

Artículo Científico

# Inserción de la didáctica de gestión integral del agua de ingeniería hidrosanitaria con modelo de gestión de formación de competencias

Maria Nadezda Otero Valle<sup>1</sup>

 <sup>1</sup> Docente Ingeniería Civil, Facultad de Tecnología, UNIVALLE La Paz, Bolivia.  
Correspondencia: [moterov@univalle.edu](mailto:moterov@univalle.edu)

Resumen : La problemática del manejo de los recursos hídricos y ecosistemas relacionada a los cambios acelerados de la sociedad y tecnología, exige la transformación de la educación para poder contribuir a la disminución del deterioro ambiental, los efectos por cambio climático, desastres correspondientes, los preocupantes niveles de deterioro alcanzados en los sistemas hídricos a consecuencia de las actividades antropogénicas y consideradas en los objetivos de la agenda del desarrollo sostenible 2030. La ingeniería hidrosanitaria de la universidad boliviana ha sido enmarcada a la solución de los problemas de saneamiento ambiental básico. Esta problemática ha sido abordada en la investigación de la didáctica de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible presentada en CEPIES – UMSA (2019). Se presenta la investigación de la inserción de esta didáctica en la Carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE La Paz dentro las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria durante el periodo 2019 – 2022, usando el modelo de Gestión de Formación de Competencias GESFOC estructurado según: a) contexto UNIVALLE, b) selección e inserción curricular, c) diseño y aplicación matriz GESFOC en secuencias didácticas d) evaluación de las evidencias pedagógicas. Se logró la inserción curricular en el 20 % de la carga horaria de cada materia, con contenidos de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, fomentando la valoración técnica, social y ambiental. Según las competencias alcanzadas se recomienda continuar la inserción en las áreas investigación, interacción social, y postgrado de UNIVALLE, para ampliar la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

**Palabras Clave:** Didáctica, ingeniería sostenible, gestión integral del agua.

**Abstract:** The problem of the management of water resources and ecosystems related to the accelerated changes of society and technology, requires the transformation of education to contribute to the reduction of environmental deterioration, the effects of climate change, corresponding disasters, the worrying levels of deterioration achieved in water systems because of anthropogenic activities and considered in the objectives of the 2030 sustainable development agenda. The hydrosanitary engineering of the Bolivian university has been framed to the solution of the problems of basic environmental sanitation. This problem has been addressed in the research of the didactics of integral water management in sustainable hydrosanitary

**Citation:** Otero, M. N. (2022). Inserción de la didáctica de gestión integral del agua de ingeniería hidrosanitaria con modelo de gestión de formación de competencias. *Journal of Latin American Sciences and Culture*, 4(6), 25-45. <https://doi.org/10.52428/27888991.v4i6.358>

**Received:** September 22, 2022  
**Accepted:** December 15, 2022  
**Published:** December 29, 2022

**Publisher's Note:** JLASC stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

engineering presented at CEPIES – UMSA (2019). The research regarding the insertion of this didactic in the Civil Engineering Career of UNIVALLE La Paz within the subjects of Hydrology and Sanitary Engineering during the period 2019 – 2022 is presented, using the GESFOC Competence Training Management model structured according to: a) UNIVALLE context, b) selection and curricular insertion, c) design and application of GESFOC matrix in didactic sequences d) evaluation of pedagogical evidence. Curricular insertion was achieved in 20% of the hourly load of each subject, with contents of sustainable hydrosanitary engineering, promoting technical, social, and environmental assessment. According to the competences achieved, it is recommended to continue the insertion in the areas of research, social interaction, and postgraduate of UNIVALLE, to expand the training of sustainable hydrosanitary engineering.

**Keywords:** didactics, sustainable engineering, integral water management

---

## 1. Introducción

La problemática del manejo de los recursos hídricos y ecosistemas (Azoulay, 2019) está relacionada a los “cambios acelerados de la sociedad y tecnología” (Allenby, 2011, p.15) que exige la transformación de la educación hacia la ingeniería sostenible para contribuir a la disminución del deterioro ambiental, los efectos por cambio climático y desastres correspondientes. Los planes de estudio de la ingeniería hidrosanitaria de la universidad boliviana están enmarcados a la solución de los problemas de saneamiento ambiental (Rivas, 1966). En la actualidad, a la problemática del saneamiento ambiental, se han sumado los preocupantes niveles de deterioro alcanzados en los sistemas hídricos a consecuencia de las actividades antropogénicas que caracterizan esta Era Antropogénica (Hoffmann, 2016) y consideradas en la agenda 2030 de los objetivos de Desarrollo Sostenible.

Así, surge la necesidad de acción (Barba, 2010) de formación en la ingeniería hidrosanitaria sostenible considerando los nuevos escenarios utilizando un modelo de gestión de formación por competencias (GESFOC) (Tobón, 2010), bajo un enfoque socioformativo pertinente (Tobón, 2010; Morin, 2011; Oberliesen, 2013) “en relación con los nuevos retos que conllevan las actuales alteraciones emergentes de los sistemas hídricos, el avance de la ciencia - tecnología y los contextos cultural, social e institucional” (Otero Valle, 2021, p. 263). Esta problemática ha sido abordada en la investigación de la didáctica de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible (Otero Valle, 2019) y aplicada en UMSA. Por consiguiente, la mencionada experiencia se utiliza para su inserción dentro del contexto UNIVALLE La Paz.

El plan de estudio de la ingeniería hidrosanitaria (materias Hidrología e Ingeniería Sanitaria) de la carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE 2019, se orienta principalmente a la formación tradicional del ingeniero civil para su desempeño en la ejecución de proyectos

de saneamiento básico y es necesario investigar su orientación a la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

### **Objetivo principal**

La presente investigación tiene como objetivo principal insertar la didáctica de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible mediante el modelo de Gestión de Formación de Competencias GESFOC, en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria de UNIVALLE La Paz, en el periodo 2019 – 2022.

### **Objetivos Específicos**

a) iniciar el fortalecimiento de las competencias cognitivas con valores de responsabilidad social y ambiental en los alumnos de las materias de Hidrología e Ingeniería sanitaria de UNIVALLE La Paz, considerando la estructura educativa del Modelo Tetralógico en vigencia y el modelo Gestión de Formación de Competencias GESFOC, la tecnología sostenible hidrosanitaria y los espacios pedagógicos antes y post COVID19.

b) aportar la misión de UNIVALLE de alinearse y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 mediante una educación innovadora y transformadora de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

### **Pregunta de la investigación**

¿Cuáles son los elementos y las secuencias de modelo de gestión de formación de competencias GESFOC que contribuyen a la inserción de la didáctica de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria de la carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE La Paz?

El modelo GESFOC se alinea a principios complejos socioformativos y de pertinencia (Tobón, 2010; Morin, 2011, Moraes 2008). Según Tobón (2007) las competencias son procesos complejos de desempeño ante problemas con idoneidad y compromiso ético, y se enmarcan en la formación integral, requerida para la inserción curricular de contenidos en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria, relacionados a la ingeniería hidrosanitaria sostenible, con enfoques pedagógicos (problemas y/o proyectos alternativos) que motive a la comunidad universitaria el análisis y valoración de la problemática de los sistemas hídricos y las soluciones tecnológicas o de gestión correspondientes.

## **2. Marco Teórico**

La Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible (Otero Valle, 2019), establece que la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible puede lograrse con la conjunción interdisciplinar de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental con la Gestión Integral del Agua. Propone su inserción en la educación superior, mediante el método socio formativo de Gestión de Formación de Competencias GESFOC para direccionar el conocimiento de la ingeniería hidrosanitaria sostenible hacia el desarrollo tecnológico con

valores de responsabilidad social y ambiental. Esta didáctica considera las siguientes teorías emergentes:



**Figura 1.** Didáctica de la Gestión Integral del Agua.

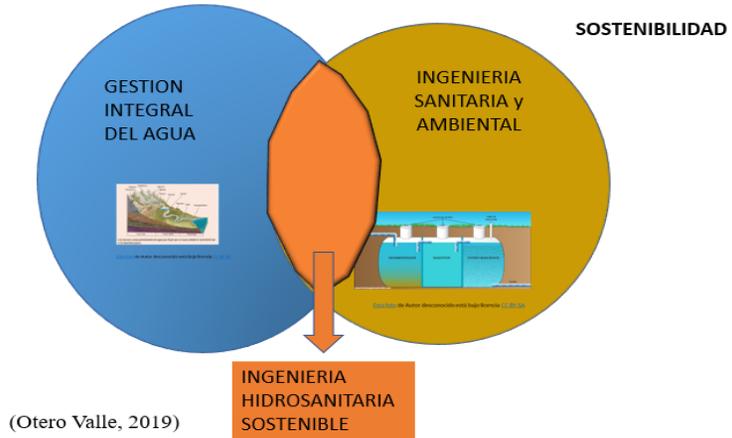
Fuente: Otero Valle M. N., *Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria*, 2019.

La teoría y práctica de la ingeniería sostenible de Allenby (2011) busca encontrar la explicación sobre el rol de la ingeniería sostenible respecto a los cambios mundiales y los eventos humanos según los factores de: a) transformaciones profundas de los sistemas globales por aspectos como el cambio climático implica el desarrollo del enfoque de ciencia e ingeniería sostenibles. b) incorporar la Ingeniería y los sistemas tecnológicos en contexto cultural, social e institucional mediante marcos teóricos significativos y tecnológicos para crear nuevas disciplinas y competencias profesionales para integrarse con otras disciplinas y direccionar la adaptación de complejidad en forma responsable, racional y ética.

El paradigma sociocrítico de acuerdo con Arnal (1992) donde el investigador es participante en los estudios de investigación correspondientes;

El paradigma complejo de Morin (2011) y Moraes (2008) donde la estrategia del conocimiento en su complejidad debe enfrentar las certezas e incertidumbres con pertinencia para la acción frente a las transformaciones;

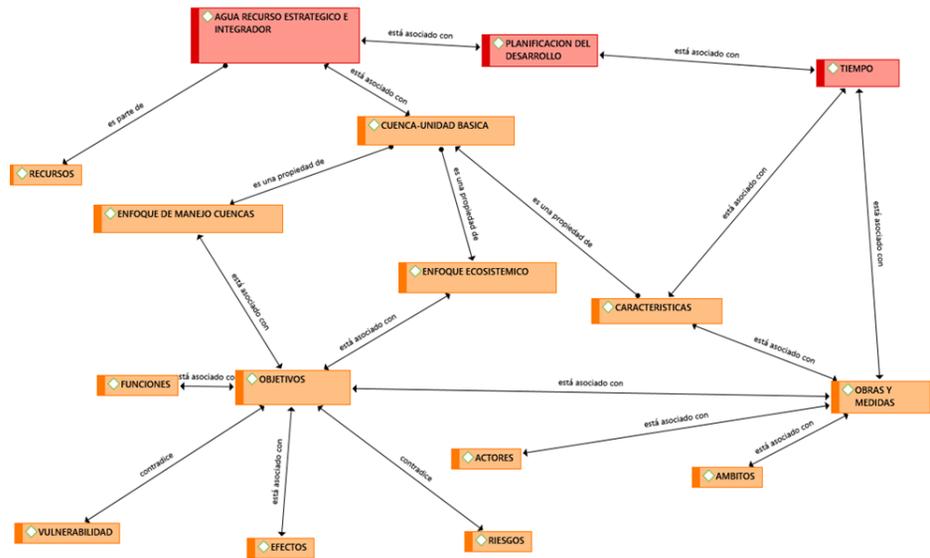
Las propuestas pedagógicas orientadas al aprendizaje emancipador y transformador para la profesionalización del futuro considerando “el desarrollo de sistemas educativos y formativos plurales, transformadores y comprometidos con el vivir bien de los pueblos” (Oberliesen Rolf, 2013, p. 227).



**Figura 2.** Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible (Otero Valle M. N., 2019)

Fuente: Otero Valle M. N., Didáctica de la Gestión Integral Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria, 2019.

El enfoque de la gestión integral del agua desde una perspectiva de complejidad basada en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) del desarrollo sostenible, y ampliada según el enfoque de dimensión patrimonial de las formas de vida relacionadas al agua, bajo una dinámica local cambiante por alteraciones de los ecosistemas por actividades socioeconómicas Vásquez (2017).



**Figura 3.** Red semántica del Concepto tiempo y Gestión Integral del Agua (Vasquez Paniagua , 2017). Elaboración Propia

**Fuente:** Otero Valle M. N., Didáctica de la Gestión Integral Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria, 2019.

La era actual del Antropoceno (Hoffmann, 2016) viene con la alteración de los sistemas hídricos por contaminación y variación en su disponibilidad, que exige la actualización e innovación de la formación de la ingeniería hidrosanitaria en relación con la gestión integral del agua incluyendo la gestión de riesgos, ambiental y resiliencia al cambio climático (Otero Valle, 2021, p. 262).

La teoría de la formación de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Rivas Mijares, 1966) orientada a resolver los problemas de saneamiento básico de la población, donde actualmente (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS, 2018), se va incrementando la aplicación de tecnológicas alternativas sostenibles en el sector agua.

Modelo de Gestión de Formación por Competencias GESFOC (Tobón, 2010) con sus secuencias didácticas y desarrollo curricular en base al dominio y formulación a través de ejes procesales, criterios y evidencias. El aprendizaje se proyecta con enfoque de problemas y proyectos formativos.

El enfoque de problemas promueve el aprendizaje autodirigido y el pensamiento crítico encaminado a resolver incertidumbres. Los estudiantes son los elementos activos de sus procesos de aprendizaje (Tobón et ál., 2010).

El aprendizaje mediante proyectos formativos permite identificar, analizar y resolver problemas de contexto con idoneidad y compromiso ético. Y promueve una educación más pertinente y orientada a crear e innovar (Tobón et ál., 2010).

### **Justificación**

Los planes de estudio de la ingeniería hidrosanitaria de la universidad boliviana están enmarcados a la solución de los problemas de saneamiento ambiental como respuesta a la propuesta de la Organización Panamericana de la Salud OPS (Rivas, 1966), que dio lugar a la formación específica del Ingeniero Sanitario y Ambiental a nivel latinoamericano con amplio apoyo del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

En la actualidad, a la problemática del saneamiento ambiental, se han sumado los preocupantes niveles de deterioro alcanzados en los sistemas hídricos a consecuencia de las actividades antropogénicas identificadas (Era Antropogénica) y consideradas en los objetivos de la agenda del desarrollo sostenible ODS 2030.

Por consiguiente, surge la necesidad de iniciar la formación en la ingeniería hidrosanitaria sostenible, bajo un enfoque socioformativo pertinente (Tobón, 2010; Morin, 2011) con relación a los nuevos retos que conllevan las actuales alteraciones emergentes de los sistemas hídricos, considerando los contextos educativos y los “logros alcanzados por las disciplinas de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental y la Gestión Integral del Agua” (Otero Valle M. N., *Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria*, 2019, p. 263).

### **Hipótesis**

El modelo socioformativo GESFOC permite la inserción compleja de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible, en el contexto educativo de UNIVALLE La Paz.

### **3. Metodología**

La metodología orientada a la aplicación del modelo GESFOC para la inserción de la didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, comprende los procesos principales:

- Identificación contexto académico UNIVALLE
- Selección de contenidos interdisciplinarios con enfoque pedagógico de problemas y proyectos
- Diseño y desarrollo de la matriz GESFOC según secuencias didácticas
- Evaluación de las evidencias de la aplicación del modelo GESFOC

Las actividades principales se indican a continuación:

a) realizar el cuestionario abierto en los alumnos de Hidrología (I/2019), para identificar su percepción de los sujetos de estudio respecto a la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria.

b) Identificar el contexto académico vigente en UNIVALLE: modelo tetralógico, método de autorregulación y formación por competencias con control de calidad; los planes de estudio vigentes de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria.

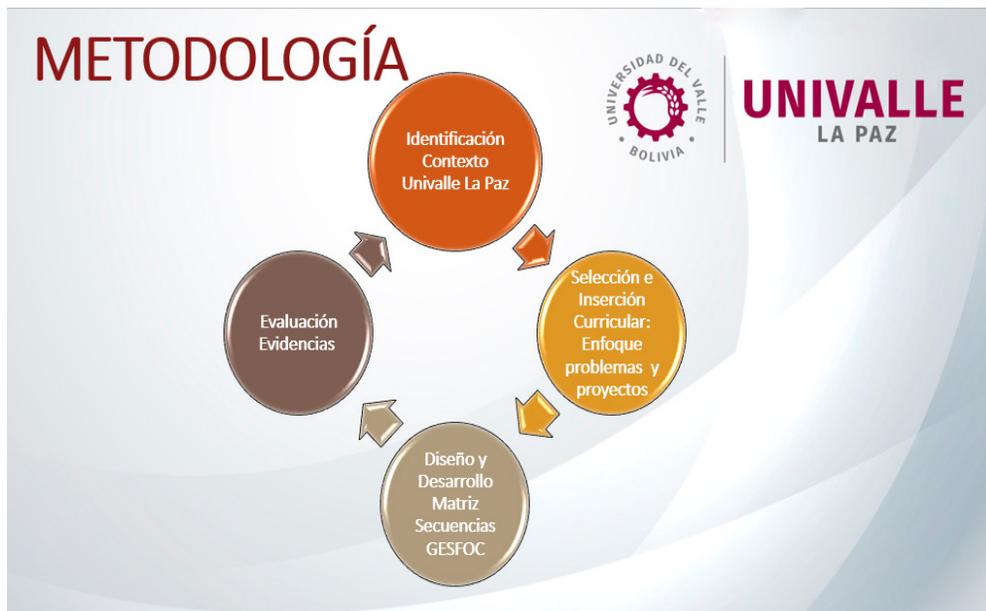
c) Respetar la planificación y contenidos existentes para el desarrollo de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria en sus respectivos plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE La Paz, y ampliar contenidos con temas vigentes de aplicación de tecnologías sostenibles e innovadoras de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, motivando la externalización de los valores de responsabilidad social y ambiental sobre la gestión integral del agua mediante el análisis participativo de casos emergentes y proyectos específicos que abordan la problemática hídrica con las correspondientes soluciones locales y alternativas tecnológicas.

d) Revisar la documentación sobre: métodos, tecnologías, proyectos y casos de estudio relacionados a problemáticas hídricas y de gestión sostenible para seleccionar contenidos a insertar en el plan de trabajo de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria.

e) Desarrollar el plan de trabajo de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria con la inserción de la didáctica de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria mediante el modelo GESFOC estructurado de acuerdo con secuencias didácticas (Tobón Tobón, 2010).

f) Hacer uso del espacio pedagógico virtual de la plataforma TEAMS (que también almacena las evidencias de desarrollo de las materias académicas).

g) Hacer uso de los espacios pedagógicos físicos de aula, laboratorio y trabajo de campo.



**Figura 4.** Metodología Inserción Didáctica de la Gestión Integral del Agua. En UNIVALLE La Paz, Carrera Ingeniería Civil, Elaboración propia 2022

Fuente: Elaboración propia.

### **Sujetos de Estudio**

Los sujetos de estudio son los alumnos de UNIVALLE La Paz de la Carrera de Ingeniería Civil correspondientes a 121 alumnos de Hidrología y 93 alumnos Ingeniería Sanitaria en el periodo I/2019 al I/2022 como se indica en Tabla 1.

**Tabla 1.** Numero alumnos de las materias Hidrología e Ingeniería Sanitaria Gestión I/2019 a II/2022 Carrera Ingeniería Civil UNIVALLE La Paz.

GESTIÓN	HIDROLOGÍA	INGENIERÍA SANITARIA
I/2019	25	
II/2019		32
I/2020	28	
II/2020		28
I/2021	38	
II/2021		33
I/2022	30	
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>93</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5.** Trabajo de campo materia de Hidrología Gestión I/2019.  
Foto. Fuente propia. (2019).

#### 4. Resultados

En relación con la metodología aplicada a continuación se muestran los resultados logrados:

4.1. Resultados encuesta abierta a Estudiantes de ingeniería civil –  
Hidrología. UNIVALLE La Paz, 2019

Muestra: 10 individuos.

Población objetivo: Estudiantes de ingeniería civil – Hidrología.

Fecha: 29 de julio del 2019.

1. **¿Cuáles consideras los principales problemas ambientales del agua?**

Residuos sólidos (9)

Residuos químicos (9)

Escasez de agua potable (1)

Inundaciones (1)

Mal manejo del agua (3)

Desperdicio del agua (2)

Falta de tratamiento de aguas residuales (1)

2. **¿Cuál crees qué es la importancia de los sistemas de abastecimiento de agua potable?**

Mejores condiciones de vida (3)

Subsistencia (7)

Respuesta no clara (1)

3. **¿Cuál crees qué son los principales riesgos relacionados con la contaminación del agua?**

Cambio climático (1)

más enfermedades entre la población (6)

Menor cantidad de agua potable (1)

Inundaciones debido a basura (1)

Mayor mortandad (1)

Desperdicio de agua (2)

Desoxigenación del agua (1)

Daño a la agricultura (2)

Daño a la pesca (1)

Fallas en obras civiles (2)

4. **¿Consideras necesario que los proyectos de ingeniería civil incluyan temas de control y cuidado del agua, por qué?**

Si (8)

5. **¿Cuál crees qué es la importancia de estudiar ingeniería sanitaria en la ingeniería civil?**

Para obras de distribución de agua potable (6)

Reducir riesgos de enfermedades de origen hídrico (ej. Cólera) (1)

Para el uso de agua en obras civiles (2)

Para un desarrollo productivo (1)

para solucionar problemas sanitarios de la sociedad (1)

6. **¿Cómo crees que deberían ser los cursos de las materias hidrosanitarias: ¿Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria?**

De forma didáctica (6)

Con casos de uso enfocados a Bolivia (3)

Con visitas guiadas a proyectos (2)

Con software (3)

Análisis cuantitativo (ej. Formulas) (2)

De forma teórica (2)

Con ejercicios realistas (2)

Enfocado al área urbana y rural (1)

7. **Expresa tu opinión sobre como consideras que es un sistema de agua potable y alcantarillado sostenible.**

Calidad de servicio (sin fallas) (1)

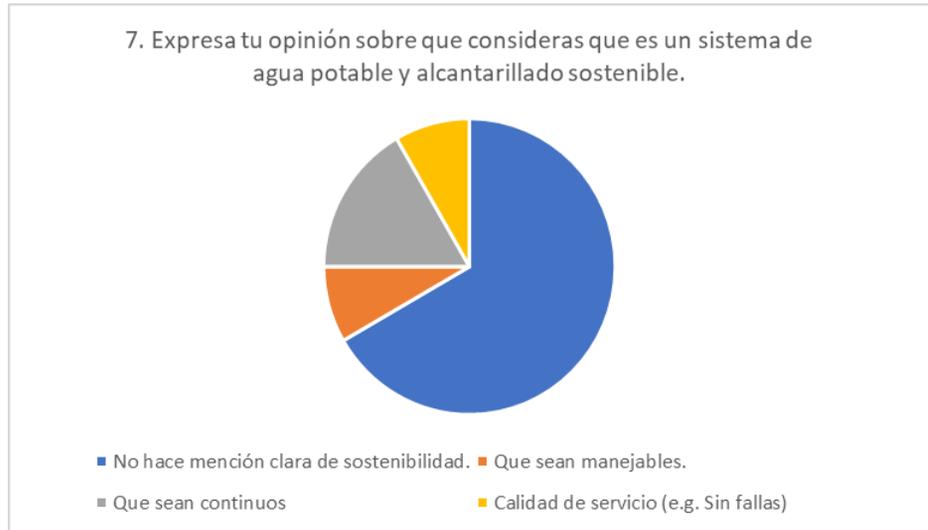
Que sean continuos (2)

Que sean administrables (1)

No hace mención clara de sostenibilidad (8)

8. **¿Dónde tú vives crees que los sistemas son sostenibles?**

Sí (5) (Innovacion y transformacion de estudios de postgrado, 2013)



Respuesta sin dar (5)

**Figura 6.** Gráfico Respuesta pregunta 7. Encuesta 2019 alumnos Hidrología. Fuente propia. (2019)

4.2. *Matriz de resultados de la aplicación de la metodología GESFOC en la inserción de la Gestión Integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria en los periodos I/2019 al I/2022.*

- La matriz de resultados GESFOC indica las secuencias didácticas por temáticas de inserción : generalidades, problemática hídrica, calidad de agua y alternativas tecnológicas, que se abordan en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria en forma específica con los siguientes elementos de del proceso de aprendizaje: a) competencias a formar b) actividades con el docentes y actividades autónomas de los estudiantes/recursos b) evaluación/ evidencias c) valoración técnica, social y ambiental de reflexión y autorregulación del proceso de aprendizaje d) epistemología predominante (sistémico complejo, constructivista, social y ambiental).

Ver Tabla 2 y Tabla 3.

- Se ha direccionado a formar las competencias (Ver Cuadro 1, Tabla 2 y Tabla 3) donde bajo un enfoque tecnológico (problemas y proyectos) el sujeto conoce, selecciona, aplica, reflexiona, interpreta, con valores sociales, ambientales lo siguiente: el rol del ingeniero civil, los métodos convencionales o especiales, la problemática hídrica, las alternativas tecnológicas, la calidad del agua, según las características hidrológicas, sociales y ambientales.

**Cuadro 1.** Competencias a formar, en la matriz de resultados

Materia	Código de secuencia	Secuencia Didáctica	Competencia a formar
Hidrología	h1	Rol del ingeniero civil, informes científicos problemática global	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los métodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelación.
Hidrología	h2	Problemáticas emergentes de alteraciones del ciclo hidrológico por la disponibilidad de los recursos hídricos en volumen, distribución y calidad	Interpreta en términos técnicos el problema hídrico. Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles
Hidrología	h3	Importancia y ponderación de la química del agua de los recursos hídricos; agua cruda	Conoce los parámetros químicos de caracterización agua cruda según Normas
Ingeniería Sanitaria	s1	Importancia del rol del ingeniero civil en la Ingeniería Hidrosanitaria y gestión integral del agua	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los métodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelación.
Ingeniería Sanitaria	s2	Importancia y ponderación de la química del agua en la ingeniería hidrosanitaria	Conoce los parámetros químicos de caracterización agua cruda según Normas
Ingeniería Sanitaria	s3	Problemáticas emergentes por inadecuada planificación hídrica en la aplicación de tecnologías de saneamiento básica	Interpreta en términos técnicos el problema hídrico. Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles
Ingeniería Sanitaria	s4	Alternativas Tecnologías Sostenibles en agua potable y residual	Identifica topológicamente las obras y tecnologías alternativas según las características hidrológicas, ambientales y sociales

GESFOC aplicada a la inserción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.

**Tabla 2**  
**Matriz de resultados de la aplicación de metodología GESFOC en la inserción de la Didáctica de la Ingeniería Hidrosanitaria en los periodos I/2019 a I/2022. Materia Hidrología**

Código de secuencia	Materia	Secuencia Didáctica	Competencia a formar	Actividades con el docente y actividades autónomas de los estudiantes/recursos	Evaluación se establecen criterios y evidencias para orientar la evaluación del aprendizaje, así como la ponderación respectiva. Se anexan matices evaluación	Se describen las principales sugerencias para que el estudiante reflexione y se autorregule en el proceso de aprendizaje.	Epistemología predominante esperada
1	Hidrología	h1	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los métodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelación.	Aula física o virtual provee documentación fiable textual o gráfica, laboración de cuestionarios, propuestas documentales de posibles soluciones. Investiga. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales	Responde a cuestionarios. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales. Ponderación 3 % de la evaluación final de la materia	valoración técnica, social y ambiental	Constructivista, social y ambiental
2	Hidrología	h2	Interpreta en términos técnicos el problema hidrico. Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles	Aula física o virtual y/o visitas guiadas y/o trabajo campo provee documentación fiable textual o gráfica sobre casos de estudio, investiga, elaboración de cuestionarios, propuestas documentales de posibles soluciones. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales	Responde a cuestionarios. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales. Investiga alternativas tecnológicas de solución. Ponderación 10 % de la ponderación final de la materia	valoración técnica, social y ambiental en grupo	Pensamiento sistémico y complejo
3	Hidrología	h3	Conoce los parámetros químicos de caracterización agua cruda según Normas	Laboratorio de aguas, métodos de laboratorio en aula virtual, desarrolla prácticas en laboratorio qmc de evaluación química de agua cruda	Responde a cuestionarios, elabora informes de laboratorio. Ponderación 3% de la evaluación final de la materia	Valoración, técnica social y ambiental en grupo	Constructivista, social y ambiental
4	Hidrología	h4	Conoce los parámetros químicos de caracterización agua tratada cruda según Normas	Laboratorio de aguas, métodos de laboratorio en aula virtual, desarrolla prácticas en laboratorio qmc de evaluación química de agua cruda	Responde a cuestionarios, elabora informes de laboratorio. Ponderación 3% de la evaluación final de la materia	Valoración, técnica social y ambiental en grupo	Constructivista, social y ambiental

Nota. Extraído de Tabla 2 y Tabla 3: Elaboración propia

**Tabla 3**  
Matriz de resultados de la aplicación de metodología GESFOC en la inserción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria en los periodos I/2019 a I/2022. Materia Ingeniería Sanitaria

Materia	Código de secuencia	Secuencia Didáctica	Competencia a formar	Actividades con el docente y actividades autónomas de los estudiantes/recursos	Evaluación se establecen criterios y evidencias para orientar la evaluación del aprendizaje, así como la ponderación respectiva. Se anotan matrices evaluación	Se describen las principales sugerencias para que el estudiante reflexione y se autorregule en el proceso de aprendizaje.	Epistemología predominante esperada
Ingeniería Sanitaria	s1	Importancia del rol del Ingeniero civil en la Ingeniería Hidrosanitaria y gestión integral del agua	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los métodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelación.	Aula física o virtual provee documentación fiable textual o gráfica, laboración de cuestionarios, propuestas documentales de posibles soluciones. Investiga. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales	Responde a cuestionarios. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales. Ponderación 3 % de la evaluación final de la materia	valoración técnica, social y ambiental	Constructivista, social y ambiental
Ingeniería Sanitaria	s1	Problemáticas emergentes por inadecuada planificación hídrica en la aplicación de tecnologías de saneamiento básica	Interpreta en terminos técnicos el problema hídrico. Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles	Aula física o virtual y/o visitas guiadas y/o trabajo campo. provee documentación fiable textual o grafica sobre casos de estudio, investiga, elaboración de cuestionarios, propuestas documentales de posibles soluciones. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales	Responde a cuestionarios. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales. Investiga alternativas tecnológicas de solución. Ponderación 10 % de la ponderación final de la materia	valoración técnica, social y ambiental en grupo	Pensamiento sistémico y complejo
Ingeniería Sanitaria	s3	Importancia y ponderación de la química del agua en la Ingeniería hidrosanitaria	Conoce los parámetros químicos de caracterización agua cruda según Normas	Laboratorio de aguas, métodos de laboratorio en aula virtual, desarrollo la practicas en laboratorio qmc de evaluación química de agua cruda	Responde a cuestionarios, elabora informes de laboratorio. Ponderación 3% de la evaluación final de la materia	Valoración, técnica social y ambiental en grupo	Constructivista, social y ambiental
Ingeniería Sanitaria	s4	Alternativas Tecnológicas Sostenibles en agua potable y residual	Identifica topológicamente las obras y tecnologías alternativas según las características hidrológicas, ambientales y sociales	Aula física o virtual y/o visitas guiadas y/o trabajo campo provee documentación fiable textual o grafica, investiga, elaboración de cuestionarios, propuestas documentales de posibles soluciones. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales	Responde a cuestionarios. Elabora videos, infografías, mapas conceptuales. Investiga y propone obras y tecnologías alternativas según las características hidrológicas, ambientales y sociales. Ponderación 3 % de la evaluación final de la materia	valoración técnica, social y ambiental	Constructivista, social y ambiental

Fuente: Elaboración propia.

#### *4.3. Evaluación de Evidencias*

- Se sistematiza en la Tabla 4, las evidencias de la aplicación pedagógica del modelo GESFOC, según: contenidos seleccionados, horas académicas asignadas, porcentaje calificación asignada, recursos utilizados y documentación proporcionada y/o generada en las actividades con el docente y actividades autónomas de los estudiantes.
- Se ha hecho uso de ambientes pedagógicos físicos y virtuales (aula, laboratorio, trabajo de campo, plataforma TEAMS).
- Las evidencias mayores están en la plataforma TEAMS de UNIVALLE, debido a que ha facilitado la sistematización pedagógica virtual durante el periodo 2020 al 2021 por la pandemia COVID 19.

SECUENCIA	PERIODO	TEMAS SOSTENIBILIDAD	HRS/GESTIÓN	% CALIFICACIÓN	EVIDENCIAS	MATERIAS
h1, s1	I/2019-I/2022	GENERALIDADES	8	6	Cuestionarios, mapas conceptuales. Pregunta examen	HIDROLOGÍA, INGENIERÍA SANITARIA
h2	I/2019-I/2022	PROBLEMÁTICA AGUA, IMPACTO CICLO HIDROLOGICO	8	10	Cuestionarios, mapas conceptuales, tare a ejercicio : e valua, cuantifica. Pregunta Examen	HIDROLOGÍA
h3, s2	I/2019-I/2021	CALIDAD AGUA CRUDA	4	6	Practicas Laboratorio virtual. Informe	HIDROLOGÍA, INGENIERÍA SANITARIA
h4, s3	II/2021	CALIDAD AGUA TRATADA	8	8	Practicas Laboratorio físico. Informe	HIDROLOGÍA, INGENIERÍA SANITARIA
s4	I/2019-I/2022	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	4	10	Elabora videos, infografías, investiga y propone obras. Pregunta Examen	INGENIERÍA SANITARIA
<b>TOTAL</b>			<b>32</b>	<b>40</b>	<b>%</b>	
<b>TOTAL MATERIAS 2</b>			<b>160</b>	<b>100</b>		
<i>Nota.</i>	En cada materia se ha logrado insertar dentro el 20 % de horas académicas y asignando el 20 % de la calificación.					

**Tabla 4.** Evaluación de Evidencias de la Inserción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria en las materias de Hidrologías e Ingeniería Sanitaria gestiones (I/2019-I/2022)

## **5. Discusión**

La inserción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible (Otero Valle, 2019) en UNIVALLE La Paz con el Método GESFOC, ha permitido organizar la aplicación pedagógica en secuencias didácticas temáticas de forma limitada debido al compromiso de cumplimiento del plan de estudios convencional exigido en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria por consiguientes se ha adicionado las temáticas de la didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en un 20 % de la carga horaria. Lo que significa un trabajo adicional tanto para el docente como para los alumnos (sujetos)

La percepción de la temática de saneamiento básico, gestión del agua y sostenibilidad de los alumnos (encuesta abierta 2019) indica que los principios de sostenibilidad están en su medio de manera difusa por lo que ha sido necesario afianzar sus competencias orientadas al logro del desempeño de la ingeniería hidrosanitaria sostenible actual y futuro. Así también, se ha identificado la presentación de proyectos de grado de aplicación de la Ingeniería Sanitaria con alternativas tecnológicas sostenibles (2020-2021).

Tanto en la inserción como en el desarrollo del plan convencional de las materias (trabajo integral) se ha necesitado actualizar y ampliar los recursos de aprendizaje como: bibliografía, fuentes de información, estudios específicos con tecnologías sostenibles, documentación local e internacional de proyectos correspondientes, revisión y aplicación de las normas nacionales e internacionales con alternativas tecnológicas, etc.

Los recursos bibliográficos seleccionados y utilizados incluyen la NB (Norma Boliviana) de saneamiento básico (2004-2011), las cuales han ido incorporando tecnologías alternativas, pero se recomienda su actualización periódicamente.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

Se ha logrado la inserción sistematizada de la formación de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible mediante el modelo GESFOC, logrando el 20 % de inserción curricular de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria con secuencias didácticas enfocadas en: generalidades de la sostenibilidad, la problemática hídrica, alternativas tecnológicas y calidad agua. Para el desarrollo pleno de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible es necesario aumentar su inserción: a las demás materias hidrosanitarias, a las áreas de investigación, interacción social y postgrado.

El modelo GESFOC ha permitido organizar, sistematizar y evaluar el desarrollo de la inserción didáctica compleja en el proceso de enseñanza y aprendizaje de 2 materias de la ingeniería civil, orientándolas a la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

El modelo educativo UNIVALLE con su método META ha facilitado la inserción de la gestión integral del agua en la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible por su carácter socioformativo y de autorregulación.

Los problemas del saneamiento básico y de disponibilidad adecuada del agua, se han incrementado con el COVID 19, por lo que hay un nuevo escenario emergente dentro la ingeniería hidrosanitaria sostenible que exige mayor uso de tecnologías sostenibles, y técnicas innovadoras (uso de Tics, BIM, etc.) como también el fortalecimiento de valores de responsabilidad respecto a los sistemas hídricos y su disponibilidad.

La ciencia y la tecnología global produce tecnología sostenible para la resiliencia ante escenarios emergentes, las universidades nacionales tienen que alinearse a esa dinámica.

## Referencias

- Allenby, B. (2011). *The Theory and Practice of Sustainable Engineering*. Atlasti. (2020). <https://atlasti.com/es/entrenamientos/revisiones-de-literatura-mas-faciles-con-atlas-ti>. Obtenido de Atlasti.com.
- Azoulay, A. (29 de septiembre de 2019). Unidos por la Biosfera. *La Razon*, pág. A34.
- Barbosa, J. W. (2013). Revision y analisis documental para estado del arte: una propuesta metodologica desde el contexto de la sistematizacion de experiencias educativas. *Investigacion Bibliotecologica*, 105.
- Bozu, Z., & Ibernón, F. (2009). Creando Comunidades de practica y conocimiento en la Universidad una experiencia de trabajo entre universidades de lengua catalana. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1-10.
- Hoffmann, D. (2016). Bienvenidos al "Antropoceno", la nueva época geológica. *Cambio Climático en Bolivia*, 1-2.
- Innovacion y transformacion de estudios de postgrado. (2013). *Integra Educativa*, VI(3), 205-228. Recuperado el 2017
- Morin, E. (2011). *La Via para el futuro de la Humanidad*. Madrid: Paidós.
- Oberliesen, M. D. (2013). Innovación y transformación de estudios de postgrado: Significado social para el desarrollo de las universidades en contextos internacionales Sur-Sur-Norte. *Revista Integra Educativa*, 205-228. doi:[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1997-40432013000300010](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1997-40432013000300010)
- Otero, M. N. (2019). *Didactica de la Gestion Integral del Agua en la Ingenieria Hidrosanitaria de la UMSA (2009-2019)*. [Tesis Doctorado no publicada], UMSA, CEPIES, La Paz.
- Otero, M. N. (2021). Didactic Comprehensive Management in Sustainable Hydrosanitary Engineering, Univalle University. *Primer Congreso Intercontinental de Ciencia y Tecnología 25 al 27 noviembre 2021*. Cochabamba. Obtenido de [https://journalasc.org/es/annual\\_meeting/](https://journalasc.org/es/annual_meeting/)
- Otero, M. N. (2021). Significacion Didactica y de impacto social de la conformacion del Comité Técnico de Emergencias UMSA, durante la crisis del agua 2016 de La Paz, Bolivia. *Revista Polyphonia, Goiânia*, 32, 262-272. doi:<https://doi.org/10.5216/rp.v32i1.67408>
- Otero, M. N. (2018). Propuesta de conformacion del Comité Técnico de Emergencias en la Crisis del Agua. En M. Otero Valle, M. Garcia, G. Rodrigo Lira, R. Cortez, E. Ricaldi Yarvi, & A. Gutierrez, *Crisis del Agua: El acceso a la informacion cientifica sobre los recursos hidricos y el agua en La Paz* (págs. 13-27). La Paz: Universidad Mayor de San Andres, ISBN 978-99954-49-46-9.
- Paz Rada, E. (2012). Una reflexion sobre las relaciones sociedad-UMSA: La Interaccion Social. *Scielo*, 91-109. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0040-29152012000100007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29152012000100007&lng=es&nrm=iso). ISSN 2413-5720
- Programa Agua, C. y. (2017). Cusco. Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/noticias/gest-recursos-hidricos.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/noticias/gest-recursos-hidricos.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el junio de 2020, de

Objetivo 6: Agua limpia y Saneamiento: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

Rivas, G. (1966). Problemas de Educacion en la Ingenieria Sanitaria. *Boletion de la Oficina Sanitaria Panamericana*.

Abate, S. & Lucino, C. (2017). La dimension social de la ingenieria. En *Ingenieria y saberes sociales* (pág. 106). La Plata: Edulp.

Tobón Tobón, S. (2010). *Secuencias Didacticas, Aprendizaje y Evaluacion de Competencias*. Mexico: Pearson.

Tobón Tobón, S. (2010). Formacion integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluacion. *Revista interamericana de Educacion de adultos*, 90-95.

Universidad Privada del Valle. (2018). *30 AÑOS UNIVALLE*. Cochabamba. Recuperado el 10 de 10 de 2019

Vasquez, J. (2017). Gestion Integral del Agua desde una perspectiva compleja. Medellin. Recuperado el 2019

Villavicencio, X. (2019). Aporte de las ingenierías en los ODS. Obtenido de <https://ucsp.edu.pe/la-importancia-de-la-ingenieria-en-el-desarrollo-sostenible/>