johns Hopkins y *University of Toronto* integran herramientas predictivas complejas como el *Soil & Water Assessment Tool* (SWAT) o *Modular 3D Groundwater Flow Model* (MODFLOW) en sus currículos, con énfasis en el análisis de *big data* y la modelación computacional de alta resolución, según Abd El Ghany *et al.*⁽⁹⁾ Este enfoque asume el acceso a infraestructura tecnológica robusta, bases de datos extensas y tiempo de capacitación prolongado.

La metodología converge en la adopción del paradigma de competencias, pero diverge radicalmente en su orientación práctica. Mientras que los modelos en países desarrollados priorizan el dominio técnico de plataformas de *software*; esta propuesta identifica que la competencia central en contextos como Najasa-Guanaja, es la capacidad para interpretar la incertidumbre inherente a los modelos y tomar decisiones firmes bajo condiciones de vulnerabilidad. Así, la carga horaria se invierte en talleres que utilizan Excel y R básico con datos locales reales, y en simulaciones de toma de decisiones frente a escenarios críticos. Esta adecuación tecnológica pedagógica prioriza la aplicabilidad, un principio que se alinea con las críticas emergentes en la literatura europea sobre la necesidad de formar profesionales resilientes.⁽¹⁰⁾

El enfoque Una Salud es un pilar estratégico en políticas sanitarias y ambientales de la Unión Europea por ejemplo el programa *EU4Health* y Canadá (*Canadian One Health Network*). Instituciones como la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés) y los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) de EE.UU. promueven la

formación interdisciplinaria. Sin embargo, estudios de evaluación curricular, por ejemplo: en programas de salud pública en Países Bajos y Alemania, señalan que la integración del paradigma Una Salud a menudo sigue un modelo serial o paralelo, donde las dimensiones humana, animal y ambiental se enseñan en módulos separados, lo que perpetua una visión sectorial.⁽¹¹⁾

La metodología validada innova al forzar una integración horizontal y sistémica desde el primer momento. Un taller práctico no analiza de forma aislada parámetros de agua para consumo humano, sino que diseña ejercicios donde un dato, por ejemplo: concentración de sodio se examina de forma simultánea en sus implicaciones para la salud cardiovascular humana, la sanidad ganadera y la fitotoxicidad en cultivos.

Esta integración refleja el diseño multidimensional del ISA y responde a los llamados de la literatura más avanzada, que aboga por casos de estudio integrados, como método pedagógico superior para la enseñanza de interdependencias complejas. El consenso unánime del panel de expertos en la dimensión Pertinencia, ICi= 100,0 %, valida que esta aproximación operacionaliza el paradigma y lo transforma de un marco conceptual en una herramienta analítica concreta para la planificación interdisciplinaria.

La aplicación del método Delphi en la validación de diseños curriculares es una práctica consolidada. No obstante, los criterios de consenso se orientan hacia la excelencia técnica, la innovación tecnológica y la alineación con estándares internacionales de vanguardia, como los modelos de la Unesco o de la *American Water Works Association*.⁽¹²⁾

El proceso desarrollado en este estudio reveló una prioridad contextual distinta. El panel de expertos, con alto coeficiente de competencia, alcanzó un consenso que privilegió de manera explícita la factibilidad operativa y la replicabilidad. Esto se evidenció en la mejora significativa de la valoración de la factibilidad tras la incorporación de sugerencias: reducción de la carga horaria, simplificación de los requisitos tecnológicos y utilización de *software* de acceso abierto y datos disponibles a nivel local.

Este hallazgo subraya un principio ausente en muchos manuales de diseño curricular: en contextos de vulnerabilidad, la idoneidad de la metodología se juzga por su adaptación al contexto socioeconómico e institucional real, no por su proximidad a un ideal técnico abstracto. Corroboras así el concepto de adecuación tecnológica en la formación para el desarrollo, que enfatiza la sostenibilidad y el impacto práctico sobre la innovación *per se*.⁽¹³⁾

Gehrke-Beck *et al.*⁽¹⁴⁾ comunican que la transición desde la evaluación del conocimiento declarativo hacia la valoración del desempeño es una tendencia global en la educación superior. En Estados Unidos y Canadá, sistemas como los *Entrustable Professional Activities* (EPAs) en educación médica y las rúbricas de competencia en ingeniería ambiental son estándar. Sin embargo, Leite *et al.*⁽¹⁵⁾ informan que una crítica recurrente es que estas evaluaciones a menudo emplean escenarios estandarizados y genéricos, lo que limita su capacidad para la predicción del desempeño en condiciones laborales específicas y complejas.

La especificidad de la propuesta radica en su compromiso con una evaluación contextualizada. El 80,0 % de la calificación final: 40,0 % proyecto aplicado y 40,0 % prueba práctica, dependen de la capacidad del participante para intervenir en su realidad inmediata en la subcuenca Najasa-Guanaja. El proyecto exige el diseño de una intervención para su propio contexto laboral, y la prueba práctica utiliza conjuntos de datos locales nuevos. Este diseño traslada la evaluación del aula al territorio y mide la habilidad para traducir resultados predictivos en acciones viables. Coincide con las recomendaciones de la literatura pedagógica europea actual, que aboga por *assessment for action* (evaluación para la acción) en formación profesional y cierra la brecha entre el aprendizaje y la aplicación.

La principal limitación del estudio es que la metodología, aunque validada por expertos, requiere aún una evaluación de impacto longitudinal para medir su efectividad en el cambio de prácticas profesionales y en la calidad de la planificación hídrica local.

Aporte científico

Radica en la creación y validación consensuada de una metodología integral y contextualizada que operacionaliza la transición del paradigma conceptual Una Salud hacia

un marco competencial aplicable en la gestión hídrica. Capacita a profesionales en el manejo predictivo del ISA bajo condiciones de vulnerabilidad y limitación tecnológica, lo que no solo fortalece las capacidades locales para la planificación adaptativa al cambio climático, sino que establece un precedente metodológico replicable sobre la adecuación pedagógica de herramientas técnicas complejas a contextos de recursos limitados. Se cierra la brecha crítica entre el desarrollo de herramientas predictivas y su adopción operativa efectiva.

CONCLUSIONES

Se diseñó y validó una metodología de formación por competencias para el manejo del ISA y su modelo predictivo bajo el enfoque Una Salud, dirigida a profesionales en zonas vulnerables. La validación confirmó la pertinencia, coherencia, factibilidad y claridad. La propuesta operacionaliza desde la pedagogía el enfoque Una Salud mediante la integración horizontal y sistémica de sus dimensiones humana, animal y ambiental, y constituye un modelo escalable y transferible para la capacitación en gestión hídrica prospectiva en contextos de recursos limitados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Year Digat G, Abad Ramírez I, Suárez Acuña MC. Caracterización de la intrusión salina en la subcuenca Najasa, cuenca Costera Sur de Camagüey, Cuba. Ing Hidrául Ambient [Internet]. 2022 [citado 13/12/2025];43(3):34-50. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000300034
2. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WPCF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. 22ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2012. Disponible en: <https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/smww.2882>
3. Lazo Páez A, Solís Castro Y. Interpretación de Calidad de Agua para Casos con Potencial Intrusión Salina. Rev Tecnología En Marcha [Internet]. 2019 [citado 13/12/2025];32(10):82-96. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/4883

4. Yera Digat G. Hidrogeoquímica de la Cuenca Costera Sur de Camagüey [Tesis doctoral]. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Repositorio Nínive. Colección de Tesis del Departamento de Geología; 2012. Disponible en: <https://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/4051>
5. Yera Digat G, de Miguel Fernández C, Fagundo Castillo JR. Caracterización hidrogeoquímica de la subcuenca Najasa, cuenca Costera Sur de Camagüey. Ing Hidrául. Ambient [Internet]. 2012 [citado 13/12/2025];33(2):31-40. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000200004
6. Molerio-León LF. Algoritmos acoplados de flujo-transporte con densidad variable para intrusión marina en medios anisotrópicos. Maya Rev de Geociencias [Internet]. 2025 [citado 13/12/2025]. Septiembre (Suplemento):66-92. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/395597764_ALGORITMOS_ACOPLADOS_DE_FLUJO-TRANSPORTE_CON_DENSIDAD_VARIABLE_PARA_INTRUSION_MARINA_EN_MEDIOS_ANISOTROPICOS
7. He FJ, Tan M, Ma Y, MacGregor GA. Salt Reduction to Prevent Hypertension and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2020 [citado 13/12/2025];75(6):632-47. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32057379/>
8. Khan AE, Scheelbeek PFD, Shilpi AB, Chan Q, Mojumder SK, Rahman A, *et al.* Salinity in drinking water and the risk of (pre)eclampsia and gestational hypertension in coastal Bangladesh: a case-control study. PLoS One [Internet]. 2014 [citado 13/12/2025];9(9):e108715. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25268785/>
9. Abd El Ghany MM, El-Hadidy SM, Sakr SA, Korany EA, Morsy SM. Visual MODFLOW, solute transport modeling, and remote sensing techniques for adapting aquifer potentiality under reclamation and climate change impacts in coastal aquifer. Sci Rep [Internet]. 2024 [citado 13/12/2025];14(1):e22827. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-72933-8>
10. Gumiero B, Veronesi L, Galgani L, Cirrone RG, Corsi A, Tafi A, *et al.* Freshwater monitoring across the globe: the role of citizen science within the European Water Framework Directive (WFD) and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), and opportunities to incentivize the collaboration with environmental regulators. Open Res

Eur_[Internet]. 2025 [citado 12/12/2025];5:45:[aprox. 21 p.] Disponible en: <https://open-research-europe.ec.europa.eu/articles/5-45>

11. Salem HS, Pudza MY, Yihdego Y. Water strategies and water-food Nexus: challenges and opportunities towards sustainable development in various regions of the World. *Sustain Water Resour Manag*_[Internet]. 2022_[citado 12/12/2025];8(4):114-16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35855975/>

12. Dai MQ, Hu XC, Coull BA, Campbell C, Andrews DQ, Naidenko OV, *et al*. Sociodemographic Disparities in Exposures to Inorganic Contaminants in United States Public Water Systems. *Environ Health Perspect*_[Internet]. 2025 [citado 12/12/2025];133(6):e67003. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40168471/>

13. Guerra-Macías Y, Tobón S. Development of transversal skills in higher education programs in conjunction with online learning: relationship between learning strategies, project-based pedagogical practices, e-learning platforms, and academic performance. *Heliyon*_[Internet]. 2024_[citado 13/12/2025];11(2):e41099. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024171307>

14. Gehrke-Beck S, Holzhausen Y. Entrustment of student supervision to GP trainees - a qualitative interview study of factors influencing entrustment decisions. *BMC Med Educ*_[Internet]. 2025_[citado 13/12/2025];25(1):e1253. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40940659/>

15. Leite DR, Carneiro PS, Mininel VA, Rossit RAS, Leonello VM, Gonçalves GCS, *et al*. Competencies and pedagogical foundations for faculty development in interprofessional health education: a scoping review. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2025_[citado 13/12/2025];59:e20240421. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41201605/>

Declaración de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en esta investigación.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Zaily Fuentes Díaz

Curación de datos: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Zaily Fuentes Díaz, Orlando Bismark Rodríguez Salazar

Análisis formal: Orlando Bismark Rodríguez Salazar, Zaily Fuentes Díaz

Investigación: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Zaily Fuentes Díaz, Orlando Bismark Rodríguez Salazar

Metodología: Zaily Fuentes Díaz, Maurice José González Basulto

Administración de proyecto: Zaily Fuentes Díaz

Validación: Zaily Fuentes Díaz, Orlando Bismark Rodríguez Salazar

Visualización: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Maurice José González Basulto

Redacción - Elaboración del borrador original: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Zaily Fuentes Díaz, Orlando Bismark Rodríguez Salazar, Maurice José González Basulto

Redacción - Revisión y edición: Ovidio Antonio Sánchez Fernández, Zaily Fuentes Díaz, Orlando Bismark Rodríguez Salazar, Maurice José González Basulto

Este artículo está publicado bajo la licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)