

# Manual de instrucciones de TechEthos



30-45 minutos



De 3 a 7 jugadores

## 1. Introducción

Este juego se elaboró en el marco del proyecto TechEthos, financiado por la UE. TechEthos pretende introducir los valores éticos y sociales en el diseño y desarrollo de las tecnologías nuevas y emergentes desde el inicio del proceso.

Se centra concretamente en tres familias de tecnologías: neurotecnología, geoingeniería y realidad extendida. A través del juego podrás conocer mejor cada una de ellas, gracias al análisis llevado a cabo por el proyecto, y compartir con los demás jugadores (y nuestros socios de proyecto) tus ideas sobre el mundo del futuro en el que te gustaría vivir.

La ética debe ser una parte intuitiva de la investigación y la innovación tecnológicas; TechEthos se compromete a ofrecer directrices que les resulten útiles a las partes implicadas en este campo. Las opiniones que se viertan durante el juego contribuirán al trabajo del proyecto en este sentido.

¡A jugar!

## 2. Descripción del juego

*Habéis sido elegidos, entre una gran variedad de solicitantes, para formar parte del Consejo Ciudadano Mundial (CCM) y decidir en conciencia lo que será mejor para el futuro del mundo.*

*El CCM ha de idear el futuro a partir de un conjunto específico de tecnologías que estamos viendo emerger y cuyo potencial aún no se ha desarrollado plenamente. Vuestra labor será decidir qué proyecto tecnológico os parece más valioso para conseguir un mejor futuro.*

*Pero tened cuidado, pues cada decisión que toméis tendrá consecuencias impredecibles sobre tres factores sociales. En cada paso dado en el juego, seréis conscientes del impacto que pueden tener vuestras elecciones. Vuestra misión es evitar que ninguno de los tres factores sociales llegue al límite, porque si los efectos son demasiado importantes, el mundo tal y como es cambiará de forma que no lo reconoceremos.*

*¡Pero no os desaniméis, porque aún queda algo de esperanza! Si, en el transcurso del*



Manual de instrucciones de

*juego, el impacto sobre un factor social alcanza el límite, el CCM tiene poder para responder con leyes que establezcan fronteras éticas al desarrollo tecnológico. Esto ayudará a cancelar un factor social de la carta y el mundo volverá a estar seguro de nuevo (al menos durante otra ronda más).*



## Breve descripción

Todas las versiones del juego contienen:

- 3 *cartas de instrucciones*
- 1 *manual*
- 7 *cartas de voto +1*
- 7 *cartas de voto +2*
- 10 *cartas de respuesta del Consejo*
- 3 *fichas de recursos*

Cada mazo de cartas de una *familia tecnológica* contiene:

- 1 *carta de familia tecnológica*
- 3 *cartas del mundo*
- 21 cartas de fases tecnológicas: 3 *cartas de fase tecnológica I*, 9 *cartas de fase tecnológica II* y 9 *cartas de fase tecnológica III*
- 3 *cartas de impactos*

Puede ser que el juego también cuente con:

- 1 *tablero del Consejo Ciudadano Mundial*
- 3 *fichas de impacto*
- *Hojas de solución* sueltas o en formato bloc

## 3. Componentes del juego

### 3.1 Cartas de instrucciones (3)

Las *cartas de instrucciones* contienen las reglas del juego de forma resumida y otra información útil. Hay dos cartas de este tipo:

- o 1 carta con los pasos de cada ronda
- o 1 carta con créditos que ofrece más información sobre el proyecto TechEthos

### 3.2 Cartas de voto (14)

Cada jugador recibirá una *carta de voto +1* y una *carta de voto +2*.



### 3.3 Fichas de impacto (3)

Las *fichas de impacto* os ayudarán a llevar la cuenta del impacto que tienen las elecciones en las escalas de los factores sociales presentes en la carta mundo elegida.

Existe la posibilidad de que el moderador sea quien prepare estas fichas. En caso contrario, y si tenéis que prepararlas vosotros mismos, podéis usar monedas, legumbres, fichas de otros juegos...



## 3.4 Mazos de cartas de la familia tecnológica (3)

El juego abarca cuatro amplias familias tecnológicas: neurotecnología, realidad digital extendida (con realidad extendida y procesamiento de lenguaje natural).

Como cada una de estas familias tecnológicas afecta a diferentes ámbitos de aplicación (educación, trabajo, familia, salud o comunicación, por mencionar sólo algunos) y plantea diferentes tipos de preguntas, hay un mazo diferente para cada una.

Cada mazo contiene: ○ 1

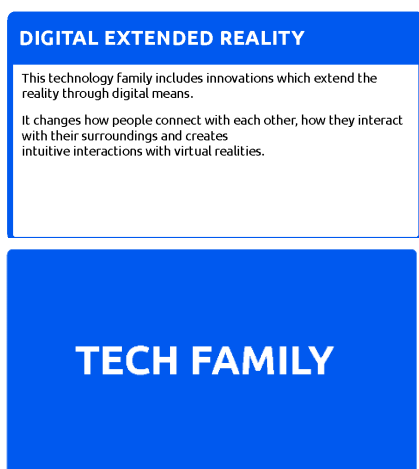
carta de la familia

tecnológica

- 3 cartas del mundo
- 3 cartas de impacto
- 21 cartas de fases tecnológicas (3 de la fase I, 9 de la fase II y 9 de la fase III)

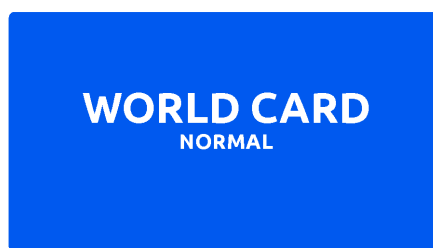
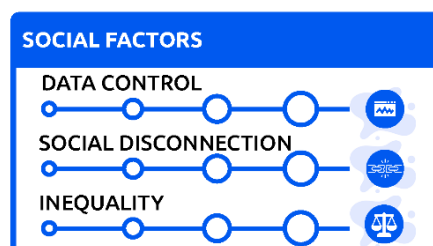
### 3.4.1 Carta de la familia tecnológica (1)

Esta carta proporciona una breve descripción de la amplia familia tecnológica elegida.



### 3.4.2 Carta del mundo (3)

Este tipo de carta contiene los **factores sociales** que se verán afectados por la introducción a larga escala de determinadas tecnologías e innovaciones. Hace un seguimiento de la evolución de esos factores a medida que se juega.



Las escalas representan el número de impactos que el mundo puede soportar sin desmoronarse. Si alguno de los factores alcanza su máximo durante la partida, el juego termina.

Cada mazo tiene tres **cartas del mundo** con diferentes escalas, que representan diferentes niveles de dificultad (fácil, normal y difícil). El moderador puede ser el encargado de elegir la carta del mundo para la partida. Por norma general:

- Si se quiere centrar el debate en analizar los problemas que pueden surgir con futuras tecnologías, se debe elegir una escala larga (por ejemplo, el nivel fácil) para dejar más tiempo a los debates.
- Si se quiere debatir sobre las posibles soluciones a los problemas, es aconsejable escoger una escala más corta (por ejemplo, el nivel difícil) para dedicarle más tiempo a las **cartas de**



### 3.4.3 Cartas tecnológicas (21)

Estas cartas son la esencia del juego. Describen algunas de las tecnologías que forman parte de la familia, los potenciales ámbitos de aplicación y el impacto social y ético que podrían tener.

Todas las *cartas tecnológicas* cuentan con casi el mismo tipo de características:

- o título,
- o breve resumen,
- o una imagen para visualizar el contenido de la *fase I* y la *fase II*,
- o *rótulos de relación* en el reverso de las cartas de la *fase II* y la *fase III*,
- o un número único de identificación al que se ha de hacer referencia en la *carta de respuesta del Consejo*.

Las *cartas de fase tecnológica I (3)* describen una tecnología específica asociada con la *familia tecnológica*.



Las *cartas de fase tecnológica II (9)* describen los posibles ámbitos de aplicación de las tecnologías contenidas en las *cartas de fase tecnológica I*. Están relacionadas con una o más cartas de la fase anterior (es decir, de la fase I). Para saber con qué cartas se relacionan, solo hay que leer el *rótulo de relación* que encontramos en el reverso de las

Ejemplo: La carta *Videojuegos* se relaciona con las cartas *Metaverso* y *Realidad Virtual*.

Las *cartas de fase tecnológica III (9)* contienen problemas éticos derivados de una *carta de fase tecnológica II* concreta. Los jugadores tendrán que escoger la que consideren más importante para debatir sobre sus límites y problemas éticos.

Ejemplo: La carta *Manipulación* se relaciona con la carta *Videojuegos*.

**GAMING**



XR enhances the feeling of being present in a game. The first-person perspective allows players to feel like the main character of their adventure.

**BENEFIT**  
More appealing and even more relaxing games

**ETHICAL CHALLENGE**  
Immersive games can be more addictive

**METAVVERSE  
VIRTUAL REALITY**

**Should nudging be controlled in XR?**

In XR, strong immersion in a virtual environment can lead to more effective manipulation of users' behavior. Collection of data that users might remain unaware of, such as eye movement, temperature and heart rate, can be used to attract their attention and ultimately impact their ability to focus.

**MANIPULATION**

**GAMING**

**TECH AGE 3**

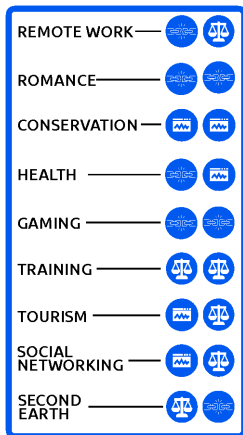
**XR - III - 5**



### 3.4.4 Cartas de impactos (3)

Hay una carta de este tipo por fase. Todas las *cartas tecnológicas* de una fase se enumeran en la *carta de impactos* correspondiente.

Junto al nombre de cada *carta tecnológica* se muestran diferentes combinaciones de *factores sociales*. Se utilizan para mover las fichas en la *carta mundo* entre fase y fase.



En grupo, los jugadores debéis escribir en esta carta:

- La referencia de la carta asociada (encontrarás la *identificación de la carta tecnológica* en el reverso de la misma).
- El problema más acuciante que haya que resolver.
- La solución propuesta y acordada por el Consejo (todos los jugadores).

COUNCIL RESPONSE CARD
TECH AGE CARD ID:
ISSUE TO SOLVE:
ETHICS PROPOSITION:



### 3.4.5 Cartas de respuesta del Consejo (10)

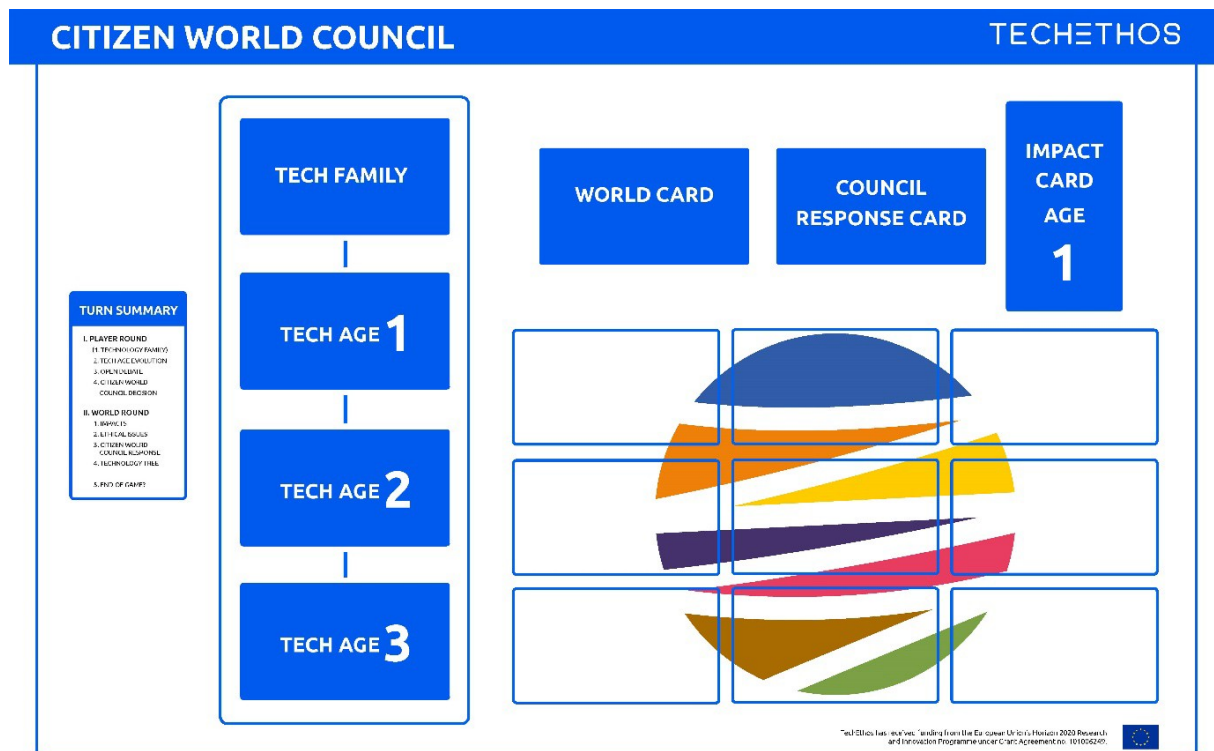
Los jugadores han de complimentar estas cartas en grupo. Una carta de este tipo se utiliza asociada a una *carta tecnológica* con la intención de anular todo su impacto en el *factor social*. Se utilizan cuando uno de los *factores sociales* alcanza su límite.

En lugar de utilizar las cartas de respuesta del Consejo, el moderador del juego puede facilitar un bloc de notas para anotar las respuestas como miembros del Consejo Ciudadano Mundial.



## 4. Configuración de la partida

Situa el **tablero de juego** en la mesa frente a los jugadores.



Cada partida se centra en una **familia tecnológica** escogida antes de empezar el juego. Tras coger el mazo de cartas correcto:

- Se reparten a cada jugador dos cartas de voto (**carta de voto +1** y **carta de voto +2**).
- Se elige el nivel de dificultad (**fácil, normal** o **difícil**), se coge la correspondiente **carta del mundo** y se coloca bocarriba en el tablero. Se devuelven las otras dos cartas mundo a la caja.
- Se colocan las tres **fichas de impacto** al principio (0) de cada escala de la **carta del mundo** escogida.
- Se coloca la **carta de familia tecnológica** bocabajo en el centro.
- Se colocan todas las **cartas tecnológicas** en tres mazos diferentes bocabajo (3 **cartas de la fase I**, 9 **cartas de la fase II** y 9 **cartas de la fase III**).
- Se colocan las tres **cartas de impactos** bocabajo.



## 5. La partida

Seguid los siguientes pasos en orden:

### 5.1 Ronda de jugadores

#### Familia tecnológica

##### Solo en el primer turno

Se le da la vuelta a la *carta de familia tecnológica* y se lee en voz alta.

### Evolución de las fases tecnológicas

Se cogen las *cartas tecnológicas* de la fase correspondiente y se colocan bocarriba alrededor de la *carta de la familia tecnológica* situada en el centro. Estas desvelarán las evoluciones que tienen lugar en el mundo. Por turnos, coged, leed en voz alta y volved a colocar las cartas en la mesa.

### Debate público

Como miembros del Consejo Ciudadano Mundial, debéis decidir qué *cartas tecnológicas* valoráis más para trasladarlas a un mundo futuro. Por turnos, expresad vuestras opiniones y los pros y contras de cada carta en cuestión.

### Decisión del Consejo Ciudadano Mundial

Tras el debate, el Consejo tiene que votar en secreto.

Para ello, cada jugador tiene que colocar una o ambas cartas de voto (*voto +1* y/o *voto +2*) bocabajo al lado de la *carta tecnológica* que escoja.

Cuando hayan votado todos los jugadores, dad la vuelta a todas las *cartas de voto* y contad el número de votos que cada *carta tecnológica* ha obtenido.

Se descarta la *carta tecnológica* que haya obtenido la puntuación menor.

En cada fase, se ha de descartar al menos una *carta tecnológica*.

En caso de empate, recoged las *cartas de voto*, debatid y votad de nuevo.

### 5.2 Ronda del mundo

#### Impactos

Tras decidir con qué cartas continúa la partida, dad la vuelta a la *carta de impactos* correspondiente a la fase. Esta carta indica el impacto que tienen las *cartas tecnológicas* que quedan sobre el tablero.



Moved las *fichas de impacto* en la *carta del mundo* según el número de veces que los símbolos de los *factores sociales* aparezcan junto a la referencia de cada *carta tecnológica* que quede en el tablero en la fase concreta.

### Ejemplo

En la fase I, se ha decidido que la carta *Metaverso* permanece. *Esto supone un impacto +1 sobre el factor Desconexión Social, por lo que tenéis que mover la ficha una casilla a la derecha en la carta del mundo.*

## Problemas éticos

Comprobad el estado de la *carta del mundo*. Si alguna *ficha de impacto* ha alcanzado el final de la escala de un *factor social*, el mundo está en peligro. En este momento, los jugadores tenéis la opción de decidir regular este desarrollo tecnológico, ámbito de aplicación o aspecto social.

## Respuesta del Consejo Ciudadano Mundial

Para esto, elegid una *carta tecnológica* cuyo efectos queréis cancelar. Coged una *hoja de decisión del Consejo* y pensad sobre quiénes podrían verse afectados por esta carta y cómo podríais solucionar el problema. Después de que cada jugador haya pensado individualmente en una solución, se debaten los resultados en grupo.

Debatid para encontrar una respuesta común al problema planteado. Si la solución parece plausible para todos en la mesa, y si al menos la mitad de los jugadores está de acuerdo, anotad la solución en la *carta de respuesta del Consejo*.

Colocad la *carta de respuesta del Consejo* al lado de la *carta tecnológica* a la que se dirige. Cuando hayáis resuelto el problema, anulad todos los impactos en los *factores sociales* vinculados a esta carta, moviendo las *fichas de impacto* hacia atrás. Realizad el mismo proceso con otra carta si fuera necesario.

¡Enhorabuena! Habéis encontrado una solución y el mundo sobrevive una fase más. Si no se ha encontrado una solución satisfactoria, el juego ha terminado.

## Siguiente fase del árbol tecnológico

Antes de mostrar las *cartas tecnológicas* de la siguiente *fase tecnológica*, mirad el reverso de todas las cartas nuevas.

Eliminad las *cartas tecnológicas* de ese mazo que tengan el *rótulo de relación* de las cartas que eliminasteis en la fase anterior.

### Ejemplo

*En la fase tecnológica I eliminasteis la carta Metaverso. Antes de proseguir con la fase tecnológica I, tenéis que descartar las cartas Videojuegos, Creación de Redes Sociales y Segundo Mundo de las cartas de la fase tecnológica II, ya que tienen el rótulo de relación Metaverso en el reverso de las cartas.*

Se juega de nuevo la ronda de jugadores. Si habéis llegado al final de la fase III, habéis ganado la partida.

Ahora es el momento del debate tras realizar el taller o de jugar una nueva partida con la misma *familia tecnológica* o con otra.



## 6. ¿Cuándo se gana o se pierde?

Al final de cada fase, las *cartas tecnológicas* de la *fase* en juego que quedan en el tablero cambian el mundo y modifican al menos uno de los tres *factores sociales*. Los jugadores tienen que evitar que el mundo se colapse en cada una de las tres *fases*.

Si en algún momento alguno de los *factores sociales* alcanza el *límite*, los jugadores tendrán que acordar una solución común al problema en cuestión, utilizando las *cartas de respuesta del Consejo*. Si los jugadores no encuentran una solución conjunta, el juego termina.

Al final de la *fase III*, todos los jugadores ganan si el mundo no se ha desmoronado. Podría ser que este no fuera el mundo en el que te gustaría vivir, pero no te preocupes, porque el debate posterior os ofrecerá la oportunidad de reflexionar sobre otras vías y soluciones alternativas.



# Créditos

## Manual de instrucciones

Time Icon (p.1) por Muhazdinata en IconScout; Person icon (p.1) por Fiki Ahmadi en IconScout;

## Tablero de juego

Iconos: Adobe Stock 481674788.

## Mazo de cartas de realidad extendida

Iconos: Icono sobre datos por Jemis Mali en IconScout; *splash visual* por Irdat Purwadi en IconScout; icono de rotura de cadena en estilo glifo por WEBTECHOPS LLP en IconScout. Icono de balanza por Grafix Point en IconScout.

Fotografías: Vanessa Loring de Pexels. Adobe Stock 509802541; 262995960; 509419439; Adobe Stock 255418686; CultLab3D: Tecnología de escaneado automatizado para la digitalización en 3D; Ganador de un Premio de la UE de Patrimonio / Premio Europa Nostra 2018; Adobe Stock 500884386; Adobe Stock 504247272; Adobe Stock 254487269; Adobe Stock 260655912; Adobe Stock 490283930; Adobe Stock 409819147.



# TECHETHOS

FUTURE ○ TECHNOLOGY ○ ETHICS

Coordinado por



Socios

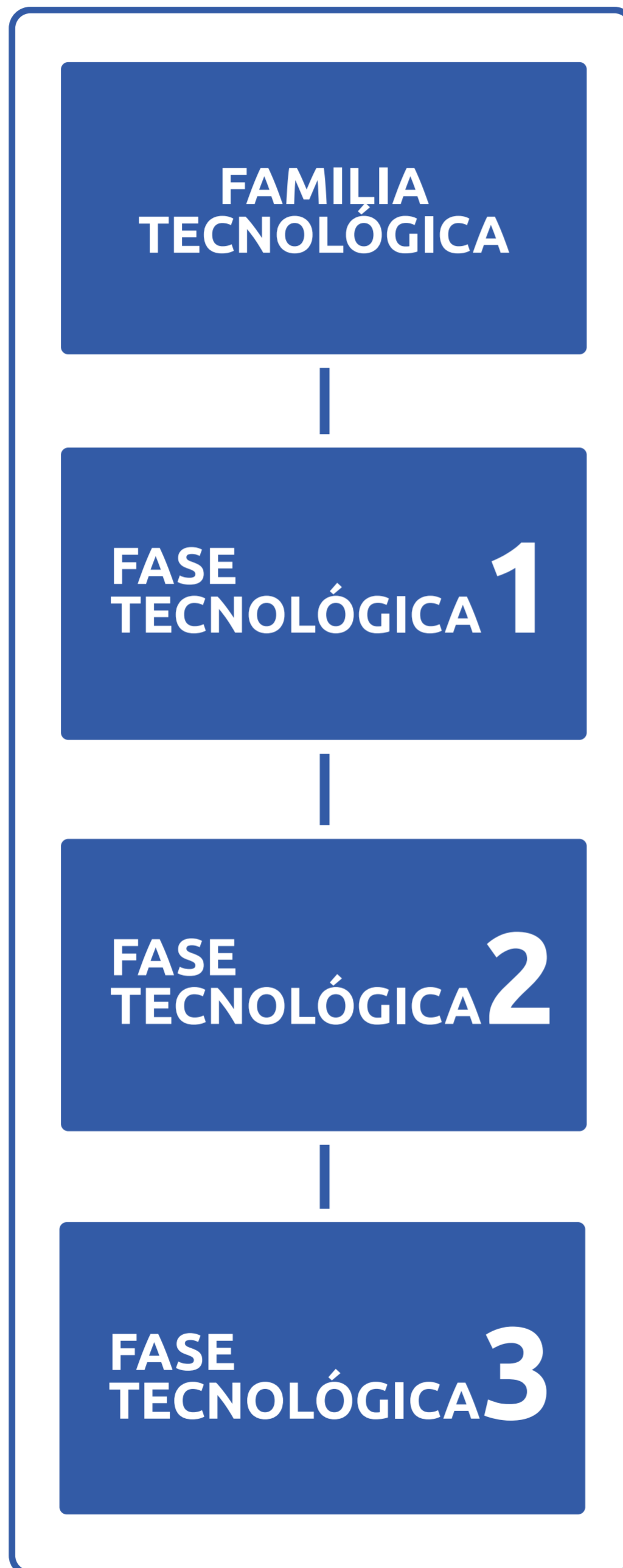


Terceros relacionados



[www.techethos.eu](http://www.techethos.eu)

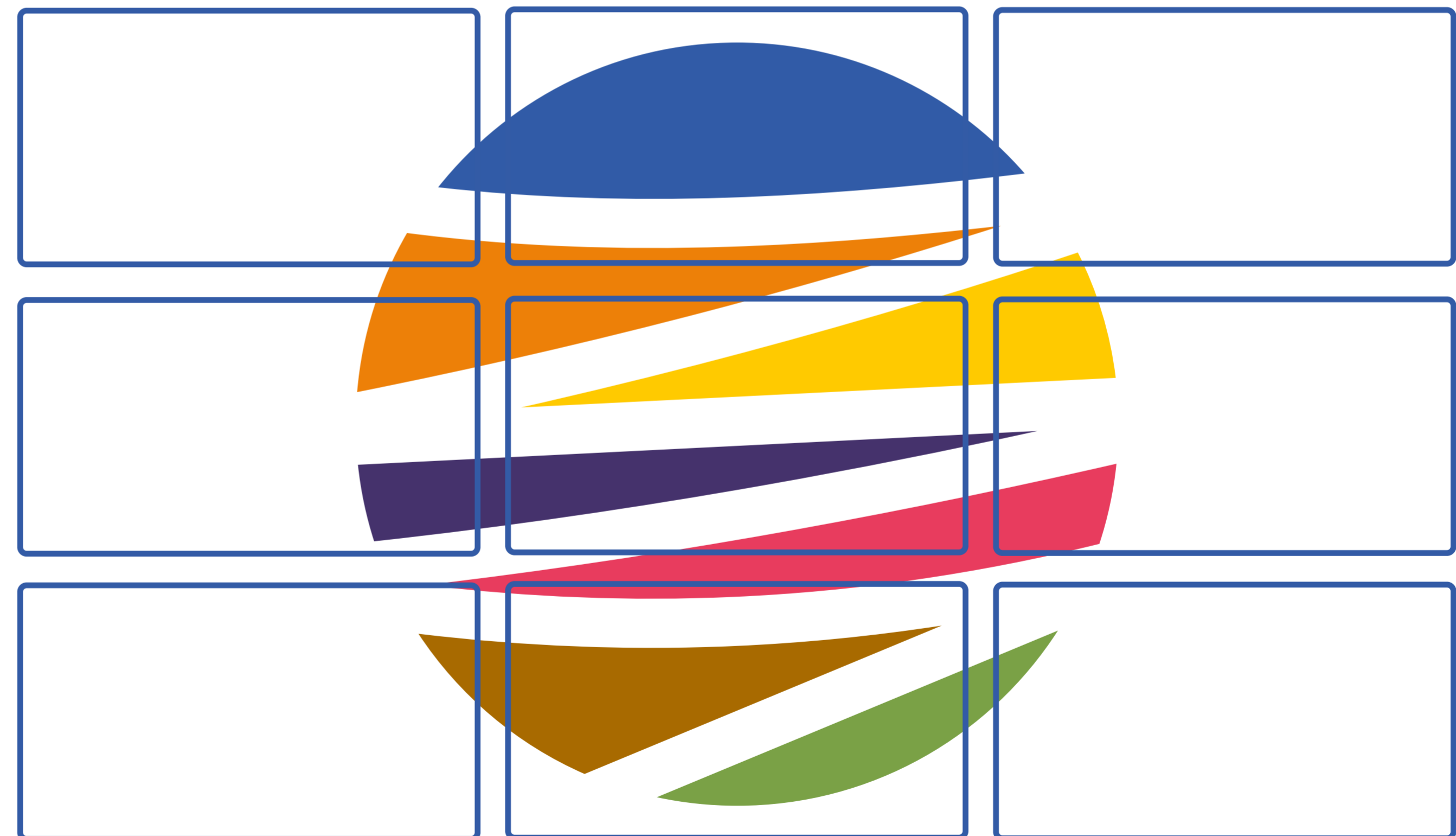
[info@techethos.eu](mailto:info@techethos.eu)



CARTA DEL MUNDO

CARTA DE RESPUESTA DEL CONSEJO

FASE CARTA DE IMPACTO  
1



## DESCRIPCIÓN DE LAS RONDAS

- I. RONDA DE LOS JUGADORES**
  - (1. FAMILIA TECNOLÓGICA)
  - 2. EVOLUCIÓN DE LAS FASES TECNOLÓGICAS
  - 3. DEBATE PÚBLICO
  - 4. DECISIÓN DEL CONSEJO CIUDADANO MUNDIAL
- II. RONDA DEL MUNDO**
  - 1. IMPACTOS
  - 2. PROBLEMAS ÉTICOS
  - 3. RESPUESTA DEL CONSEJO CIUDADANO MUNDIAL
  - 4. ÁRBOL TECNOLÓGICO
  - 5. ¿FIN DEL JUEGO?



# TECHETHOS

FUTURE ◦ TECHNOLOGY ◦ ETHICS



PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA



# CARTA DE VOTO

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA



# CARTA DE VOTO

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# INGENIERÍA CLIMÁTICA

Si no actuamos ya para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ , metano...), habrá extensas zonas en nuestro planeta que se volverán inhabitables. La ingeniería climática es el conjunto de tecnologías y técnicas que abordan la causa del cambio climático bien eliminando los gases de efecto invernadero de la atmósfera, bien reflejando la luz solar para reducir el efecto de calentamiento.

# FAMILIA TECNOLÓGICA

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# FACTORES SOCIALES

**CONFLICTOS CON LOS RECURSOS**



**FRACASO DEMOCRÁTICO**



**DESIGUALDAD**





# CARTA DEL MUNDO NORMAL

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# FACTORES SOCIALES

**CONFLICTOS CON LOS RECURSOS**



**FRACASO DEMOCRÁTICO**



**DESIGUALDAD**



# CARTA DEL MUNDO FÁCIL

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# FACTORES SOCIALES

**CONFLICTOS CON LOS RECURSOS**



**FRACASO DEMOCRÁTICO**



**DESIGUALDAD**



# CARTA DEL MUNDO DIFÍCIL

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# CARTA DE RESPUESTA DEL CONSEJO

**ID DE LA CARTA DE FASE TECNOLÓGICA:**

**PROBLEMA QUE RESOLVER:**

**PROPOSICIÓN ÉTICA:**

# CARTA DE RESPUESTA DEL CONSEJO

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# MRS



La modificación de la radiación solar (MRS) consiste en reflejar la luz solar que llega a la Tierra, al ubicar sustancias reflectantes en el aire o en el suelo. Estas técnicas pueden ser, de momento, eficientes, pero la mayoría solo se han probado en modelos informáticos.



# FASE TECNOLÓGICA 1

CE - I - 1

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

## ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE PROCESOS TECNOLÓGICOS



Para reducir el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera, las ingenierías climáticas lo secuestran y lo almacenan bajo tierra o en el mar. Actualmente sólo funciona a pequeña escala.

# FASE TECNOLÓGICA 1

CE - I - 2

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

## ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE PROCESOS NATURALES



Para la eliminación natural de dióxido de carbono se utilizan procesos biológicos y geológicos, como la fotosíntesis, y geofísicos, como la formación de rocas sedimentarias. Así se puede extraer CO<sub>2</sub> de la atmósfera, pero su eficacia tiene limitaciones.

# FASE TECNOLÓGICA 1

CE - I - 3

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

## INYECCIÓN DE AEROSOLES ESTRATOSFÉRICOS



Mediante el uso de aviones o globos, se depositan en la atmósfera partículas diminutas reflectantes que, al reflejar la luz solar, enfrían el planeta. La inyección de aerosoles estratosféricos (SAI, por sus siglas en inglés) parece eficaz, pero sus efectos varían en función del lugar.

### **BENEFICIO**

---

Forma barata y eficaz de evitar un calentamiento catastrófico.

### **DESAFÍO ÉTICO**

---

Intervención radical que podría crear tensiones internacionales.



# FASE TECNOLÓGICA 2

CE - II - 1

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# BIOENERGÍA CON CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub> PRODUCIDO



Se queman biocombustibles, como el alcohol de grano o los pellets de madera, para generar energía. El CO<sub>2</sub> producido se captura mediante procesos químicos y se almacena, por ejemplo, en yacimientos de gas agotados.

## **BENEFICIO**

---

En principio, proporciona energía limpia lista para usar.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

La producción de biocombustibles utiliza reservas de agua y tierra cada vez más escasas.



**ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub>  
MEDIANTE PROCESOS TECNOLÓGICOS**

# **FASE TECNOLÓGICA 2**

**CE - II - 2**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

## SILVICULTURA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO



Los programas de reforestación, especialmente en las latitudes tropicales, facilitan la captura del carbono de la atmósfera en árboles y suelos forestales. La restauración de humedales y manglares produce un efecto similar.

### **BENEFICIO**

---

Almacenamiento de carbono y restauración forestal de forma simultánea.

### **DESAFÍO ÉTICO**

---

Plantar árboles más eficientes en la captura del carbono puede reducir la biodiversidad.

ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE  
PROCESOS NATURALES

# FASE TECNOLÓGICA 2

CE - II - 3

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# BLANQUEAMIENTO DE NUBES MARINAS



Se pulveriza sal marina o partículas similares en el aire desde barcos, lo que hace que las nubes marinas sean más blancas y aumenten el reflejo de la luz solar.

## **BENEFICIO**

Coste relativamente bajo.

## **DESAFÍO ÉTICO**

Riesgo de calentamiento repentino si se interrumpe la intervención.



# FASE TECNOLOGICA 2

CE - II - 4

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# FERTILIZACIÓN DE LOS OCEANOS



Se depositan nutrientes en los océanos, provocando que el plancton prolifere y consuma más  $\text{CO}_2$  mediante fotosíntesis. Al hundirse el plancton en el fondo del océano, se almacena el carbono.

## **BENEFICIO**

---

Aceleración del ciclo natural de eliminación del carbono.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

Impacto impredecible sobre los ecosistemas oceánicos.

**ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub>  
MEDIANTE PROCESOS TECNOLÓGICOS**

# FASE TECNOLÓGICA 2

**CE - II - 5**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# METEORIZACIÓN



Se extraen rocas para triturarlas muy finamente y esparcirlas por grandes superficies. Las reacciones químicas resultantes del contacto entre las rocas, el agua y el aire permiten extraer y almacenar  $\text{CO}_2$ .

## **BENEFICIO**

---

Las rocas actúan como abono para mejorar la producción de cultivos.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

Requiere una extracción de minerales perjudicial para el medio ambiente.



**ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE  
PROCESOS NATURALES**

# **FASE TECNOLÓGICA 2**

**CE - II - 6**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# MODIFICACIÓN DEL ALBEDO TERRESTRE



Esta técnica tiene como objetivo reflejar más luz solar hacia el espacio. Pintar los tejados de blanco o colocar cubiertas reflectantes en las zonas urbanas tendría un importante efecto acumulativo de enfriamiento.

## **BENEFICIO**

---

Fácil de desplegar a nivel local y mantiene las ciudades refrigeradas.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

Posible objeción por parte de algunas comunidades.



# FASE TECNOLÓGICA 2

CE - II - 7

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# CAPTURA DIRECTA DEL CO<sub>2</sub>



Estos sistemas utilizan procesos químicos para capturar y separar el CO<sub>2</sub> del aire mediante ventiladores y filtros. El CO<sub>2</sub> capturado se almacena después bajo tierra.

## **BENEFICIO**

---

Ayuda para equilibrar las industrias difíciles de descarbonizar.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

Precio elevado y un acceso limitado a las sociedades ricas.

**ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub>  
MEDIANTE PROCESOS TECNOLÓGICOS**

# **FASE TECNOLÓGICA 2**

**CE - II - 8**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# SECUESTRO DE CARBONO EN EL SUELO



Las nuevas prácticas de ordenación del territorio permiten que los suelos absorban y retengan más carbono. Estas prácticas incluyen una agricultura que altera menos el suelo y cambios en el calendario de plantación.

## **BENEFICIO**

---

Mejora la salud del suelo haciendo que la agricultura sea más sostenible.

## **DESAFÍO ÉTICO**

---

El carbono capturado puede liberarse si se alteran las condiciones.

ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE  
PROCESOS NATURALES

# FASE TECNOLÓGICA 2

CE - II - 9

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos minimizar los riesgos para la seguridad mundial?

La inyección estratosférica de aerosoles permite a un único actor (un país, un consorcio o una persona influyente) modificar los patrones meteorológicos a nivel mundial provocando un impacto duradero. Las consecuencias geopolíticas de que un solo actor tenga en sus manos el «termostato mundial» pueden generar desequilibrios de poder político y económico y crear conflictos.

## TENSIÓN GEOPOLÍTICA





**INYECCIÓN DE AEROSOLES  
ESTRATOSFÉRICOS**

**FASE  
TECNOLÓGICA 3**

**CE - III - 1**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos garantizar que la aplicación de la ingeniería climática no amenace la seguridad alimentaria?

La bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés) a gran escala exigirá utilizar tierras fértiles para cultivar biocombustibles, que sustituirán a los cultivos alimentarios, y grandes cantidades de agua. El aumento de los precios de los alimentos afectará en mayor medida a las personas más pobres del mundo. ¿Cómo podría implantarse la BECCS a gran escala de forma que su impacto en las personas pobres sea el mínimo?

**SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**SEGURIDAD ALIMENTARIA**

# FASE TECNOLÓGICA **3**

**CE - III - 2**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos aplicar soluciones a gran escala sin fomentar injusticias?

La tierra es un elemento crucial de los medios de subsistencia de la población. Las técnicas de eliminación de CO<sub>2</sub> basadas en plantar o proteger bosques a gran escala pueden generar peligrosos incentivos para apoderarse de las tierras. Esto podría llevar a que comunidades enteras sean desplazadas o despojadas de sus tierras.

**DERECHO A LA TIERRA**



**SILVICULTURA Y ORDENACIÓN  
DEL TERRITORIO**

**FASE  
TECNOLÓGICA 3**

**CE - III - 3**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Podemos justificar el uso de la ingeniería climática teniendo en cuenta el limitado conocimiento que tenemos sobre el futuro?

La ingeniería climática nos permite modificar intencionadamente el clima global. Este «jugar a ser Dios» nos sitúa en una posición de control y dominio sobre la naturaleza. El exceso de confianza que esto genera no suele estar respaldado por conocimientos suficientes y conduce a la promoción de técnicas arriesgadas que podrían no funcionar.

**EXCESO DE CONFIANZA**

 **BLANQUEAMIENTO  
DE NUBES MARINAS**

# FASE TECNOLÓGICA **3**

**CE - III - 4**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos afrontar el cambio climático manteniendo la biodiversidad?

Las tecnologías de ingeniería climática suelen repercutir en el entorno del lugar donde se utilizan. Es el caso de la fertilización de los océanos, que reestructura los ecosistemas marinos, haciendo que las profundidades del océano se vuelvan más ácidas.

**BIODIVERSIDAD**



**FERTILIZACIÓN DE LOS OCÉANOS**

# FASE TECNOLÓGICA **3**

**CE - III - 5**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos garantizar que la ingeniería climática no cause más daño a la naturaleza?

La meteorización mejorada demanda enormes cantidades de minerales, que deben ser extraídos, triturados hasta convertirlos en polvo, transportados y esparcidos en zonas amplias. ¿Cómo podemos garantizar que estos procesos no emitan más carbono del almacenado? ¿Cómo podemos evitar la degradación medioambiental de las actividades mineras?

**DEGRADACIÓN MEDIOAMBIENTAL**

 METEORIZACIÓN MEJORADA

# FASE TECNOLÓGICA 3

CE - III - 6

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Quién decide qué tecnología se implanta y dónde?

Las decisiones sobre dónde llevar a cabo una técnica concreta, en qué condiciones y en qué momento deben ser abordadas por todas las partes afectadas por la aplicación de dicha técnica. En el caso de la modificación de la radiación solar, se trata de un problema de enormes proporciones, ya que se verá afectada toda la ciudadanía en su conjunto.

**JUSTICIA PROCEDIMENTAL**

 MODIFICACIÓN DEL  
ALBEDO TERRESTRE

# FASE TECNOLÓGICA 3

CE - III - 7

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo podemos garantizar que los grandes emisores se responsabilicen de sus acciones?

Como la captura directa de carbono del aire y su almacenamiento (DACCS, por sus siglas en inglés) tiene un alto coste, está sobre todo al alcance de las grandes empresas. Las empresas de combustibles fósiles son las que suelen tener el control de los proyectos. ¿Cómo podemos garantizar que la DACCS se utilicen donde más se necesita, en lugar de permitir que los grandes emisores eludan su responsabilidad?

**JUSTICIA DISTRIBUTIVA**



**CAPTURA DIRECTA  
DE CARBONO DEL AIRE  
Y ALMACENAMIENTO**

**FASE  
TECNOLÓGICA 3**

**CE - III - 8**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# ¿Cómo actuar de forma responsable con las generaciones futuras?

Aunque la captura de carbono en suelo tiene beneficios a largo plazo para la productividad del mismo, algunos agricultores consideran que, a corto plazo, interfiere con su actividad. ¿Cómo podemos garantizar la continuidad de estas prácticas de forma indefinida, para asegurarnos de que el carbono no se vuelve a emitir?

**RESPONSABILIDAD FUTURA**





**SECUESTRO DE CARBONO  
EN EL SUELO**

**FASE  
TECNOLÓGICA 3**

**CE - III - 9**

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

**INYECCIÓN  
ESTRATOSFÉRICA  
DE AEROSOL**



**BIOENERGÍA CON  
CAPTURA DE CO<sub>2</sub>**



**SILVICULTURA Y  
ORDENACION  
DEL TERRITORIO**



**BLANQUEAMIENTO  
DE NUBES MARINAS**



**FERTILIZACIÓN  
DE LOS  
OCÉANOS**



**METEORIZACIÓN  
MEJORADA**



**MODIFICACIÓN  
DEL ALBEDO  
TERRESTRE**



**CAPTURA DIRECTA  
DEL CO<sub>2</sub> DEL AIRE**



**SECUESTRO  
DE CARBONO  
EN EL SUELO**



# FASE CARTA DE IMPACTO

# 2

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

**TENSIÓN  
GEOPOLÍTICA**



**SEGURIDAD  
ALIMENTARIA**



**DERECHO A  
LA TIERRA**



**EXCESO DE  
CONFIANZA**



**BIODIVERSIDAD**



**DEGRADACIÓN  
MEDIOAMBIENTAL**



**JUSTICIA  
PROCEDIMENTAL**



**TRATO JUSTO  
Y EQUITATIVO**



**RESPONSABILIDAD  
FUTURA**



# FASE CARTA DE IMPACTO

# 3

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

MRS



ELIMINACIÓN DE  
CO<sub>2</sub> MEDIANTE  
PROCESOS  
TECNOLOGICOS



ELIMINACIÓN  
DE CO<sub>2</sub>  
MEDIANTE  
PROCESOS  
NATURALES



# FASE CARTA DE IMPACTO

# 1

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# DESCRIPCIÓN DE LAS RONDAS

## I. RONDA DE LOS JUGADORES

- (1. FAMILIA TECNOLÓGICA)
2. EVOLUCIÓN DE LAS  
FASES TECNOLÓGICAS
3. DEBATE PÚBLICO
4. DECISIÓN DEL CONSEJO  
CIUDADANO MUNDIAL

## II. RONDA DEL MUNDO

1. IMPACTOS
2. PROBLEMAS ÉTICOS
3. RESPUESTA DEL CONSEJO  
CIUDADANO MUNDIAL
4. ÁRBOL TECNOLÓGICO
5. ¿FIN DEL JUEGO?



# CARTAS DE RONDAS

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

# CRÉDITOS

Este juego ha sido desarrollado por el Proyecto Techethos, financiado por la UE, a partir de nuevas investigaciones realizadas por sus socios.

**Para más información, visitet:**

[www.techethos.eu](http://www.techethos.eu)

**o síganos en redes sociales:**



**in**

**@TECHETHOSEU    TECHETHOSEU**



Este proyecto ha sido financiado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del contrato de subvención n.º 101006249. Este juego y su contenido reflejan únicamente la opinión de los autores.

# CRÉDITOS

PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA