



El equipo de pedagogía del Grupo Edúcate Colombia ha diseñado este taller para que te conviertas en un pensador crítico, capaz de analizar los desafíos del **Componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**.

¿Deberíamos permitir los cultivos transgénicos? ¿Es la energía nuclear una solución viable al cambio climático? ¿Quién es responsable del plástico en los océanos? Estas preguntas no tienen una respuesta simple de "verdadero o falso". Exigen una mente entrenada para analizar evidencia, evaluar impactos y comprender que la ciencia no existe en un laboratorio aislado; moldea nuestra sociedad y, a su vez, es moldeada por ella.

Este componente evalúa tu habilidad para conectar el conocimiento científico (de biología, física y química) con problemas del mundo real. No se trata de ser un experto en todos los temas, sino de aprender a leer una situación, identificar los argumentos científicos, sociales y éticos, y tomar una postura fundamentada. Dominar el componente CTS te convertirá en un ciudadano informado, capaz de participar en los debates más importantes de nuestro tiempo.

## Glosario Clave: Tu Kit de Herramientas del Pensador Crítico

Para analizar problemas CTS, necesitas un set de herramientas conceptuales que te ayuden a ver el panorama completo.

### Desarrollo Sostenible:

**¿Qué es?** La idea de satisfacer nuestras necesidades actuales (económicas, sociales) sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Es el equilibrio entre el progreso y la protección del planeta.

**Acción Clave:** Cuando evalúes una tecnología o proyecto, pregúntate: ¿Es bueno para la economía? ¿Es justo para la gente? ¿Es seguro para el medio ambiente? Una solución sostenible debe intentar responder "sí" a las tres.

### Costo-Beneficio (Trade-off):

**¿Qué es?** El reconocimiento de que toda solución tecnológica tiene ventajas y desventajas. Nada es perfecto.

**Acción Clave:** Ante cualquier propuesta (un nuevo pesticida, una nueva fuente de energía), haz una lista mental o escrita de los "Pros" y los "Contras". La mejor decisión no es la que no tiene contras, sino la que tiene el balance más favorable.

### Bioacumulación:

**¿Qué es?** El proceso por el cual sustancias tóxicas, como los metales pesados o ciertos pesticidas, se acumulan en los tejidos de un organismo a una velocidad mayor de la que pueden ser eliminadas.

**Acción Clave:** Cuando un texto mencione un contaminante en un ecosistema, sigue su rastro por la red trófica. Piensa que la concentración del tóxico AUMENTA en cada nivel, siendo máxima en los depredadores tope (incluyendo a los humanos).

### Principio de Precaución:

**¿Qué es?** La idea de que, ante un riesgo potencialmente grave para la salud pública o el medio ambiente, no se debe esperar a tener una certeza científica absoluta para tomar medidas protectoras. Es el famoso "es mejor prevenir que lamentar" aplicado a la ciencia y la política.

**Acción Clave:** Si un texto describe una nueva tecnología con efectos desconocidos a largo plazo, una postura basada en este principio favorecería la cautela, la regulación y más investigación antes de una implementación masiva.



## COMPETENCIAS Y RUTA METODOLÓGICA A DESARROLLAR

Para analizar los complejos escenarios CTS, necesitas un método de pensamiento que organice tus ideas y te guíe hacia una conclusión lógica y bien defendida.

### Paso A - ¿Qué habilidades evalúa el ICFES?

Aunque apliques conceptos de las tres ciencias, las competencias evaluadas siguen siendo las mismas, pero con un enfoque CTS:

- \* Uso Comprensivo del Conocimiento Científico: Usar un concepto básico (ej. ciclo del carbono, especificidad enzimática) para entender el problema tecnológico o ambiental.
- \* Explicación de Fenómenos: Construir un argumento sobre las consecuencias (positivas o negativas) de una tecnología o una acción humana sobre un sistema natural o social.
- \* Indagación: Analizar la información, los datos o los diseños experimentales presentados para evaluar la validez de una afirmación o una propuesta.

### Paso B - ¿Cómo desarrollamos estas competencias? Con nuestra ruta.

El método "Las 4 Fases del Explorador Científico" es tu mejor aliado para abordar los problemas CTS, pues te obliga a analizar antes de juzgar.



#### • Fase 1: DECODIFICACIÓN (Comprender el Escenario y la Pregunta)

Aquí aplicas la Indagación. Tu objetivo es entender el dilema: ¿Cuál es el problema ambiental o social? ¿Qué tecnología se propone? ¿Qué intereses están en juego? ¿Qué te preguntan exactamente?



#### • Fase 2: CONEXIÓN CIENTÍFICA (Activar y Vincular Conocimiento)

Esta fase es una mezcla de Uso Comprensivo y razonamiento crítico. Activas el principio científico relevante (ej. "los pesticidas pueden afectar a otras especies") y los conceptos CTS de tu glosario (ej. "esto es un problema de costo-beneficio").



#### • Fase 3: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN (Aplicar Razonamiento y Juzgar Opciones)

Aquí brilla la Explicación de Fenómenos. Usas los principios para evaluar los impactos de la tecnología. Analizas cada opción y la juzgas según sus consecuencias económicas, sociales y ambientales. Descartas las opciones que son unilaterales, exageradas o que ignoran una parte del problema.



#### • Fase 4: VALIDACIÓN Y SELECCIÓN (Confirmar y Elegir la Mejor Respuesta)

Este es tu control final. Te aseguras de que tu elección sea la más balanceada, razonable y que esté respaldada por la información del texto, sin caer en opiniones personales sin fundamento.



### Bloque 1: Nivel Bajo

#### Pregunta #1

- **Contexto:** Basado en la información sobre la quema de combustibles fósiles en La Guajira en la pregunta 104 de la Sesión 1.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.
  - » **Afirmación:** Identifica las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.
  - » **Evidencia:** Reconoce posibles cambios en el entorno por la explotación de un recurso o el uso de una tecnología.

**Pregunta:** El texto menciona que el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, producto de la quema de combustibles fósiles, "reduce el pH de los océanos, modificando su composición química y afectando a los organismos marinos". Este fenómeno es conocido como:

- A. Eutrofización.
- B. Efecto invernadero.
- C. Acidificación oceánica.
- D. Lluvia ácida.

#### Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:

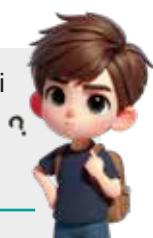
• **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es la causa mencionada? Aumento de CO<sub>2</sub>. ¿Cuál es el efecto descrito? Reducción del pH de los océanos. Me piden el nombre de este proceso específico.

• **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** Define brevemente cada uno de los términos de las opciones. ¿Qué es la eutrofización? ¿El efecto invernadero? ¿La acidificación? ¿La lluvia ácida?

• **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** Compara la descripción del enunciado ("reduce el pH de los océanos") con tus definiciones. ¿Cuál de los términos encaja directamente con esta descripción? Descarta los demás explicando por qué no son el término preciso.

• **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma tu elección final. ¿Por qué estás seguro de que esta es la mejor respuesta?

**Pausa para Pensar:** ¿Por qué es importante distinguir entre "efecto invernadero" y "acidificación oceánica" si ambos están relacionados con el CO<sub>2</sub>?





### Bloque 2: Nivel Medio

#### Pregunta #2

- **Contexto:** Basado en el uso del herbicida Atrazina y la bacteria Pseudomonas en la pregunta 103 de la Sesión 1.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Explicación de Fenómenos.
  - » **Afirmación:** Analiza el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud.
  - » **Evidencia:** Explica cómo la explotación de un recurso o el uso de una tecnología tiene efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno.

**Pregunta:** El uso de la bacteria Pseudomonas sp. ADP para degradar el herbicida Atrazina en el agua es una técnica de biorremediación. ¿Cuál es la principal ventaja de esta solución tecnológica frente al método tradicional de dejar que el contaminante se diluya naturalmente en el agua?

- A. La biorremediación transforma el contaminante en compuestos no tóxicos, eliminando el riesgo a largo plazo.
- B. La dilución es un proceso más rápido, aunque menos seguro, para reducir la concentración del herbicida.
- C. Las bacterias Pseudomonas pueden ser modificadas genéticamente para producir agua potable.
- D. La biorremediación no requiere de ningún tipo de inversión económica ni de supervisión científica.

#### Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:

- **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es la tecnología? Biorremediación con bacterias. ¿Con qué se compara? Con la dilución natural. Me piden la ventaja de la biorremediación.
- **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** La clave es la diferencia entre "transformar" un contaminante y "diluirlo". Diluir solo reduce la concentración, pero el veneno sigue ahí. Transformar lo elimina.
- **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** Analiza cada opción. ¿La dilución es realmente un método? (B). ¿El objetivo es crear agua potable o eliminar un tóxico? (C). ¿Cualquier tecnología avanzada es gratuita? (D). ¿Cuál es el beneficio real de usar una bacteria que "come" el veneno? (A).
- **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma tu respuesta. La ventaja más importante debe ser la que aborda el problema de la toxicidad de raíz.

**Pausa para Pensar:** ¿Qué es más importante para la seguridad a largo plazo de un ecosistema: reducir la concentración de un veneno o eliminarlo por completo?





### Pregunta #3

- **Contexto:** Basado en la información sobre la instalación de paneles solares en una comunidad indígena en la pregunta 120 de la Sesión 1.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Indagación.
  - » **Afirmación:** Utiliza algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones.
  - » **Evidencia:** Diseña experimentos para dar respuesta a sus preguntas.

**Pregunta:** Un líder comunitario argumenta que para asegurar que el proyecto de paneles solares sea exitoso a largo plazo, no solo se debe considerar la irradiación solar, sino también la capacidad de la comunidad para mantener los equipos. ¿Qué actividad sería más pertinente para evaluar este factor social y técnico?

- A. Medir la temperatura máxima y mínima de la región durante un año.
- B. Realizar talleres de capacitación con jóvenes de la comunidad sobre instalación y mantenimiento básico de paneles.
- C. Comparar el costo de los paneles solares con el de un generador diésel para el mismo nivel de energía.
- D. Analizar la composición del suelo para asegurar una cimentación adecuada para los paneles.

### Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:

• **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es el factor a evaluar? La capacidad de la comunidad para *mantener* los equipos (factor social y técnico). La pregunta es: ¿qué actividad evalúa esto?

• **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** Activa el concepto de "apropiación tecnológica". Una tecnología no es exitosa solo porque funciona, sino porque la comunidad la adopta, la entiende y puede sostenerla en el tiempo.

• **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** Evalúa cada actividad propuesta. ¿Medir la temperatura (A) o analizar el suelo (D) evalúa la capacidad de la gente? No. ¿Comparar costos (C) evalúa la capacidad de mantenimiento? No directamente. ¿Capacitar a la gente (B) y ver su respuesta y aprendizaje evalúa su capacidad? Sí.

• **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma tu elección. La actividad más pertinente debe abordar directamente la variable que se quiere medir: la capacidad humana y social.

**Pausa para Pensar:** ¿Por qué un proyecto tecnológico puede ser científicamente perfecto pero socialmente un fracaso?





### Pregunta #4

- **Contexto:** Basado en la información sobre el impacto del turismo y la pesca en una red trófica marina en la pregunta 114 de la Sesión 1.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Explicación de Fenómenos.
  - » **Afirmación:** Analiza el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud.
  - » **Evidencia:** Explica cómo la explotación de un recurso o el uso de una tecnología tiene efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno.

**Pregunta:** Si la pesca masiva del pez loro, que se alimenta de las algas que crecen sobre los corales, es promovida por la industria turística, ¿cuál es el conflicto central entre el interés económico a corto plazo y la sostenibilidad del ecosistema?

A. La pesca del pez loro aumenta la población de tiburones, lo que pone en riesgo a los turistas.

- A. La pesca del pez loro aumenta la población de tiburones, lo que pone en riesgo a los turistas.
- B. La eliminación del pez loro permite que las algas sobrecrezcan y asfixien a los corales, destruyendo el arrecife que atrae a los turistas en primer lugar.
- C. Los turistas prefieren consumir otros peces como el atún, por lo que la pesca del pez loro no es económicamente rentable.
- D. La pesca masiva es una actividad que requiere de barcos grandes, los cuales contaminan el agua con su combustible.

### Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:

• **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es la acción? Pesca masiva del pez loro. ¿Cuál es la función del pez loro? Come algas de los corales. ¿Cuál es el conflicto? Interés económico vs. sostenibilidad.

• **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** Activa los conceptos de "rol ecológico" (o nicho) y "sostenibilidad". Cada especie tiene un trabajo. Si la quitas, alguien deja de hacer ese trabajo y el sistema se desequilibra. Una actividad no es sostenible si destruye el mismo recurso del que depende.

• **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** Sigue la cadena de consecuencias. Quitas al pez loro Nadie se come las algas Las algas crecen sin control Los corales mueren El arrecife (atractivo turístico) se destruye. ¿Qué opción describe este ciclo vicioso?

• **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma que tu elección describe un conflicto directo entre la acción económica y la consecuencia ecológica que socava esa misma acción económica.

**Pausa para Pensar:** Este es un ejemplo de un "trade-off" o costo-beneficio. ¿Qué se gana a corto plazo y qué se pierde a largo plazo?





## Bloque 3: Nivel Alto

### Pregunta #5

- **Contexto:** Basado en el uso de la bacteria Ideonella sakaiensis para degradar plástico PET en la pregunta 54 de la Sesión 2.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Explicación de Fenómenos.
  - » **Afirmación:** MModela fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas.
  - » **Evidencia:** Explica cómo la explotación de un recurso o el uso de una tecnología tiene efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno.

**Pregunta:** Se propone liberar masivamente la bacteria Ideonella sakaiensis en ecosistemas acuáticos para degradar la contaminación por plástico PET. Un ecólogo, aplicando el "principio de precaución", advierte sobre un posible riesgo. ¿Cuál de los siguientes argumentos representa mejor este riesgo ecológico a largo plazo?

- A. La bacteria podría empezar a degradar otros polímeros naturales, como la celulosa de las plantas, alterando la base de los ecosistemas.
- B. El costo de producir y liberar las bacterias a gran escala sería demasiado alto para los gobiernos de países en desarrollo.
- C. La degradación del PET libera CO<sub>2</sub> y agua, lo que podría contribuir marginalmente al efecto invernadero.
- D. La bacteria podría ser superada por otros microorganismos nativos, haciendo que la estrategia sea ineficaz.

### Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:

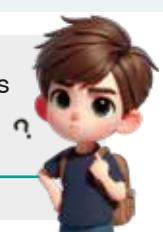
• **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es la tecnología? Liberar una bacteria "come-plástico". ¿Cuál es el concepto clave a aplicar? Principio de precaución. ¿Qué significa eso? Pensar en las peores consecuencias posibles, aunque no estemos seguros de que ocurrirán.

• **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** El principio de precaución nos lleva a pensar en los "efectos no deseados" o "consecuencias imprevistas" de introducir una especie exótica o modificada en un nuevo ambiente.

• **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** Analiza los riesgos. El costo (B) y la ineficacia (D) son riesgos del proyecto, pero no riesgos ecológicos graves. La liberación de CO<sub>2</sub> (C) es un efecto, pero probablemente menor comparado con la incineración. La posibilidad de que la bacteria mute o se adapte para atacar componentes naturales del ecosistema (A) es un riesgo ecológico sistémico y de gran escala. Es el tipo de escenario catastrófico que el principio de precaución busca evitar.

• **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma que tu elección representa el riesgo más grave, fundamental e impredecible a largo plazo, que es la esencia del principio de precaución.

**Pausa para Pensar:** ¿Cómo te ayuda el "principio de precaución" a pensar más allá de los beneficios inmediatos de una nueva tecnología?



**Pregunta #6**

- **Contexto:** Basado en la tecnología de drones para agricultura de precisión en la pregunta 74 de la Sesión 2.
- **Etiqueta de Especificaciones:**
  - » **Competencia:** Explicación de Fenómenos.
  - » **Afirmación:** Analiza el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud.
  - » **Evidencia:** Explica cómo la explotación de un recurso o el uso de una tecnología tiene efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno.

**Pregunta:** La implementación de drones y sensores en la agricultura (agricultura de precisión) permite usar un 40% menos de pesticidas. Sin embargo, el texto señala que la alta inversión inicial y la necesidad de capacitación especializada limitan su acceso para pequeños agricultores. Este escenario describe un problema conocido como:

- A. Brecha tecnológica.
- B. Obsolescencia programada.
- C. Monopolio tecnológico.
- D. Soberanía alimentaria.

**Tu Espacio de Trabajo - Aplica las 4 Fases:**

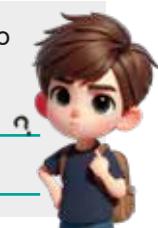
• **FASE 1 - DECODIFICACIÓN:** ¿Cuál es la tecnología? Drones para agricultura. ¿Cuál es su beneficio? Menos pesticidas. ¿Cuál es su barrera? Alto costo y complejidad. ¿Quiénes son los afectados? Pequeños agricultores. Me piden el nombre de este problema.

• **FASE 2 - CONEXIÓN CIENTÍFICA:** Repasa los conceptos de las opciones. ¿Qué es una brecha tecnológica? ¿La obsolescencia programada? ¿Un monopolio? ¿La soberanía alimentaria?

• **FASE 3 - ANÁLISIS Y EVALUACIÓN:** El problema describe una división: los que pueden acceder y beneficiarse de una nueva tecnología (grandes agricultores) y los que no (pequeños agricultores), creando desigualdad. ¿Cuál de los términos de las opciones describe esta división o "gap" en el acceso a la tecnología?

• **FASE 4 - VALIDACIÓN Y SELECCIÓN:** Confirma que el término "Brecha tecnológica" describe perfectamente la situación en la que una innovación, en lugar de ser un ecualizador, aumenta la diferencia entre diferentes grupos socioeconómicos.

**Pausa para Pensar:** ¿Puede una tecnología ser ambientalmente beneficiosa pero socialmente perjudicial si no es accesible para todos? ¿Por qué?





# Mi Autoevaluación y Reflexión Final

¡Excelente trabajo! Has analizado dilemas complejos que conectan la ciencia con el mundo real. La práctica ha concluido, pero el desarrollo de un pensamiento crítico apenas comienza. Esta sección es tu espacio para evaluar cómo piensas, para identificar tus fortalezas como analista y para diseñar un plan que te convierta en un ciudadano aún más informado y reflexivo.

## Rúbrica de Autoevaluación

**Instrucción:** Evalúa con honestidad tu desempeño al aplicar las cuatro fases en los problemas de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Asigna un puntaje de 1 a 5 para cada criterio, donde 1 es "Me costó mucho, necesito enfocarme aquí" y 5 es "Lo apliqué con claridad y confianza".

Criterio / Fase del Razonamiento	Descripción de mi desempeño	Mi Puntaje (1-5)
Fase 1: DECODIFICACIÓN	¿Identifiqué claramente el problema central, la solución propuesta y los diferentes actores o intereses involucrados en cada escenario?	_____
Fase 2: CONEXIÓN CIENTÍFICA	¿Logré conectar la situación con los conceptos CTS clave (ej. desarrollo sostenible, costo-beneficio, principio de precaución) para enmarcar el problema?	_____
Fase 3: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	¿Pude evaluar los impactos (positivos y negativos) de cada propuesta y descartar las opciones que eran simplistas, unilaterales o que no abordaban el problema de raíz?	_____
Fase 4: VALIDACIÓN Y SELECCIÓN	Al final, ¿sentí que mi elección era la más balanceada, crítica y fundamentada en la información del texto, y no solo una opinión personal?	_____



### Mi Plan de Acción Personalizado

**Instrucción:** Un pensador crítico siempre busca mejorar. Usa tu diagnóstico para construir un plan de acción concreto. Completa las siguientes frases.

- Mi mayor fortaleza, la fase en la que me siento más seguro, es:

---

---

---

---

- La fase del razonamiento matemático en la que debo enfocarme más la próxima vez es:

---

---

---

---

- Una acción concreta que haré para mejorar en esa fase es:

---

---

---

---



## ¡Felicitaciones!

Desde el equipo de pedagogía del **Grupo Edúcate Colombia**, te felicitamos por tu dedicación. El componente CTS es el que más se acerca a los desafíos que enfrentarás como profesional y ciudadano. Al completar este taller, no solo has practicado para una prueba, sino que has entrenado una de las habilidades más importantes para el siglo XXI: el pensamiento crítico.

La capacidad de analizar un problema desde múltiples ángulos, de sopesar la evidencia y de entender que las soluciones rara vez son simples, es lo que distingue a un líder. Sigue cultivando esta habilidad, mantén una mente curiosa y nunca dejes de cuestionar. Estás más que preparado para aportar una voz informada y valiosa a cualquier conversación.

**¡Sigue adelante con esa capacidad de análisis!  
El mundo necesita más pensadores como tú.**