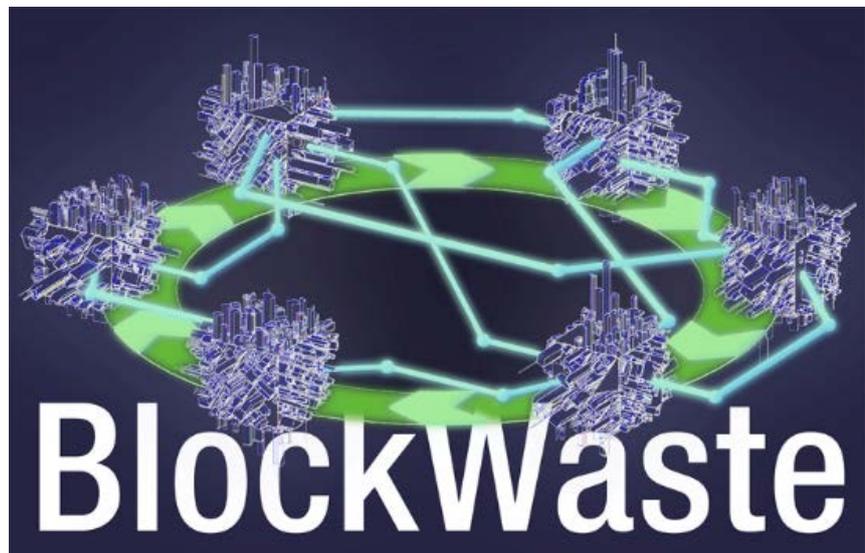


## O4.A3 Implementación del curso piloto BlockWASTE: prueba del entorno y mejoras técnicas



### Descargo de responsabilidad

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente la opinión de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

#### Hoja informativa de salida:

<b>Programa de financiación</b>	Programa Erasmus+ de la Unión Europea
<b>Financiación NA</b>	EL01 Fundación de Becas Estatales Griegas (IKY)
<b>Título completo del proyecto</b>	Formación innovadora basada en la tecnología Blockchain aplicada a la gestión de residuos — BlockWaste
<b>Campo</b>	KA2 — Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas KA203 — Asociaciones estratégicas para la educación superior
<b>Número de proyecto</b>	2020-1-EL01-KA203-079154
<b>Duración del proyecto</b>	24 meses
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	01-10-2020
<b>Fecha de finalización del proyecto:</b>	30-09-2022

#### Detalles de salida:

**Título de salida:** O4. BlockWaste Recurso Educativo Abierto (REA)

**Título de la tarea:** A3. Implementación piloto del curso BlockWaste: pruebas de medio ambiente y mejoras técnicas

**Líder de salida:** CMT

**Líder de la tarea:** NTUA

**Autor(es):** Dimitris Damigos, Universidad Técnica Nacional de Atenas, damigos@metal.ntua.gr, Grecia  
Rainer Lenz & Leonie Holste, Bielefeld UAS, rlenz@fh-bielefeld.de & lholste@fh-bielefeld.de, Alemania  
Viktoria Voronova, Universidad Tecnológica de Tallin, viktoria.voronova@taltech.ee, Estonia

**Revisado por:** Athanassios Mavrikos, Universidad Técnica Nacional de Atenas, mavrikos@metal.ntua.gr, Grecia

#### Control de Documentos

Versión del documento	Versión	Enmienda
V0.1	29/07/2022	Versión final — 30/09/2022



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



## Contenido

Resumen ejecutivo .....	iii
1 Introducción .....	1
1.1 Breve descripción del proyecto .....	1
1.2 Objetivos y enfoque metodológico .....	1
2 Resultados de la primera escuela piloto en Grecia .....	3
2.1 Información general sobre la escuela piloto .....	3
2.2 Resultados de la evaluación .....	4
3 Resultados de la segunda escuela piloto en Alemania.....	8
3.1 Información general sobre la escuela piloto .....	8
3.2 Resultados de la evaluación .....	8
4 Resultados de la tercera escuela piloto de Estonia.....	11
4.1 Información general sobre la escuela piloto .....	11
4.2 Resultados de la evaluación .....	12
5 Conclusiones.....	15
Anexo I: Respuestas de la escuela piloto en Grecia .....	16
Anexo II: Respuestas de la escuela piloto en Alemania .....	25
Anexo III: Respuestas de la escuela piloto de Estonia.....	33

## Lista de cifras

Figura1: Vista de la clase durante la presentación de la herramienta BlockWaste .....	3
Figura2: Vista de la clase durante el juego de roles con la herramienta BlockWaste .....	3
Figura3: Puntos de vista sobre aprender más sobre el papel de Blockchain en la gestión de residuos .....	5
Figura4: Opiniones positivas sobre el uso de Blockchain en la gestión de residuos.....	5
Figura5: Utilidad de la herramienta de aprendizaje electrónico BlockWaste para comprender el funcionamiento del sistema de gestión de residuos.....	6
Figura6: Utilidad de la herramienta de e-learning BlockWaste para entender cómo funciona Blockchain.....	6
Figura7: Opiniones sobre el uso de blockchain en la gestión de residuos — Escuela piloto alemana .....	9
Figura8: Vistas sobre la utilidad de la herramienta BlockWaste en la operación de blockchain — Escuela piloto alemana .....	9
Figura9: Escuela de pilotos en Tallin, Estonia.....	11
Figura10: Introducción a la «Herramienta interactiva de residuos en bloque» .....	11
Figura11: Respuestas a la pregunta sobre la necesidad de hacer uso de la cadena de bloques en la gestión de residuos.....	12
Figura12: Interés en la participación en otras actividades orientadas a blockchain .....	13
Figura13: Comprensión de Blockchain a través de la herramienta BlockWaste.....	13
Figura14: Facilidad para utilizar las fuentes en línea de BlockWaste .....	14

## Lista de abreviaturas

Abreviatura	Definición
RSU	Residuos sólidos urbanos
RSUM	Gestión de residuos sólidos municipales
OER	Recursos educativos abiertos
CE	Economía circular
PME	Pequeñas y medianas empresas
TI	Tecnología de la información

## Resumen ejecutivo

BlockWaste Tool es un juego de rol interactivo centrado en la gestión de los residuos municipales. Los jugadores pueden asumir dos roles diferentes: El «alcalde» y los «hogares». Para probar la eficacia de los materiales de capacitación, tres cursos piloto fueron realizados por tres universidades asociadas (NTUA, FH-Bielefeld, Tal-Tech). Este documento presenta los resultados de O4/A3 “Implementación del curso Pilot BlockWaste: Pruebas medioambientales y mejoras técnicas», cuyo objetivo es probar y verificar la eficacia de los materiales formativos desarrollados en el marco del proyecto, a saber, el material educativo BlockWaste(<https://class.blockwasteproject.eu/>), la Herramienta Interactiva BlockWaste(<https://game.blockwasteproject.eu/>) y el REA (<https://blockwasteproject.eu/oer/><https://blockwasteproject.eu/oer/>). basado en los resultados de evaluación de los tres cursos piloto y presentar recomendaciones para cambios o mejoras de los materiales. Sobre la base de los resultados del informe de evaluación, que incluía también recomendaciones de cambios o mejoras, se revisaron y mejoraron los materiales de capacitación elaborados en el marco del proyecto.

Sobre la base de los resultados del cuestionario, queda claro que el curso BlockWaste y la Herramienta Interactiva BlockWaste atraen al grupo objetivo de estudiantes y son adecuados para transmitir conocimientos teóricos, así como para profundizar este conocimiento a través de la aplicación práctica. El diseño del material de formación y sus contenidos pueden facilitar el aprendizaje en línea y en el aula, y el plan de estudios se puede implementar fácilmente en las organizaciones europeas de IES, así como en las empresas del sector de la gestión de residuos. Esto está respaldado por el hecho de que la mayoría de los participantes mencionaron que después de su participación se familiarizaron más con la tecnología Blockchain, obtuvieron una visión más positiva sobre el uso de la Blockchain en la gestión de residuos y, finalmente, estuvieron dispuestos a aprender más sobre el uso de la tecnología Blockchain en los sistemas de gestión de residuos. En la misma dirección, los participantes dijeron que la Herramienta Interactiva de Residuos en Bloques ofrece una mejor comprensión sobre los sistemas de gestión de residuos y el trabajo en equipo y, en consecuencia, sobre los criterios de innovación y sostenibilidad de los nuevos métodos en el contexto de la economía circular. Finalmente, las escuelas piloto demostraron que el material didáctico es interesante y motiva al usuario a utilizarlo y facilidad de uso en contextos de aprendizaje y autoformación. Por otro lado, los participantes indicaron que ciertos aspectos del material de formación podrían mejorarse. Estas observaciones se modificaron en la versión actualizada de la herramienta BlockWaste, que se probó en la tercera escuela piloto de Estonia.

# 1 Introducción

## 1.1 Breve descripción del proyecto

El proyecto BlockWaste tiene como objetivo abordar la interoperabilidad entre la gestión de residuos y la tecnología blockchain y promover su tratamiento adecuado a través de la formación educativa, de modo que los datos recopilados se compartan dentro de un entorno seguro, donde no hay lugar para la incertidumbre y la desconfianza entre todas las partes involucradas. Para ello, los objetivos del proyecto BlockWaste son los siguientes:

- Realizar investigaciones sobre los residuos sólidos generados en las ciudades y cómo se gestionan, de modo que puedan utilizarse para crear una base de información de buenas prácticas, con el fin de reintroducir los residuos en la cadena de valor, promoviendo la idea de Ciudades Circulares Inteligentes.
- Identificar los beneficios de la tecnología Blockchain dentro del proceso de gestión de residuos urbanos (RSU).
- Crear un plan de estudio que permita la formación de docentes y profesionales de organizaciones y empresas del sector, en la superposición de los campos de Gestión de Residuos, Economía Circular (CE) y Tecnología Blockchain.
- Desarrollar una herramienta interactiva basada en la tecnología Blockchain, que permitirá poner en práctica la gestión de los datos obtenidos a partir de residuos urbanos, visualizando así la forma en que se implementan los datos en la Blockchain y permitiendo a los usuarios evaluar diferentes formas de gestión.

BlockWaste tiene como objetivo implementar nuevos contenidos educativos transnacionales con el objetivo de formar a sus estudiantes en los países socios y proporcionarles las habilidades básicas necesarias que les permitan actuar profesionalmente como futuros trabajadores del sector, agregando las competencias digitales requeridas por las empresas que están abrazando el proceso de transformación digital. En este sentido, el proyecto está dirigido a:

- Empresas y pymes, profesionales de TI, urbanismos y profesionales de la gestión de residuos.
- Universidades (profesores, estudiantes e investigadores).
- Organismos públicos

El proyecto incluye cuatro salidas intelectuales de la siguiente manera:

- O1. Materiales de aprendizaje para Blockchain-RSU interdisciplinario
- O2. Plan de estudios común europeo sobre la aplicación de las tecnologías Blockchain a las estrategias de economía circular
- O3. Herramienta de aprendizaje electrónico basada en Blockchain-RSU centrada en la economía circular
- O4. BlockWaste Open Educational Resource (OER)

## 1.2 Objetivos y enfoque metodológico

Este documento presenta los resultados de O4/A3 "Pilot BlockWaste Course Implementación: Pruebas medioambientales y mejoras técnicas», cuyo objetivo es probar y verificar la eficacia de los materiales formativos desarrollados en el marco del proyecto, a saber, el material

educativo BlockWaste(<https://class.blockwasteproject.eu/>), la Herramienta Interactiva BlockWaste(<https://game.blockwasteproject.eu/>) y el REA (<https://blockwasteproject.eu/oer/><https://blockwasteproject.eu/oer/>).

El material educativo BlockWaste tiene la intención de proporcionar materiales de capacitación innovadores para el desarrollo de habilidades básicas, competencias y conocimientos teóricos para la implementación de blockchain en la economía circular. Este conocimiento teórico pretende ser aplicado y profundizado de manera práctica con la ayuda de la Herramienta Interactiva BlockWaste. BlockWaste Tool es un juego de rol interactivo centrado en la gestión de los residuos municipales. Los jugadores pueden asumir dos roles diferentes: El «alcalde» y los «hogares». El juego se juega en un proceso iterativo de doce pasos (es decir, doce meses).

Para probar la eficacia de los materiales de capacitación, tres cursos piloto fueron realizados por tres universidades asociadas (NTUA, FH-Bielefeld, Tal-Tech). El objetivo de este informe es presentar los resultados de la evaluación de los cursos piloto realizados y presentar recomendaciones para cambios o mejoras de los materiales. Sobre la base de los resultados del informe de evaluación, se revisarán y mejorarán los materiales de capacitación elaborados en el marco del proyecto.

El cuestionario de evaluación se dividió en cuatro secciones. En la primera sección, se solicitaron los datos personales como nombre, correo electrónico, sexo y edad. En la segunda sección, se hicieron preguntas generales sobre el nivel anterior de conocimiento de los participantes sobre la economía circular y la aplicación de la tecnología blockchain en la gestión de residuos. Además, se preguntó a los participantes si ya habían participado en un formato similar y si consideraban útil el uso de la tecnología blockchain en la gestión de residuos. La sección tres preguntó si los participantes están más familiarizados con Blockchain después del curso piloto. También se preguntó a los participantes sobre su interés en aprender más sobre la tecnología en la gestión de residuos y participar en formatos similares. Además, preguntaron si la opinión sobre la aplicación de Blockchain en la gestión de residuos es ahora más positiva. En la sección final, se pidió a los participantes que evaluaran la experiencia adquirida en el curso piloto. Se pidió a los participantes que indicaran si la herramienta de aprendizaje electrónico BlockWaste fue útil para desarrollar una mejor comprensión de los sistemas de gestión de residuos y la tecnología blockchain.

La estructura del informe de evaluación se basa en el orden cronológico en el que se realizaron los cursos piloto, mientras que el enfoque aplicado en los cursos piloto se describe a continuación. Posteriormente, se presentan los resultados de las evaluaciones durante los cursos piloto. Los posibles participantes del curso piloto fueron contactados previamente por correo electrónico o teléfono y se les informó brevemente sobre el proyecto BlockWaste y la evaluación de las herramientas desarrolladas. Era importante adquirir participantes que correspondieran al grupo objetivo de las herramientas desarrolladas y que fueran capaces de lidiar críticamente con las funciones y contenidos.

## 2 Resultados de la primera escuela piloto en Grecia

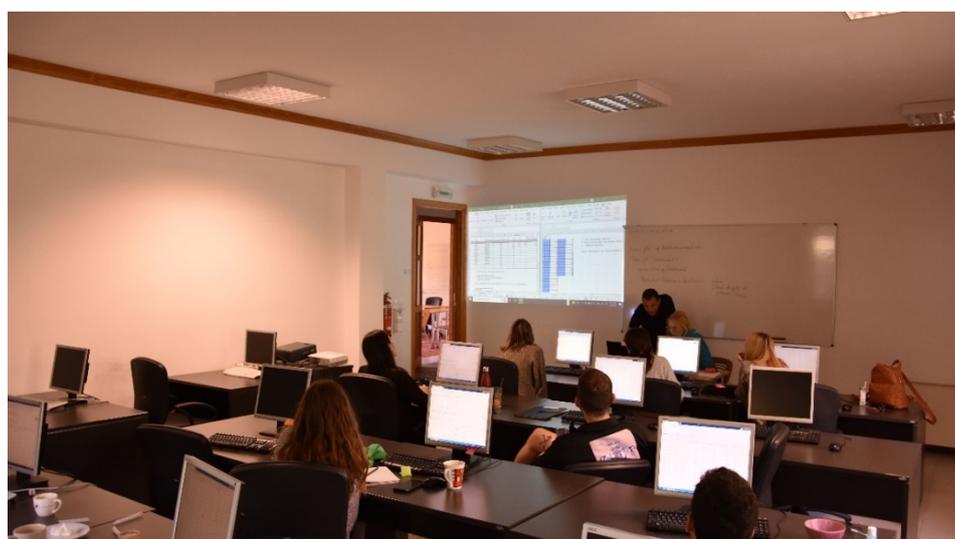
### 2.1 Información general sobre la escuela piloto

La primera escuela piloto se llevó a cabo en Grecia, con la participación de 10 estudiantes de posgrado del programa de posgrado «Medio ambiente y desarrollo» y un asistente de enseñanza de la Universidad Aristóteles de Salónica. La escuela piloto se organizó en el contexto del curso de posgrado «Economía ambiental: Solicitudes para problemas de desarrollo en áreas montañosas» y los participantes fueron invitados por correo electrónico.

La escuela piloto se celebró el 22 de junio de 2022, con presencia física en las instalaciones de la NTUA en Metsovo, donde se implementa el programa de posgrado (Figura1yFigura2).



*Figura1: Vista de la clase durante la presentación de la herramienta BlockWaste*



*Figura2: Vista de la clase durante el juego de roles con la herramienta BlockWaste*

Los participantes recibieron la información necesaria y tuvieron la oportunidad de buscar con antelación los materiales didácticos del curso. Durante la reunión, y similar al procedimiento

seguido en la primera escuela, los participantes fueron presentados al proyecto en detalle y se les pidió que plantearan preguntas. Luego, se presentó la herramienta BlockWaste. La presentación incluyó el módulo Blockchain y el módulo de Gestión de Residuos. Se discutió brevemente el contenido del curso y se pidió a los participantes que naveguen por el sitio web y hagan preguntas adicionales. Se hizo hincapié en los dos roles diferentes del juego, es decir, el «alcalde» y los «hogares».

Después de la presentación, los participantes fueron asignados a la función de «alcalde» (un participante) y los «hogares» (el resto de los participantes). Luego, se les proporcionó nombre de usuario y contraseñas y recibieron tiempo para iniciar sesión en la herramienta BlockWaste. Después de que todos iniciaran sesión con éxito, se jugó una primera ronda. Durante esta ronda de pruebas, los participantes recibieron más orientación y explicaciones sobre los datos de entrada. En esta etapa, también se introdujo a los participantes en la base de datos de la herramienta de aprendizaje electrónico (es decir, O3/A1). Los participantes fueron dejados libres para jugar el juego durante varias rondas, sin interferencias. Al final del juego, se llevó a cabo una discusión sobre la estrategia seguida en los dos niveles diferentes de toma de decisiones, el efecto de la divulgación de datos en el proceso de toma de decisiones y el efecto de revelar datos en el proceso de toma de decisiones. Finalmente, se proporcionó a los participantes un enlace al cuestionario de evaluación en línea. En la siguiente sección se presentan los resultados del cuestionario de evaluación.

## 2.2 Resultados de la evaluación

Sobre la base de las respuestas proporcionadas (véase el anexo I para más detalles) después del final de la primera escuela piloto, resultó que, aunque muchos estudiantes habían oído hablar de cuestiones de economía circular, solo dos habían oído hablar de las aplicaciones Blockchain para la gestión de residuos y solo uno había participado en una actividad similar relacionada con la tecnología Blockchain en el pasado. Además, todos los estudiantes menos uno estuvieron de acuerdo en que hay una necesidad de hacer uso de la Blockchain en la gestión de residuos.

Después de su participación en las escuelas piloto, todos los estudiantes menos uno mencionó que les gustaría aprender más sobre el papel de Blockchain en la gestión de residuos (Figura3).

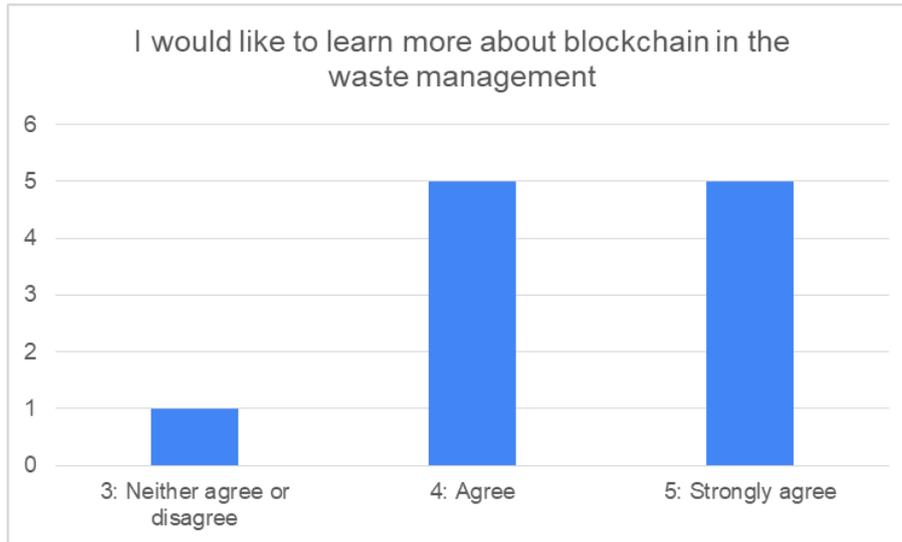


Figura3: Puntos de vista sobre aprender más sobre el papel de Blockchain en la gestión de residuos

Además, el mismo número de estudiantes (es decir, 10 de 11) dijo que obtuvieron una visión más positiva sobre el uso de Blockchain en la gestión de residuos (Figura4).

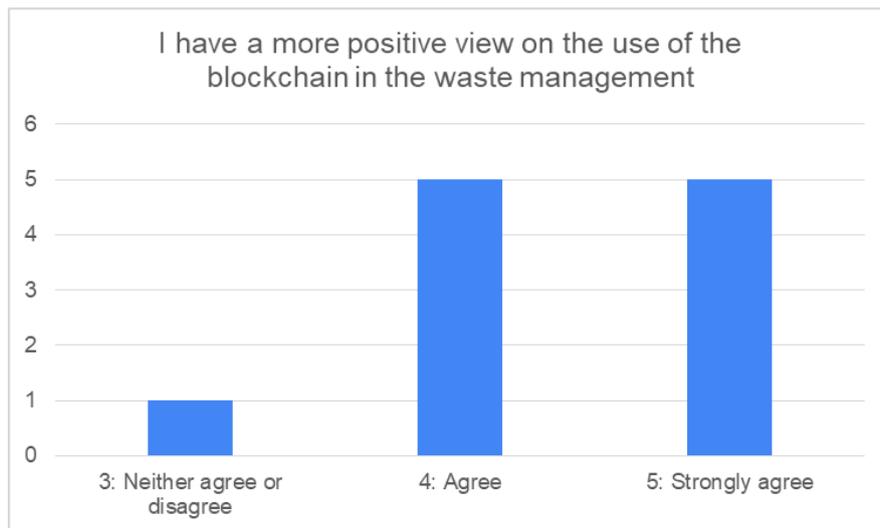


Figura4: Opiniones positivas sobre el uso de Blockchain en la gestión de residuos

Después de participar en el curso piloto, 8 de cada 11 estudiantes indicaron una mayor familiaridad con Blockchain y 9 de cada 11 expresaron su interés en participar en otras actividades orientadas a Blockchain en el futuro.

También se pidió a los participantes que indicaran si la herramienta de aprendizaje electrónico BlockWaste fue útil para desarrollar una mejor comprensión de los sistemas de gestión de residuos y la tecnología blockchain. Los resultados muestran que la herramienta de gestión de residuos es útil para una comprensión más profunda de la gestión de residuos y el trabajo en equipo (Figura5).



Figura5: Utilidad de la herramienta de aprendizaje electrónico BlockWaste para comprender el funcionamiento del sistema de gestión de residuos

La herramienta demostró ser útil para contribuir a una mejor comprensión de la tecnología Blockchain, según 7 de los 11 estudiantes (Figura6).

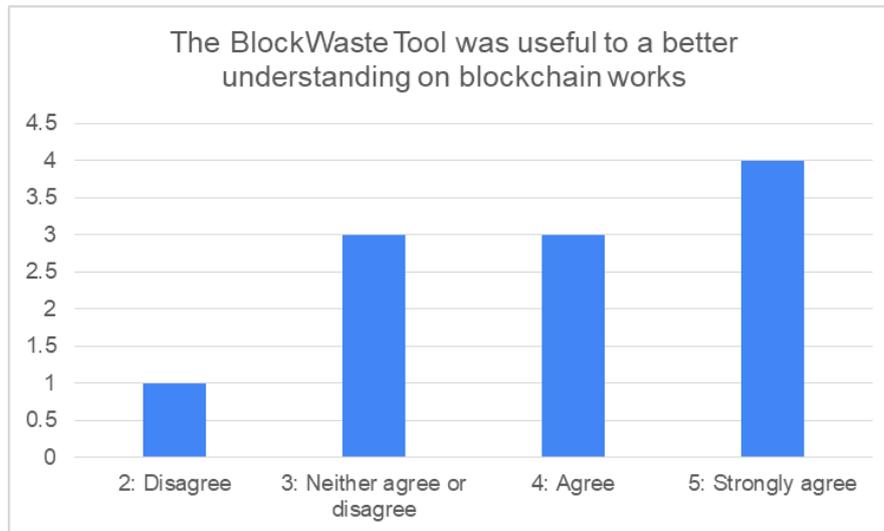


Figura6: Utilidad de la herramienta de e-learning BlockWaste para entender cómo funciona Blockchain

Sin embargo, todos los estudiantes encontraron, en general, la información y el asesoramiento proporcionado útil y caracterizó el material didáctico satisfactorio. Además, la mayoría de los estudiantes dijeron que el material didáctico contiene información adecuada para mejorar el conocimiento sobre la interfaz de gestión de residuos y Blockchain, es interesante y motivador y cumple con sus propósitos y objetivos. Del mismo modo, la mayoría de los estudiantes fueron positivos sobre la facilidad de uso de las fuentes en línea.

Las observaciones anteriores también se muestran en los comentarios dejados por algunos estudiantes. Por ejemplo, se mencionó que «...el uso de Blockchain es particularmente útil

para la asociación directa del usuario con la gestión de residuos...» o que existe un «... enfoque muy interesante de la teoría Blockchain, simple y comprensible, especialmente sobre cómo se resuelve el algoritmo de verificación y qué sucede cuando cambias los elementos de Blockchain...» y que la herramienta es «...muy interesante. Creo que el método de criptografía debería extenderse a otras actividades...». Por supuesto, hubo puntos de vista menos positivos, por ejemplo, un estudiante mencionó que «... me gustaría ver una mejor correlación entre los honorarios del ciudadano y el municipio, ya que no se entendió tan bien...».

Por último, en lo que respecta a la escuela piloto, todos los estudiantes dijeron que la información se comunicaba de manera comprensible y que había una oportunidad de hacer preguntas durante el curso piloto y que se les respondía satisfactoriamente.

## 3 Resultados de la segunda escuela piloto en Alemania

### 3.1 Información general sobre la escuela piloto

La segunda escuela involucró a un total de 14 estudiantes que fueron reclutados de varios cursos de administración de empresas en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Bielefeld. Los estudiantes donde en los semestres segundo a sexto de su licenciatura.

Una vez que los participantes estuvieron de acuerdo, fueron invitados a una reunión de Zoom por correo electrónico. El grupo de estudiantes fue invitado a una reunión conjunta el 7 de julio de 2022. Además, se proporcionó a los participantes con antelación la información necesaria, así como los datos de acceso. Dado que los participantes tuvieron la oportunidad de ver los materiales didácticos del curso blockchain de antemano, pudieron desarrollar una opinión. Además, los participantes ya podían iniciar sesión y probar la herramienta BlockWaste.

Durante la reunión de Zoom, los participantes fueron presentados por primera vez al proyecto en detalle y se pudieron aclarar las preguntas existentes. Después, se dio tiempo a los participantes para iniciar sesión en el curso BlockWaste en el sitio web del proyecto. Se discutió brevemente el contenido del curso y se abordaron otras cuestiones. Después, los participantes recibieron una vez más para iniciar sesión en la herramienta BlockWaste con un nombre de usuario y contraseña individuales. Después de que todos iniciaron sesión con éxito, se explicaron las reglas de la herramienta BlockWaste y se jugó una ronda. En el proceso, los participantes tomaron el papel de «hogares» y el líder del juego tomó el papel de «alcalde». Se pueden hacer preguntas a lo largo del juego. Finalmente, se proporcionó a los participantes un enlace a un cuestionario en línea. Este cuestionario en línea tenía como objetivo evaluar el curso y la herramienta BlockWaste. A continuación se presentan los resultados de la evaluación desde el punto de vista de los estudiantes.

### 3.2 Resultados de la evaluación

Sobre la base de los resultados de la encuesta (los resultados detallados se presentan en el anexo II), resulta que muy pocos estudiantes ya han participado en un formato comparable, como el curso piloto BlockWaste. Sin embargo, las áreas temáticas parecen ser familiares para los estudiantes. Por ejemplo, la mayoría de los estudiantes indicaron que ya estaban familiarizados con la economía circular y habían oído hablar del uso potencial de la tecnología blockchain en la gestión de residuos. Además, la mayoría de los estudiantes indicaron neutralidad hacia la declaración «No vi la necesidad de hacer uso de la cadena de bloques en la gestión de residuos».

Además, los estudiantes indicaron una mayor familiaridad con blockchain y la tecnología en la gestión de residuos después de participar en el curso piloto. En particular, los estudiantes parecen tener una visión más positiva del uso de Blockchain en la gestión de residuos después de participar en el curso piloto (Figura7). Además, la mayoría de ellos mostraron interés en participar en otros formatos centrados en blockchain en el futuro.

I have a more positive view on the use of the blockchain in the waste managemet.

14 Antworten

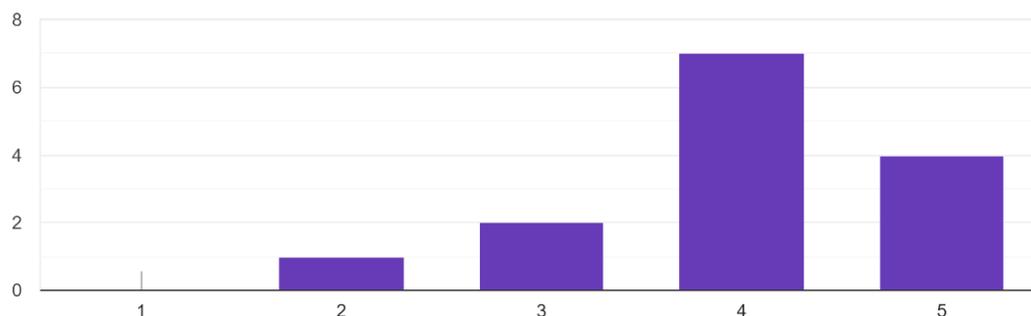


Figura7: Opiniones sobre el uso de blockchain en la gestión de residuos — Escuela piloto alemana

También se pidió a los participantes que indicaran si la herramienta de aprendizaje electrónico BlockWaste fue útil para desarrollar una mejor comprensión de los sistemas de gestión de residuos y la tecnología blockchain. Los resultados muestran que la herramienta de gestión de residuos es útil para una comprensión más profunda de la gestión de residuos y el trabajo en equipo. Sin embargo, al mismo tiempo, resultó que la herramienta está limitada en contribuir a una mejor comprensión de la tecnología Blockchain (Figura8).

The BlockWaste Tool was useful to a better understanding on blockchain works.

14 Antworten

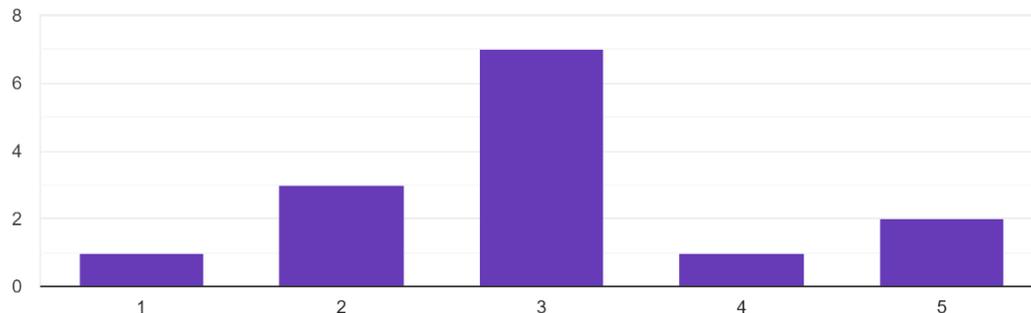


Figura8: Vistas sobre la utilidad de la herramienta BlockWaste en la operación de blockchain — Escuela piloto alemana

Además, se preguntó a los estudiantes si el material educativo proporcionado es útil, satisfactorio y contiene suficiente información sobre la intersección de la gestión de residuos y blockchain. También se preguntó si el material didáctico es interesante, motivador y cumple con el propósito previsto. La mayoría de los estudiantes percibieron que el material didáctico del curso BlockWaste era satisfactorio. Además, la mayoría de los estudiantes indicaron que los materiales didácticos contenían información adecuada para mejorar el conocimiento de la intersección de la gestión de residuos y blockchain. Sin embargo, resultó que los materiales didácticos no planteaban el interés deseado. Por ejemplo, la mayoría de los estudiantes indicaron neutralidad hacia la declaración «El material didáctico es interesante para motivar

al usuario a utilizarlo». A pesar del impacto motivacional limitado de los materiales didácticos, los estudiantes indicaron que los materiales didácticos cumplían su propósito y objetivos.

Además, se hicieron preguntas sobre la facilidad de uso, la comprensión y la capacidad de hacer preguntas y obtener respuestas. La mayoría de los estudiantes fueron positivos sobre la facilidad de uso de las fuentes en línea, así como la comprensión de la información. Además, la mayoría de los estudiantes indicaron que había una oportunidad de hacer preguntas durante el curso piloto y que se les respondió satisfactoriamente.

Finalmente, los participantes tuvieron la oportunidad de dejar comentarios. En los comentarios, el proyecto, así como los temas abordados blockchain y economía circular fueron descritos como emocionantes, actuales y orientados a la aplicación. En el contexto de la economía circular, uno de los estudiantes hizo hincapié en la importancia de motivar a los hogares individuales a comportarse mejor en términos de producción de basura a través de sistemas de recompensa. En cuanto a la herramienta blockchain, se señaló que no hay transparencia para los jugadores con respecto a posibles acciones alternativas para reducir los costos de generación y separación de residuos. Se sugirió que se proporcionara un gráfico a los jugadores para visualizar los costos existentes asociados con los diferentes tipos de desechos. Se observó negativamente que se proporcionó muy poca información relacionada con blockchain. En particular, parece que faltan casos de uso concretos para blockchain en la gestión de residuos.

## 4 Resultados de la tercera escuela piloto de Estonia

### 4.1 Información general sobre la escuela piloto

La tercera escuela piloto se llevó a cabo en Estonia en la Universidad Tecnológica de Tallin (TalTech) el 30 de agosto de 2022. En esta escuela participaron 28 estudiantes de postgrado del máster «Gestión ambiental e ingeniería» de TalTech (Figura9). Las escuelas piloto se organizaron como clase introductoria para los cursos «Evaluación del ciclo de vida» y «Contaminación y prevención del aire». Los estudiantes recibieron invitaciones en el sistema Moodle utilizando el foro de comunicación.

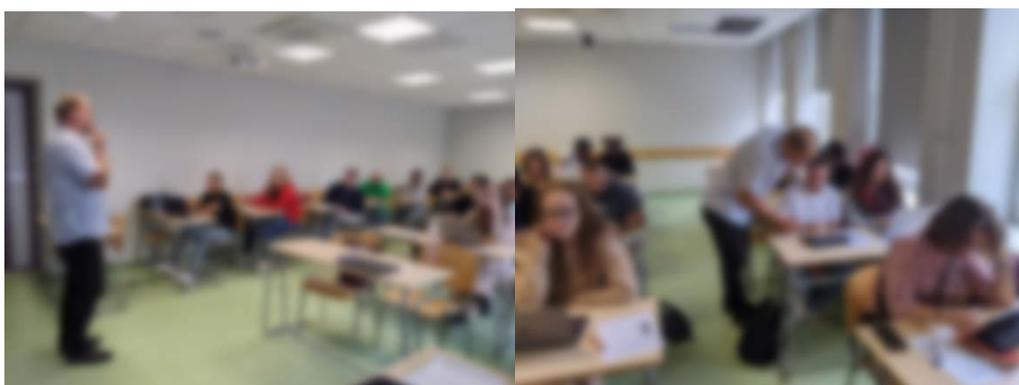


Figura9: Escuela de pilotos en Tallin, Estonia

Al principio del curso, el concepto Blockchain fue introducido a los estudiantes por el Dr. Ermo Täks. Al final de la introducción, los estudiantes resolvieron un ejemplo simple basado en Excel para encontrar el «hash» bajo la supervisión del Dr. Täks. La segunda parte del curso comenzó con una introducción de la «Herramienta interactiva de residuos en bloque» desarrollada por el socio principal NTUA (GreciaFigura10). Esta introducción fue dada por el Dr. Viktoria Voronova.

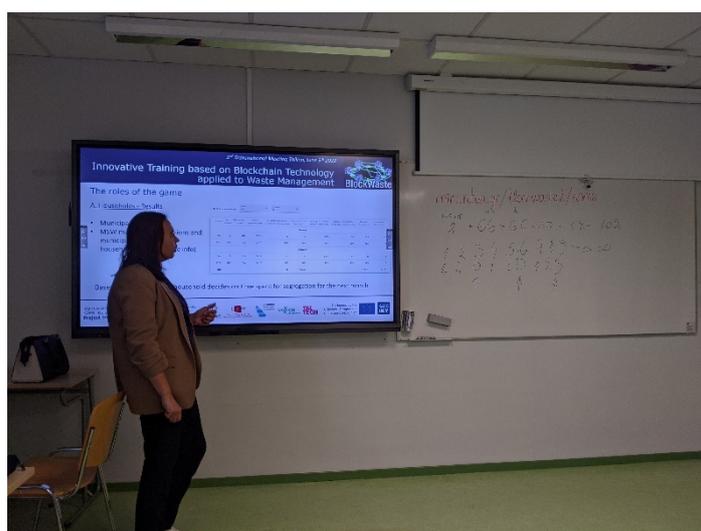


Figura10: Introducción a la «Herramienta interactiva de residuos en bloque»

En la escuela piloto de Tallin, los estudiantes tuvieron la oportunidad de usar la versión actualizada de la herramienta BlockWaste, que combina el juego RSU con un problema de Blockchain integrado. Todos los estudiantes recibieron los roles de «hogar», mientras que el papel del «alcalde» fue asignado al maestro de la escuela piloto. Todos los participantes iniciaron sesión en la herramienta Blockwaste y se les pidió que cumplimentaran la tabla relativa a la negación de residuos, las características del hogar, las capacidades de clasificación, etc. durante el primer mes. Después de llenar la tabla, todos los estudiantes resolvieron el «hash» y luego para enviar sus resultados al ‘alcalde’. El papel del «alcalde» se explicó a los estudiantes y después de la presentación de los datos por todos los estudiantes, se mostró y discutió la tabla de resumen. Después de eso, el «alcalde» devolvió a cada «hogar» la cantidad de dinero que cada hogar debe pagar (es decir, las tasas municipales) en función de la generación de residuos, la composición y la información de clasificación. Al final del juego, se siguió la discusión.

Al final del curso piloto se pidió a los estudiantes que cumplimentaran el formulario de evaluación. El formulario de evaluación se entregó en línea en Moodle a través del foro de comunicación. La mayoría de los estudiantes llenaron el formulario de evaluación en línea. Los resultados de la evaluación se presentan en la sección 4.2.

## 4.2 Resultados de la evaluación

Los resultados detallados de la evaluación de la escuela piloto estonia se presentan en el anexo III. A continuación se presenta el resumen de los resultados.

La mayoría de los estudiantes que participaron en la tercera escuela piloto en Estonia tienen antecedentes en ingeniería ambiental y, por lo tanto, la gran mayoría están familiarizados con los principios de la economía circular. La mayoría de los estudiantes no han escuchado o participado en actividades relacionadas con Blockchain en la gestión de residuos antes. Sin embargo, alrededor del 65 % de los encuestados ven la necesidad de usar Blockchain en la gestión de residuos (Figura11).

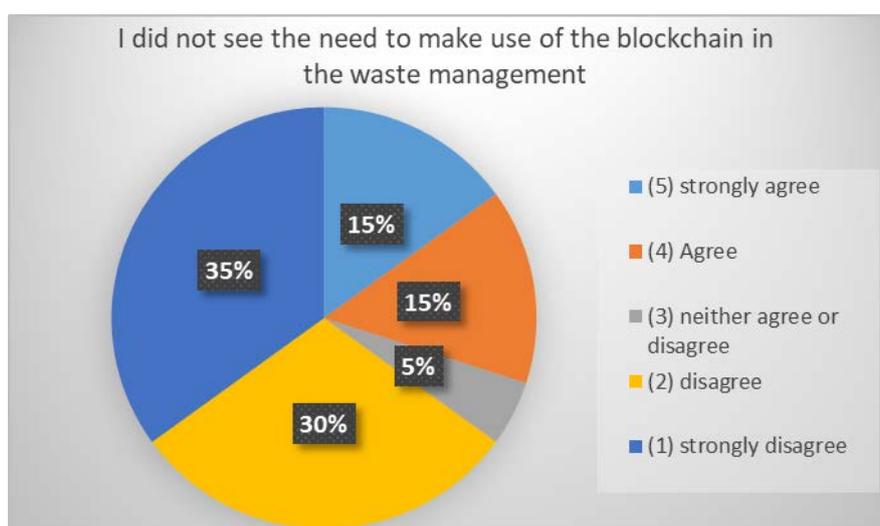


Figura11: Respuestas a la pregunta sobre la necesidad de hacer uso de la cadena de bloques en la gestión de residuos

Después de su participación en esta escuela piloto, los estudiantes estuvieron de acuerdo en que se familiarizaron más con la Blockchain y mencionaron que les gustaría aprender más sobre el uso de Blockchain en la gestión de residuos. Alrededor del 72 % de los encuestados estaban interesados en participar en otras actividades orientadas a Blockchain en el futuro (Figura12).

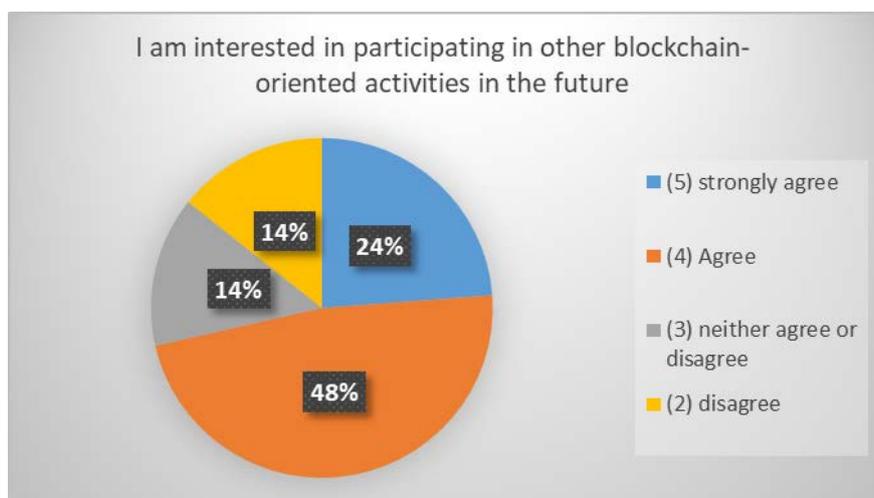


Figura12: Interés en la participación en otras actividades orientadas a blockchain

Además, alrededor del 66 % de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que BlockWaste Tool era útil para comprender mejor cómo funciona Blockchain.

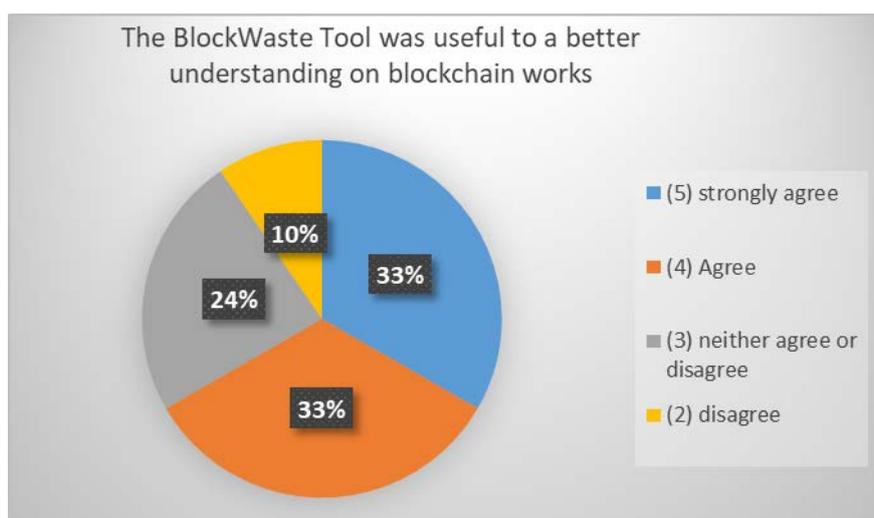


Figura13: Comprensión de Blockchain a través de la herramienta BlockWaste

En cuanto a la información general proporcionada y el nivel de materiales didácticos, la mayoría de los estudiantes dijeron que eran muy satisfactorios. La mayoría también estuvo

de acuerdo en que los materiales didácticos son interesantes, cumplen con su propósito y objetivos y contienen información adecuada para mejorar el conocimiento sobre la interfaz de gestión de residuos y Blockchain.

Alrededor del 60 % de los encuestados estuvo de acuerdo en que era fácil usar las fuentes en línea de BlockWaste, y solo el 10 %, aunque para ellos era complicado (Figura14).

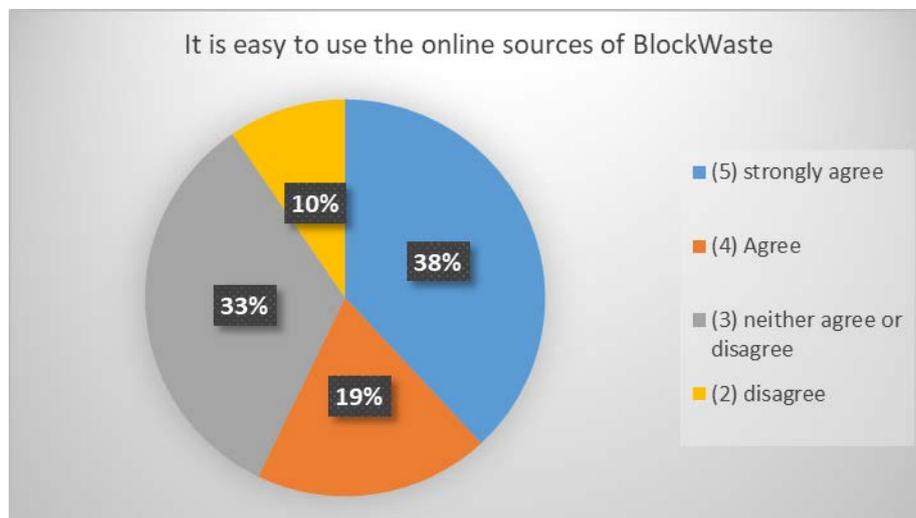


Figura14: Facilidad para utilizar las fuentes en línea de BlockWaste

La mayoría de los encuestados también están de acuerdo en que para ellos la información durante la escuela piloto se comunicó de una manera comprensible y que se les brindó la oportunidad de hacer preguntas y obtener respuestas.

Además, se dieron comentarios positivos con respecto a la escuela piloto, por ejemplo, que “fue una sesión interesante e interactiva que abrió mi comprensión del ecosistema blockchain. Me encantaría participar en futuros eventos», «Es una herramienta muy útil para gestionar los residuos», y «La presentación fue genial, y estoy muy interesado en la implementación de las características de blockchain en la gestión de residuos».

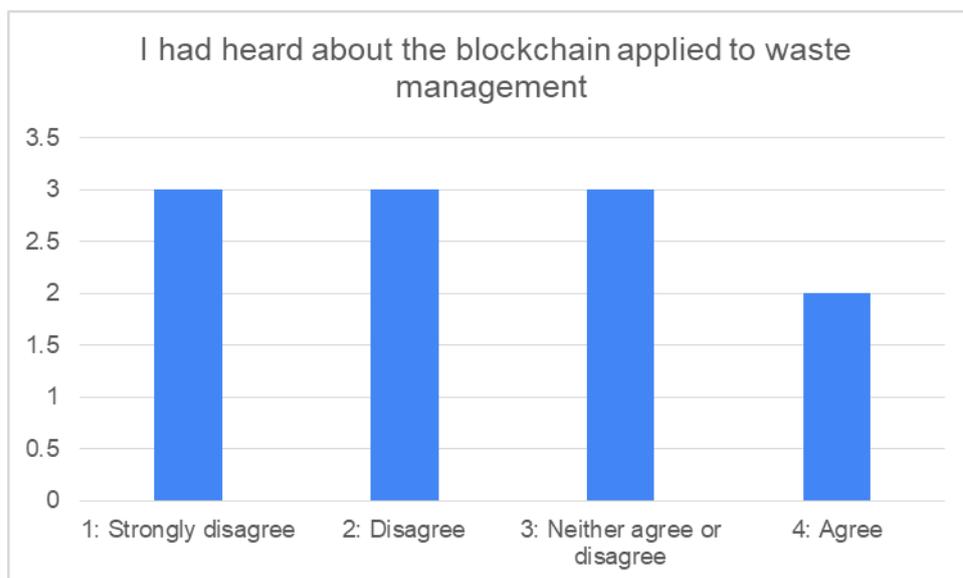
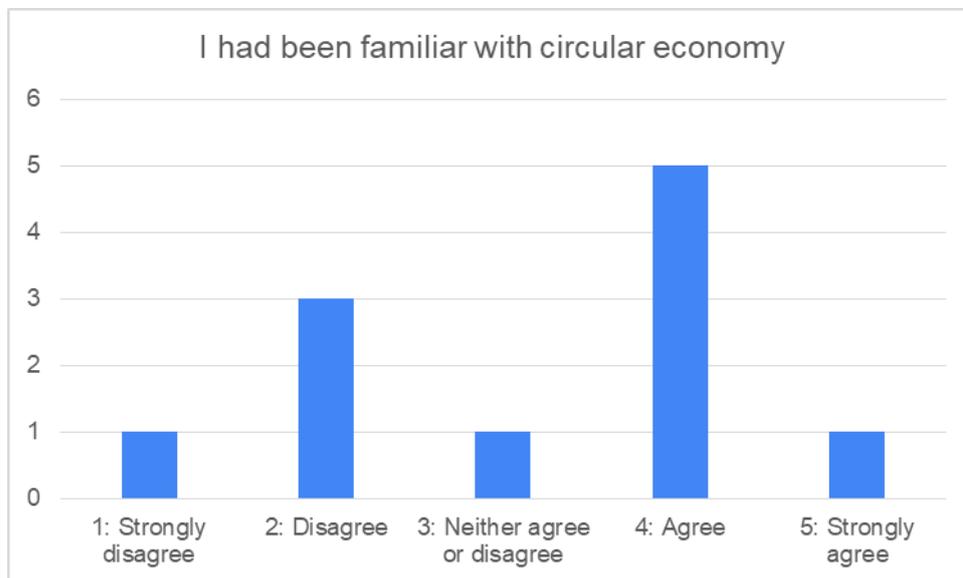
## 5 Conclusiones

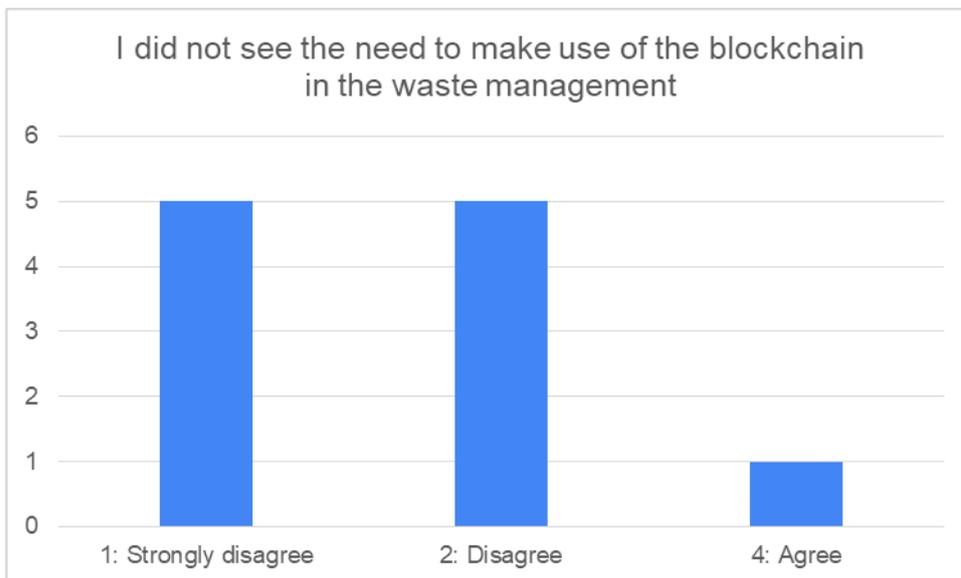
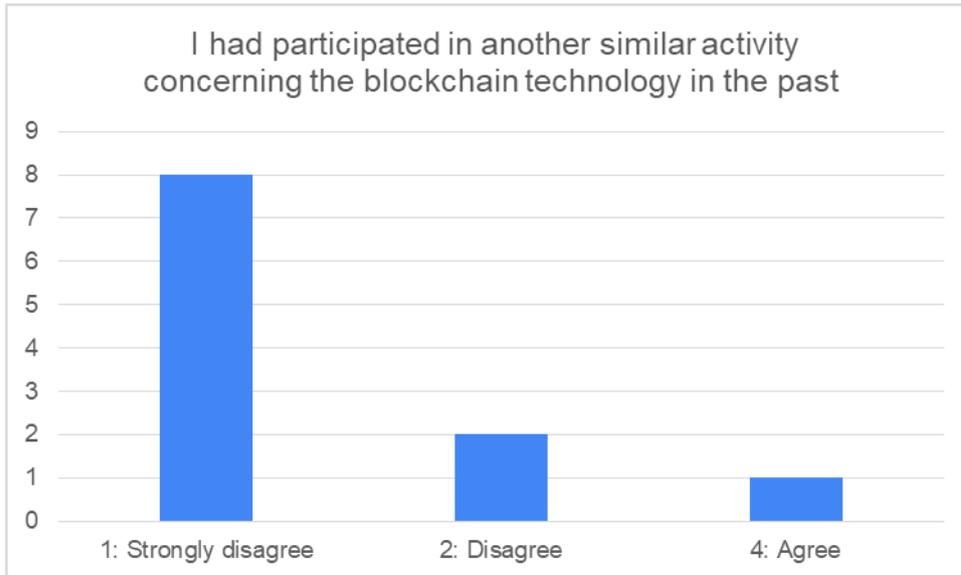
Sobre la base de los resultados del cuestionario, queda claro que los temas de blockchain y economía circular abordados en el curso BlockWaste y la Herramienta Interactiva BlockWaste atraen al grupo objetivo de estudiantes. Más específicamente, el curso y la herramienta parecen ser adecuados para transmitir conocimientos teóricos, así como para profundizar estos conocimientos a través de la aplicación práctica y el diseño de los contenidos puede facilitar el aprendizaje en línea y en el aula. En esta dirección, el plan de estudios para el curso BlockWaste se puede implementar fácilmente en las organizaciones europeas de IES, especialmente en forma de MOOC, ya que finalmente se desarrolló (y más allá del formulario de solicitud). Además, los materiales educativos parecen aptos no solo para programas universitarios, sino también para empresas del sector de la gestión de residuos. Esto está respaldado por el hecho de que la gran mayoría de los participantes en las tres escuelas piloto mencionaron que después de su participación se familiarizaron más con la tecnología Blockchain, obtuvieron una visión más positiva sobre el uso de la Blockchain en la gestión de residuos y, finalmente, estuvieron dispuestos a aprender más sobre el uso de la tecnología Blockchain en los sistemas de gestión de residuos. En la misma dirección, los participantes dijeron que la Herramienta Interactiva de Residuos en Bloques ofrece una mejor comprensión sobre los sistemas de gestión de residuos y el trabajo en equipo y, en consecuencia, sobre los criterios de innovación y sostenibilidad de los nuevos métodos en el contexto de la economía circular. Finalmente, las escuelas piloto demostraron que el material didáctico es interesante y motiva al usuario a utilizarlo y facilidad de uso en contextos de aprendizaje y autoformación.

Por otro lado, los participantes indicaron que ciertos aspectos del material de formación podrían mejorarse. Por ejemplo, en las dos primeras escuelas piloto se mencionó que en el contexto de la herramienta BlockWaste, es necesario proporcionar información más detallada sobre la integración de la tecnología Blockchain en los sistemas de gestión de residuos. Además, notaron algunos errores técnicos que deben eliminarse. Además, algunos participantes dijeron que la herramienta BlockWaste podría ampliarse con visualizaciones adicionales para los jugadores. Estas observaciones se modificaron en la versión actualizada de la herramienta BlockWaste, que se probó en la tercera escuela piloto de Estonia. En cuanto al material de formación, que se proporciona con el curso, un comentario fue que sería útil una estructura más consistente en los videos proporcionados. De esta manera, se podrían implementar referencias cruzadas entre los videos y elementos recurrentes, o se podrían crear videos propios, aunque esto no entra dentro y no está previsto en el plan de proyecto aprobado.

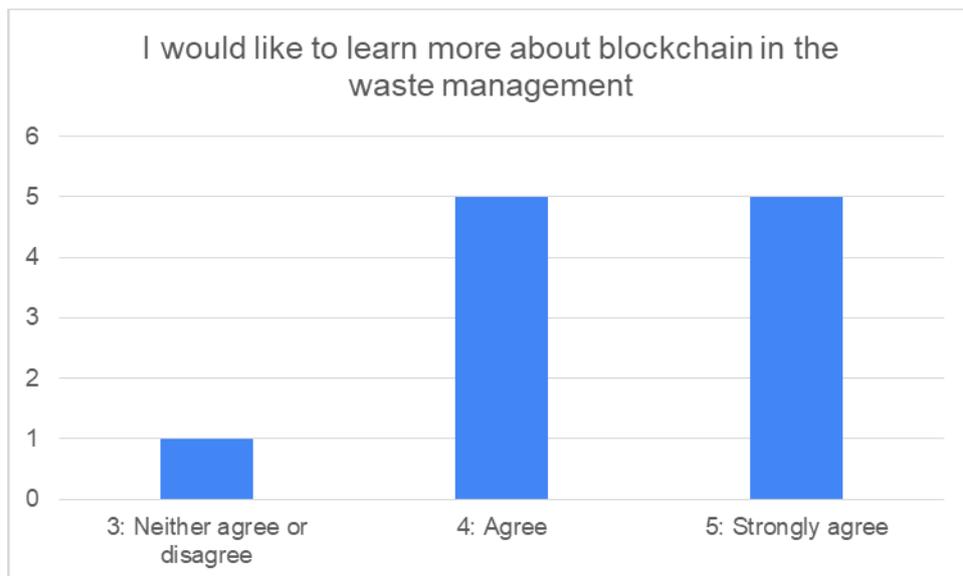
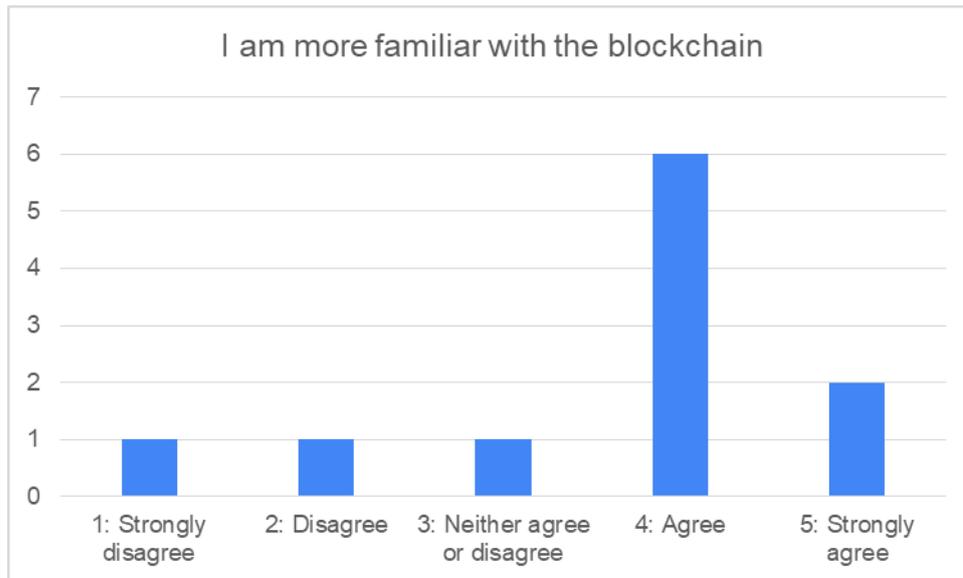
## Anexo I: Respuestas de la escuela piloto en Grecia

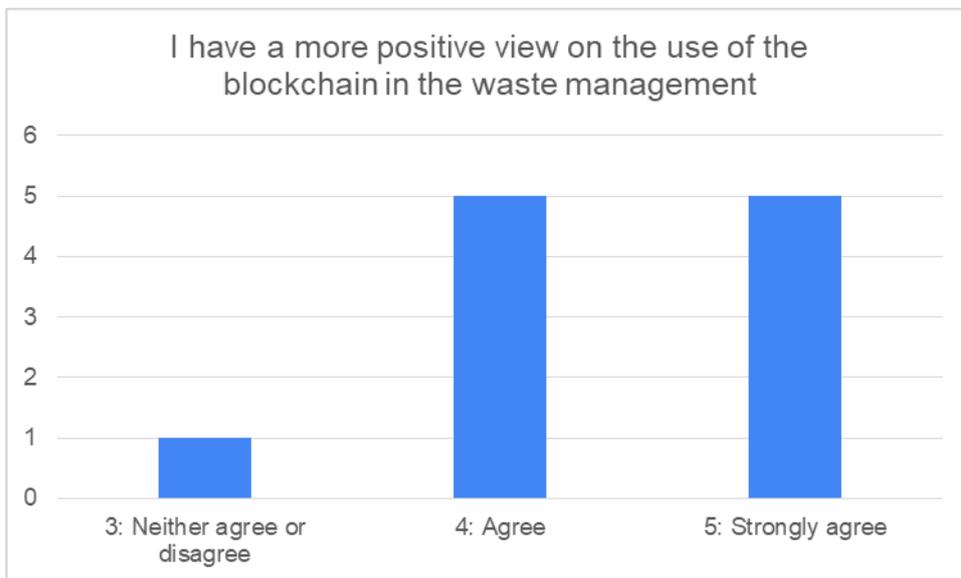
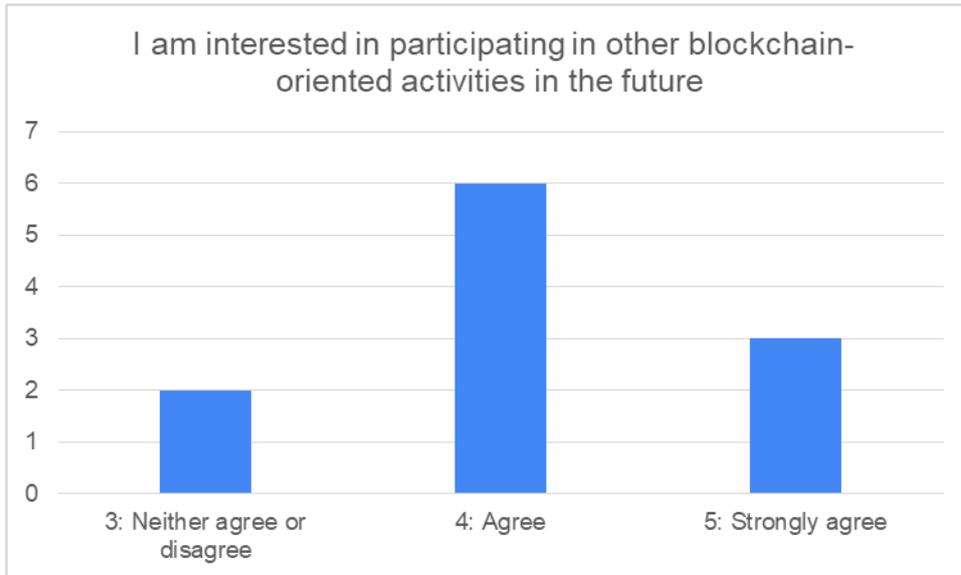
### A. Antes de mi participación en esta escuela piloto



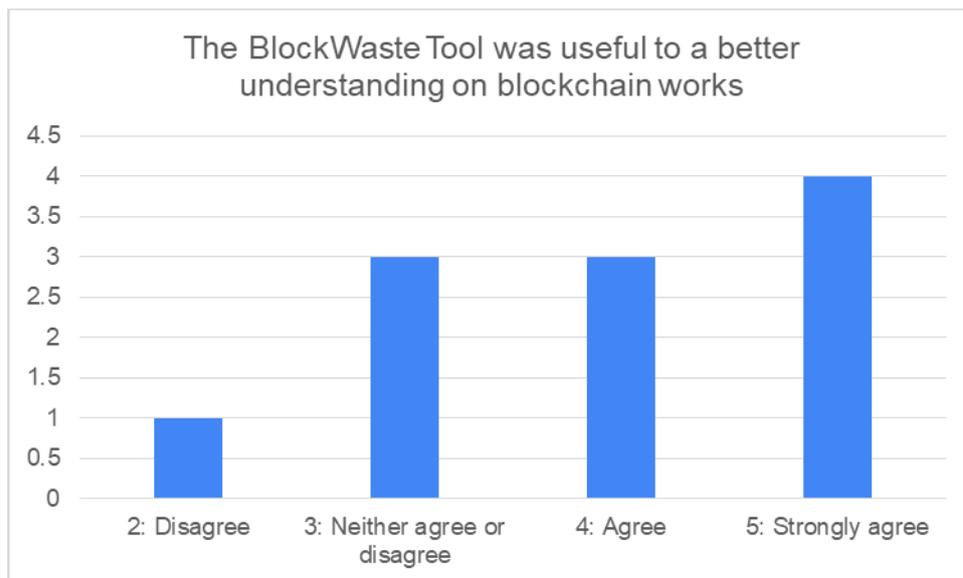
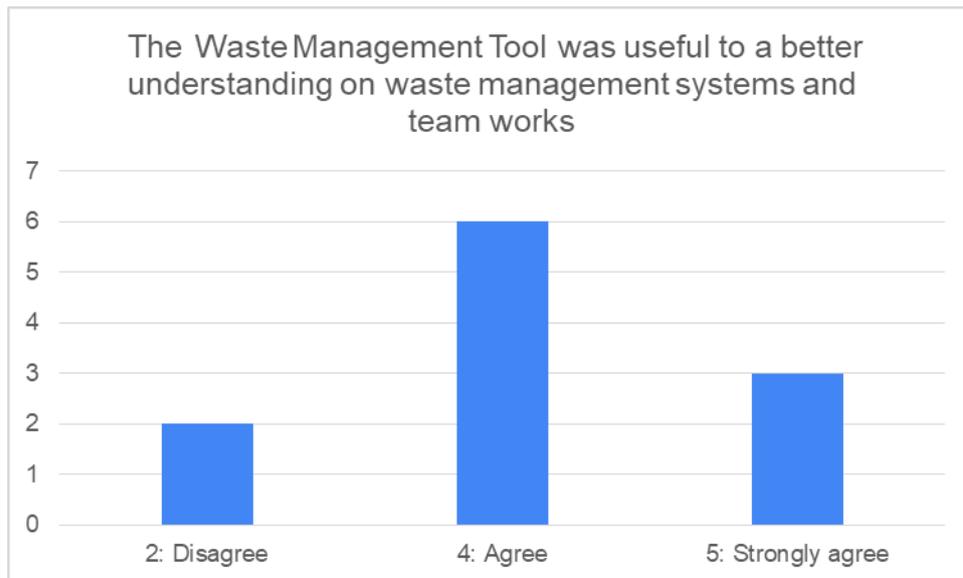


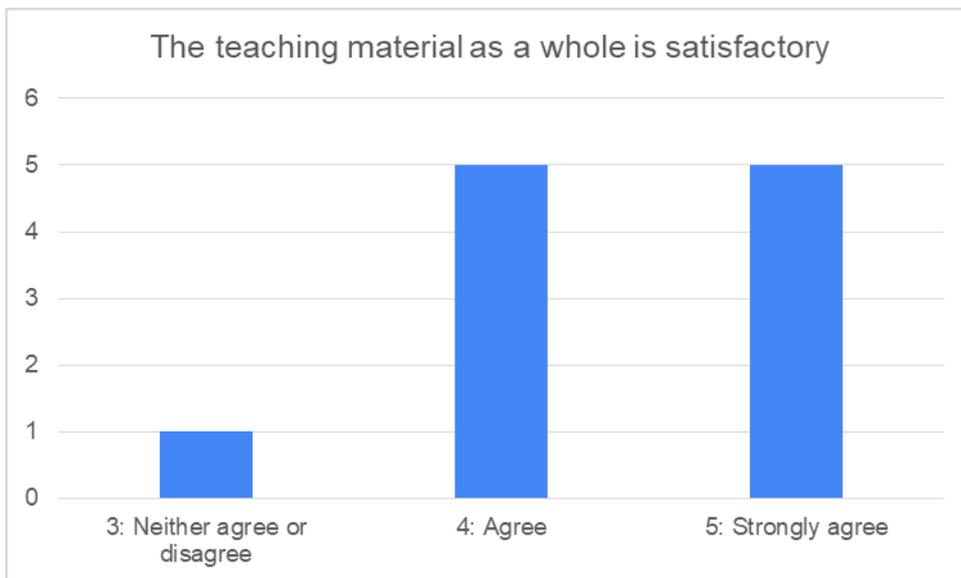
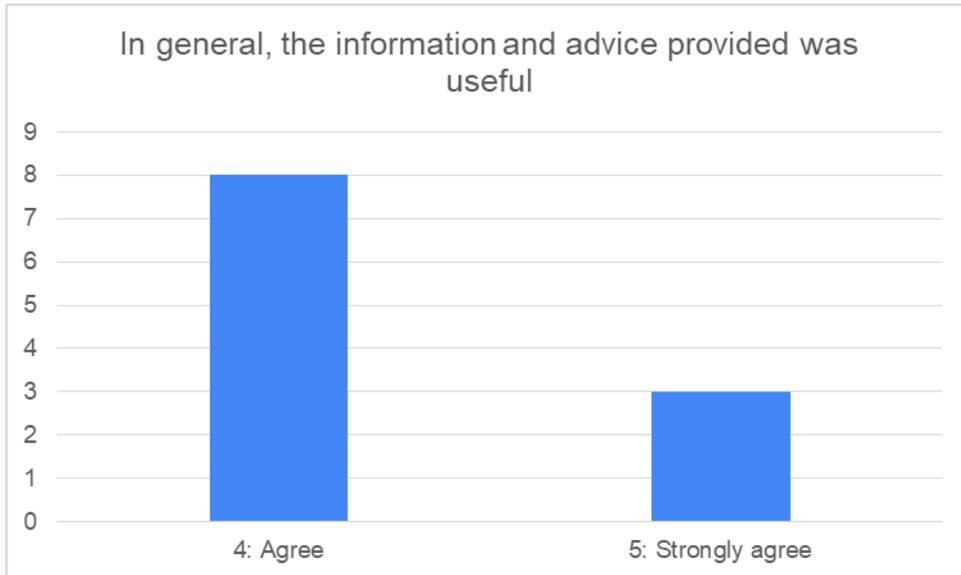
## B. Después de mi participación en esta escuela piloto

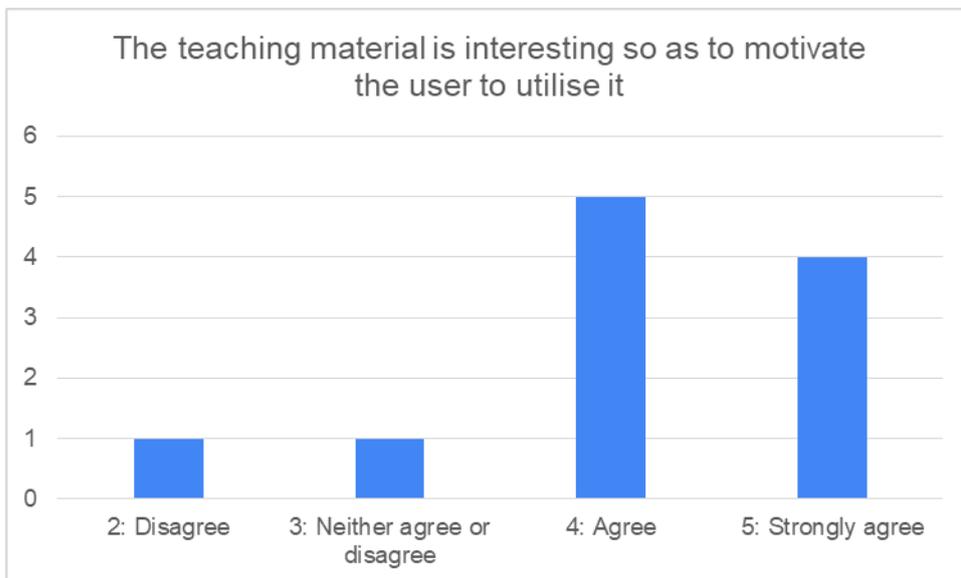
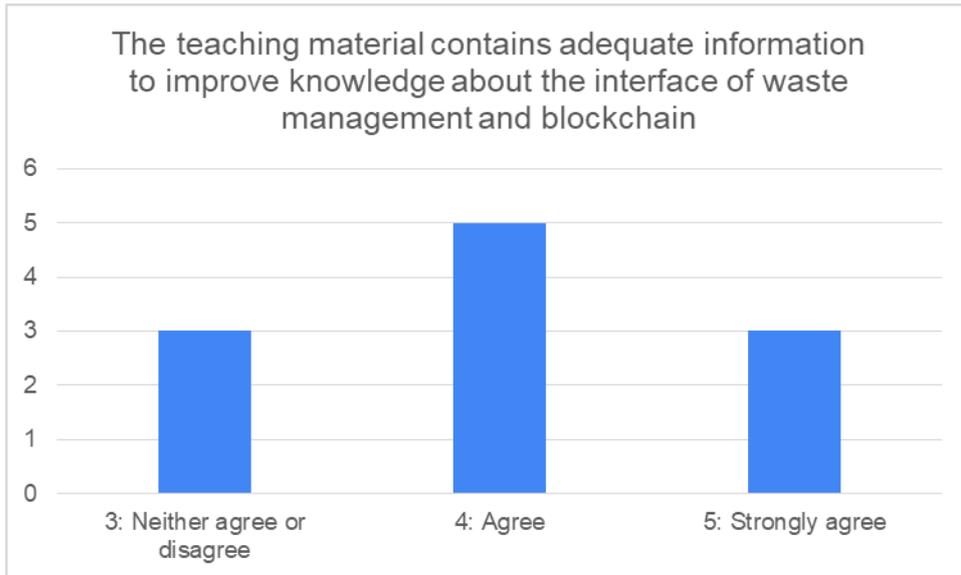


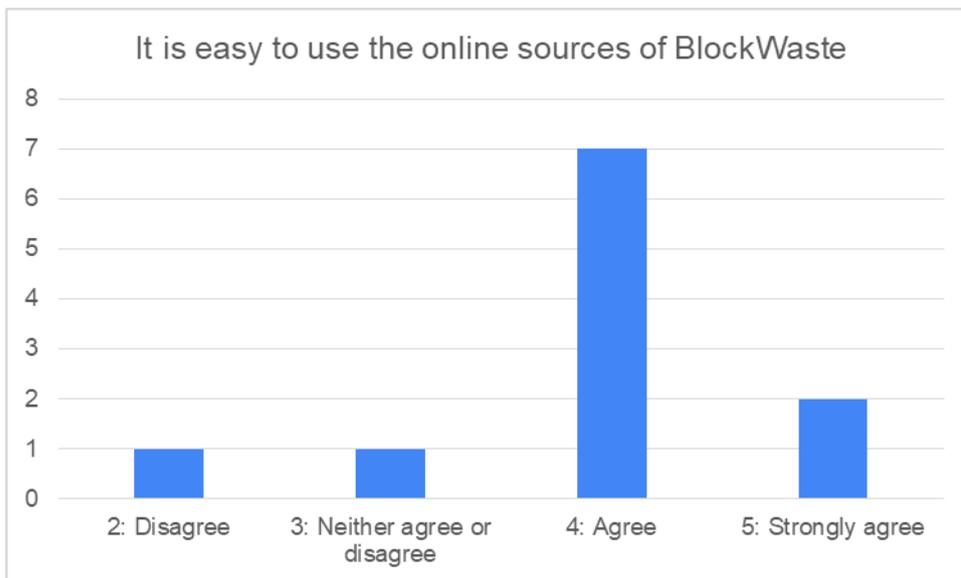
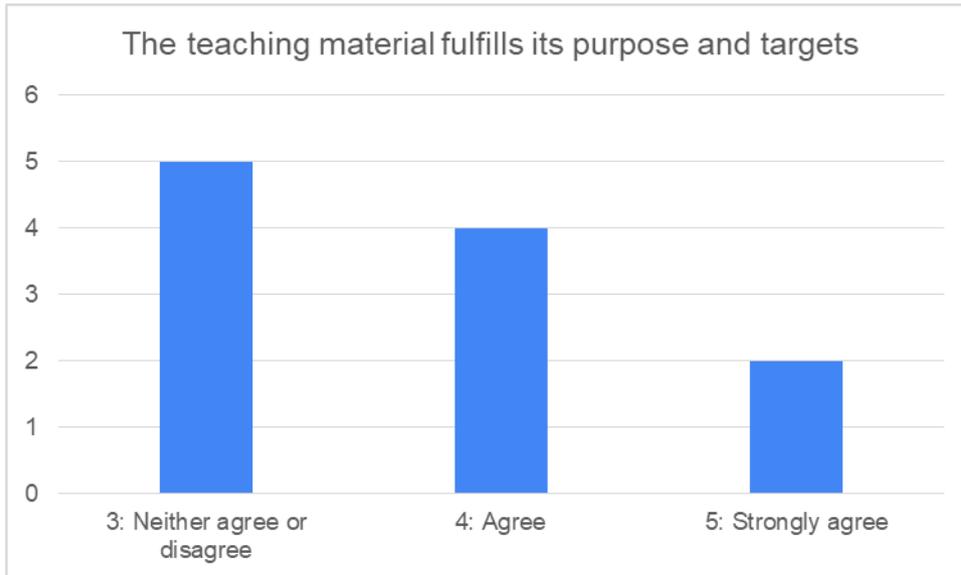


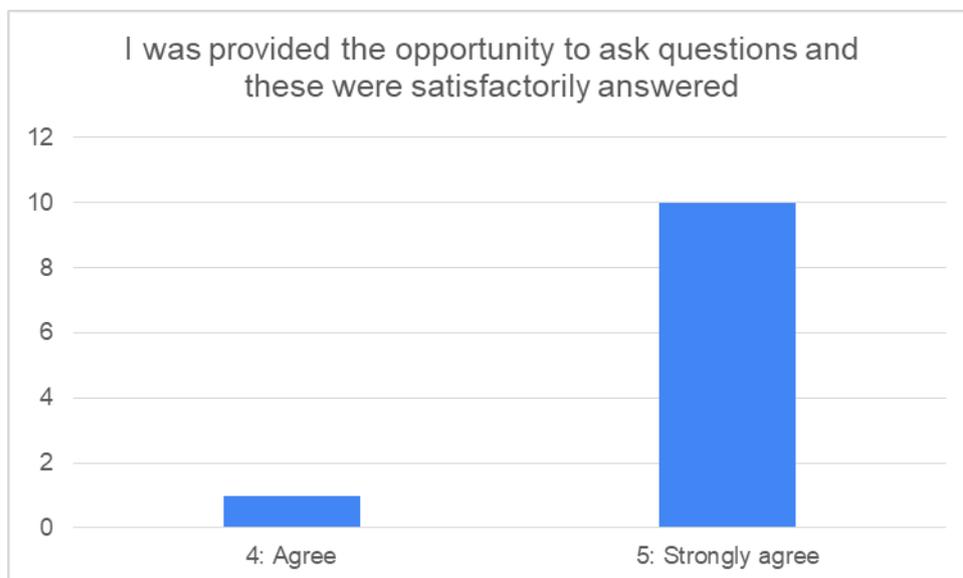
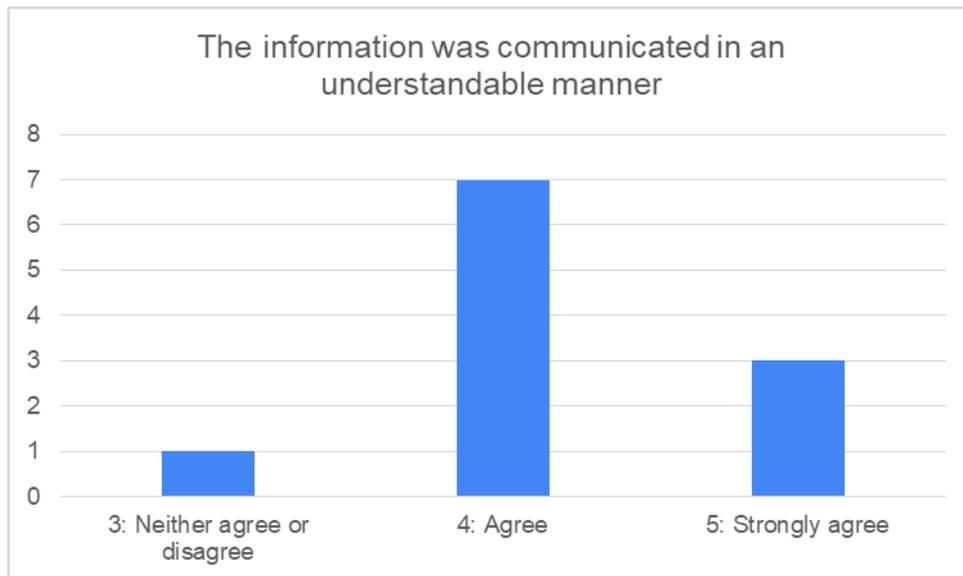
### C. Evaluar su experiencia en esta escuela piloto











#### D. Observaciones adicionales

**D.1** El uso de blockchain es particularmente útil para la asociación directa del usuario con la gestión de residuos. Me gustaría ver una mejor correlación entre los honorarios de los ciudadanos y el municipio, ya que no se entendió tan bien.

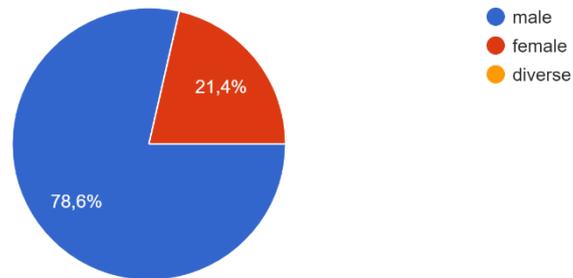
**D2.** Enfoque muy interesante de la teoría de blockchain, simple y comprensible, especialmente sobre cómo se resuelve el algoritmo de verificación y qué sucede cuando cambias los elementos de blockchain

**D3.** Me pareció muy interesante. Creo que el método de criptografía debería extenderse a otras actividades

## Anexo II: Respuestas de la escuela piloto en Alemania

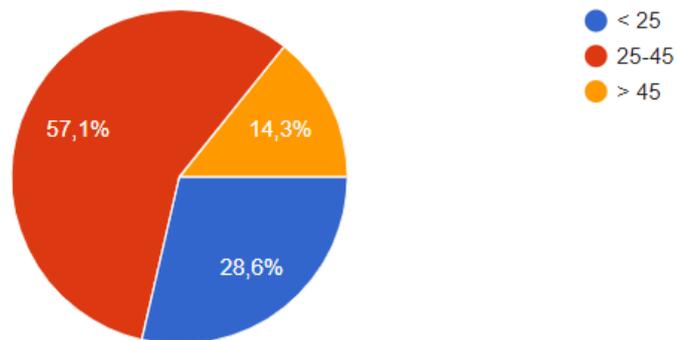
### Gender

14 Antworten



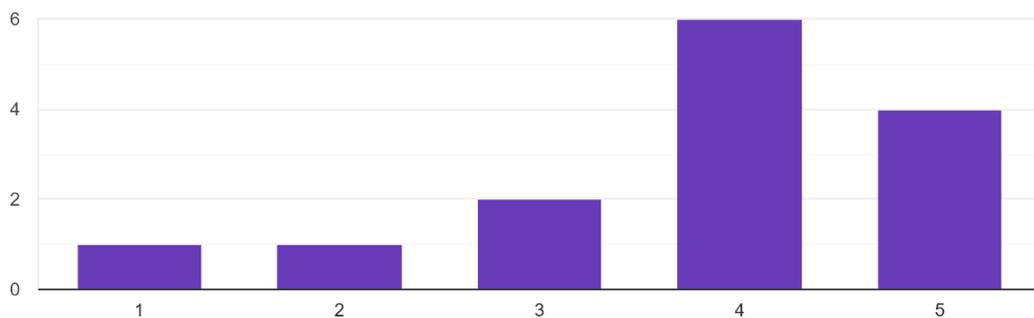
### Age

14 Antworten



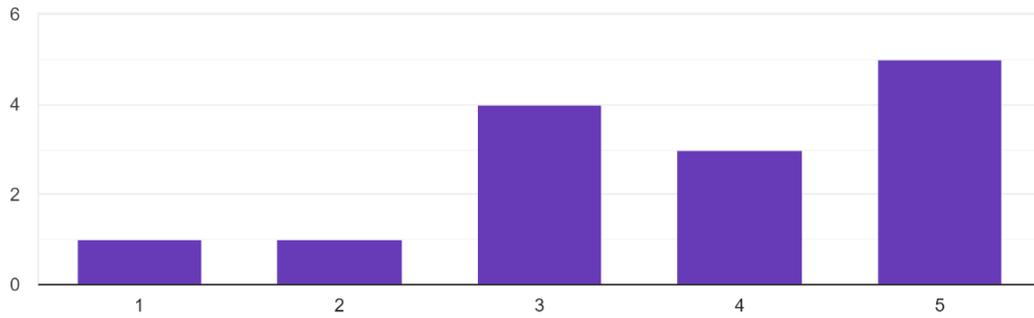
### I had been familiar with circular economy.

14 Antworten



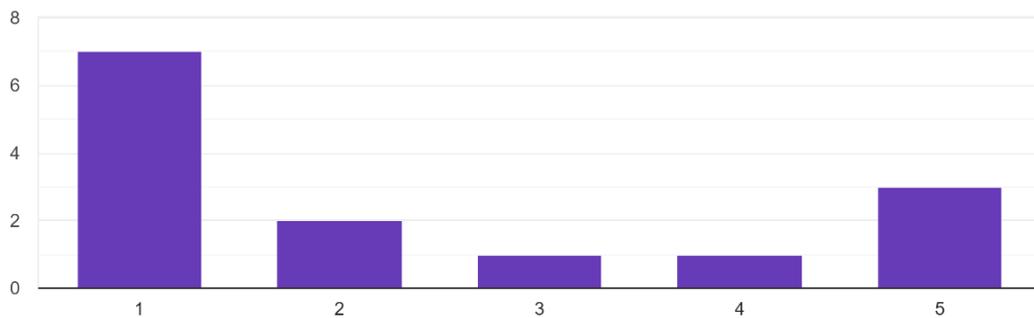
I had heard about the blockchain applied to waste management.

14 Antworten



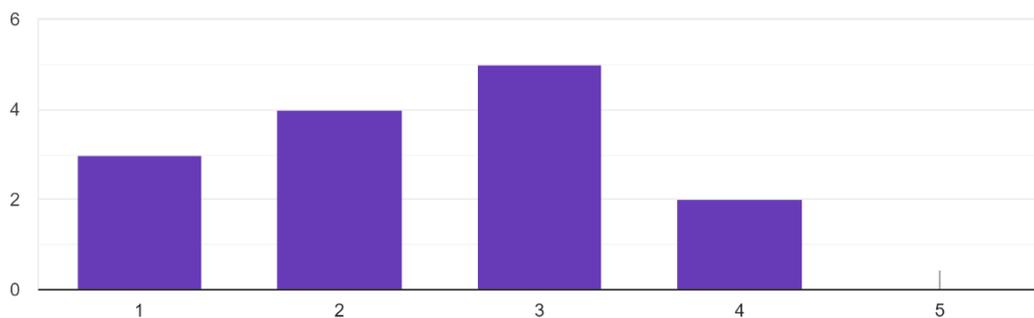
I had participated in another similar activity concerning the blockchain technology in the past.

14 Antworten



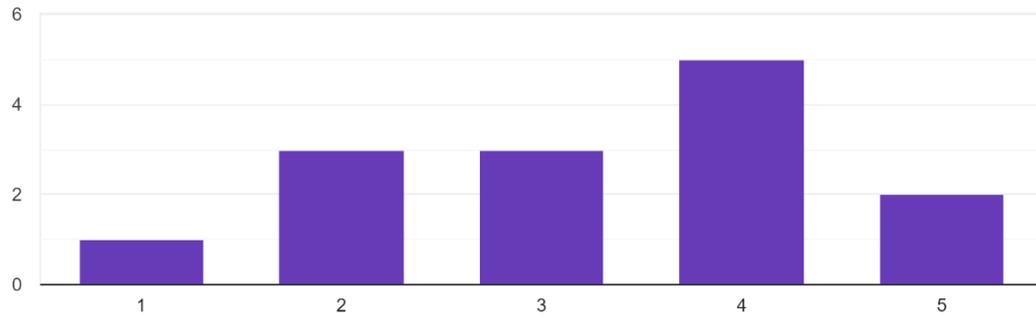
I did not see the need to make use of the blockchain in the waste management.

14 Antworten



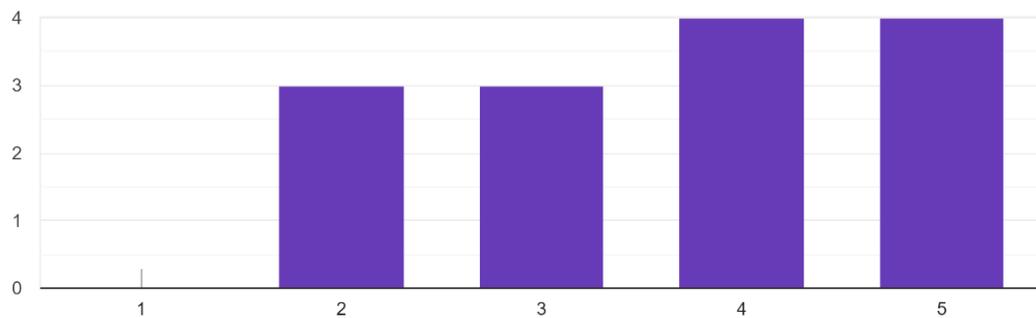
I am more familiar with the blockchain.

14 Antworten



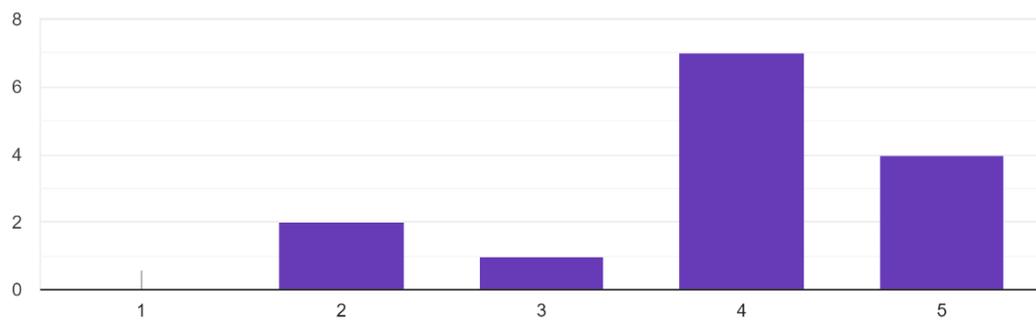
I would like to learn more about blockchain in the waste management.

14 Antworten



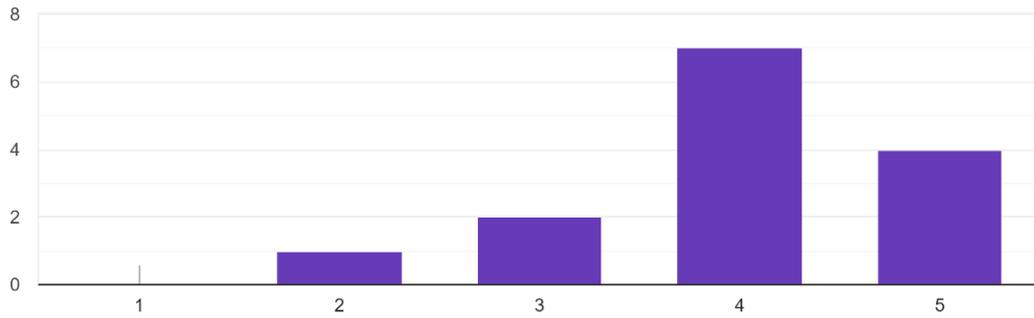
I am interested in participating in other blockchain-oriented activities in the future.

14 Antworten



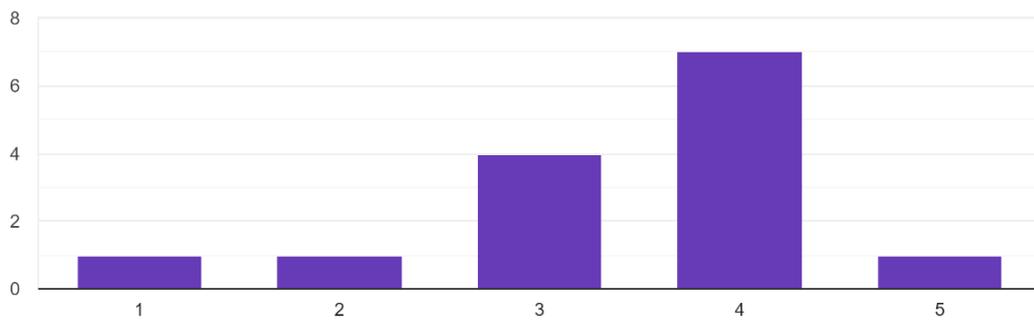
I have a more positive view on the use of the blockchain in the waste management.

14 Antworten



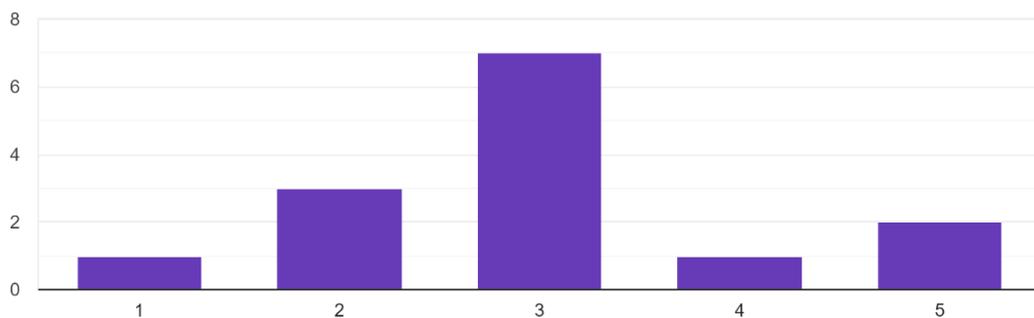
The Waste Management Tool was useful to a better understanding on waste management systems and team works.

14 Antworten



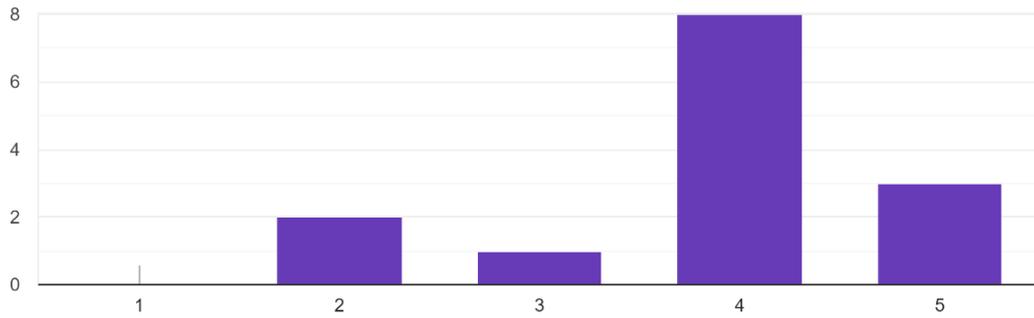
The BlockWaste Tool was useful to a better understanding on blockchain works.

14 Antworten



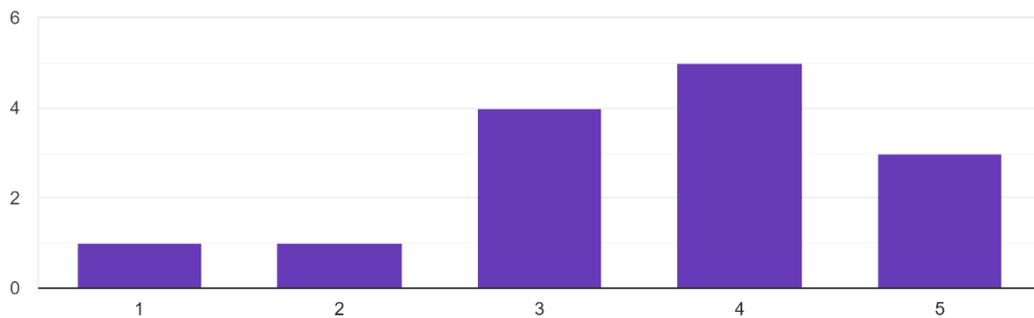
In general, the information and advice provided was useful.

14 Antworten



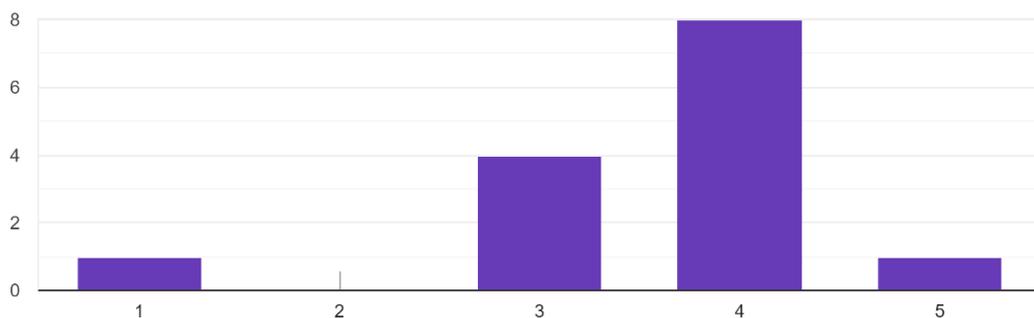
The teaching material as a whole is satisfactory.

14 Antworten



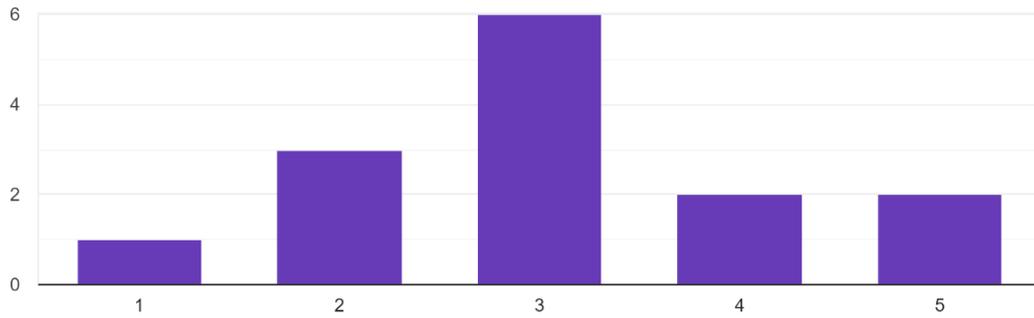
The teaching material contains adequate information to improve knowledge about the interface of waste management and blockchain.

14 Antworten



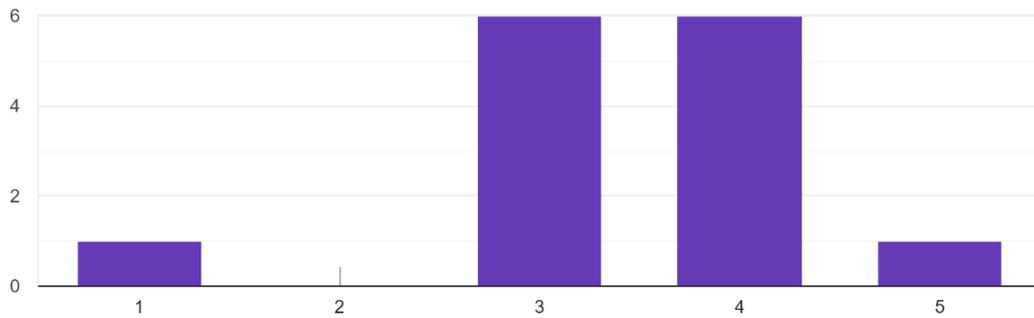
The teaching material is interesting so as to motivate the user to utilise it.

14 Antworten



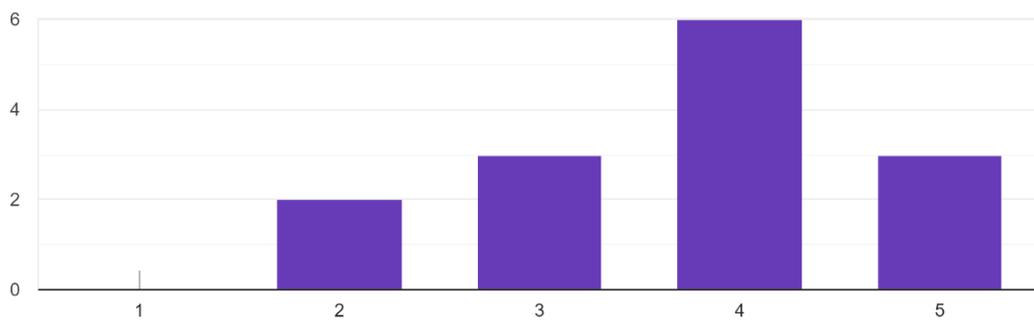
The teaching material fulfills its purpose and targets.

14 Antworten



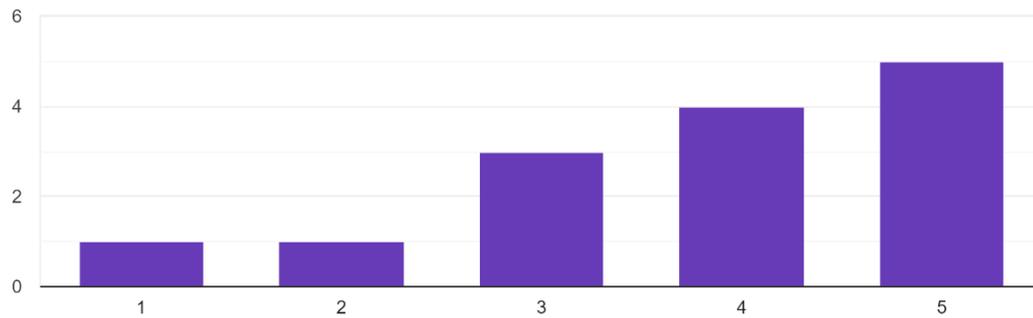
It is easy to use the online sources of BlockWaste.

14 Antworten



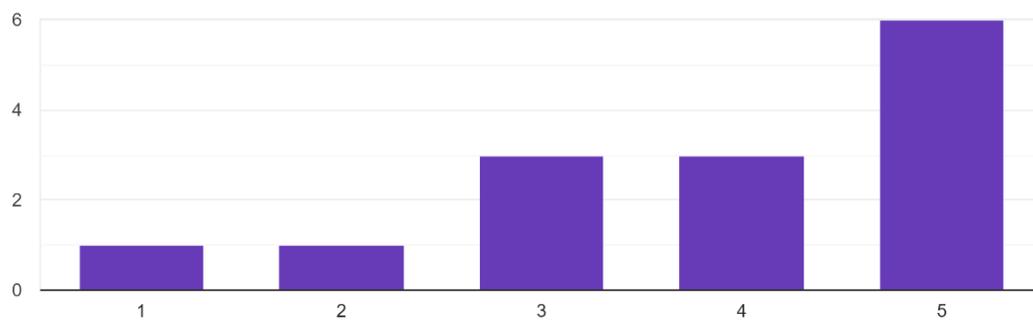
The information was communicated in an understandable manner.

14 Antworten



I was provided the opportunity to ask questions and these were satisfactorily answered.

14 Antworten



## Comments:

6 Antworten

Mal schauen, ob alles klappt!

Avoid negatives in in statements. Terminology sometimes confusing.

I'm very happy with the BlockWaster Project. The project itself is very exciting and application-related. I hope to engage in further Blockchain projects.

It would be interesting to take a community approach over an individual approach. Waste management, in my opinion, is part of the efforts to combat global warming. Since companies are very successful in blaming individuals behavior instead of accepting their own responsibility, an approach towards collective efforts by groups of people would be interesting. Instead of focusing on individual households, quarters could be of interest. Motivating multiple households all together would yield better results plus individuals could gain higher incentives when efforts are doubled, tripled, etc.

How can I reduce my cost of waste? By sorting better? separating better? producing less waste? There was no graphic on which type of trash is the most costly; Consumers could particular pay attention to creating e.g. plastic waste if this was highlighted as the most costly waste-type. There was just a total sum of cost for waste

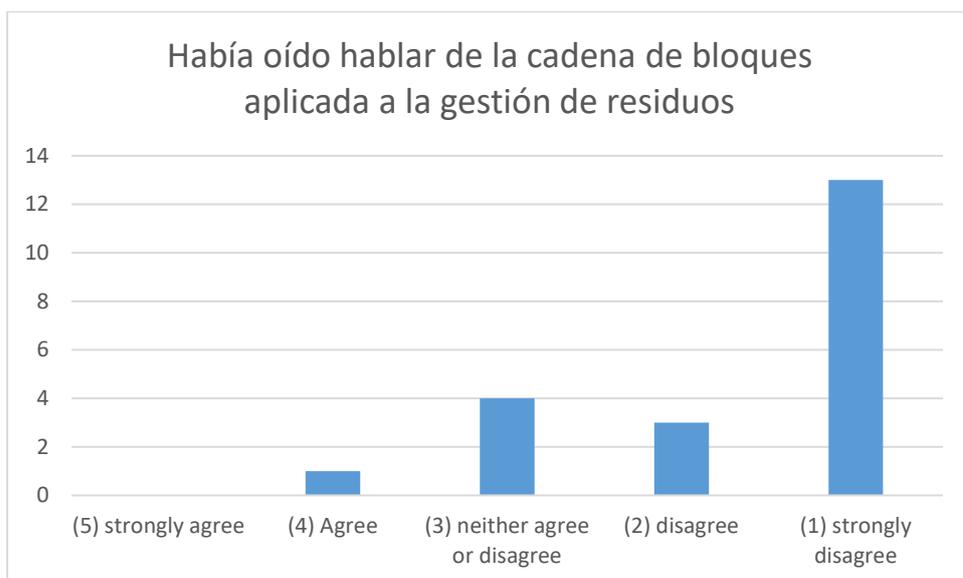
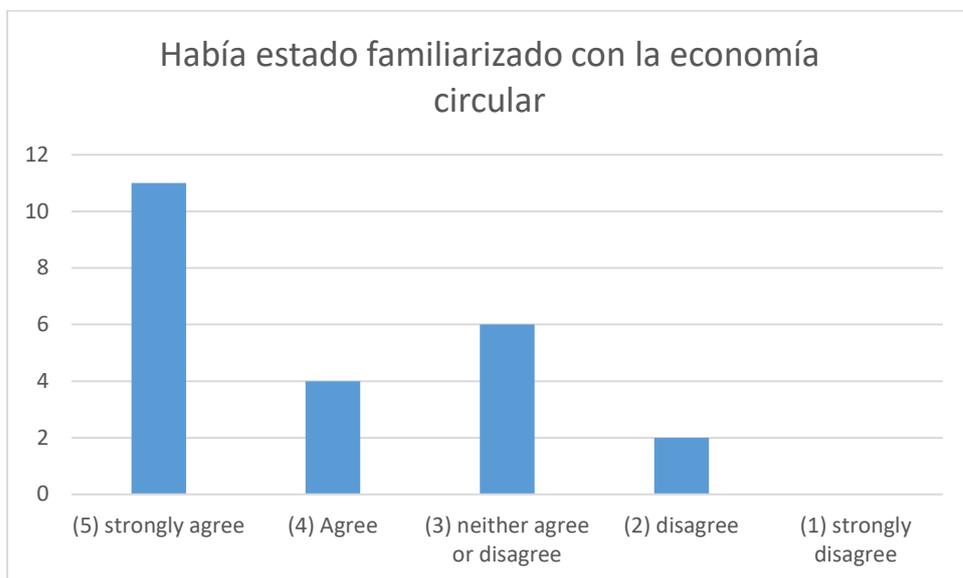
Whenever I rated 3 it was because I feel explanation on block chains was missing. I don't know anything on block chains and after the pilot school I still know very little. It was talked a lot about waste management, which is why I would give a 5 solely for that, but there was no slide explaining general knowledge about block chains. There was only one quick comment about it being sharing data in a chain, like the waste data in a municipal entity. I would have loved to learn a bit more about block chains and how exactly they are applied for waste management.

I really like the topics covered in the BlockWASTE Course, I like that society will become more informed about these topics, there is a great need for it.

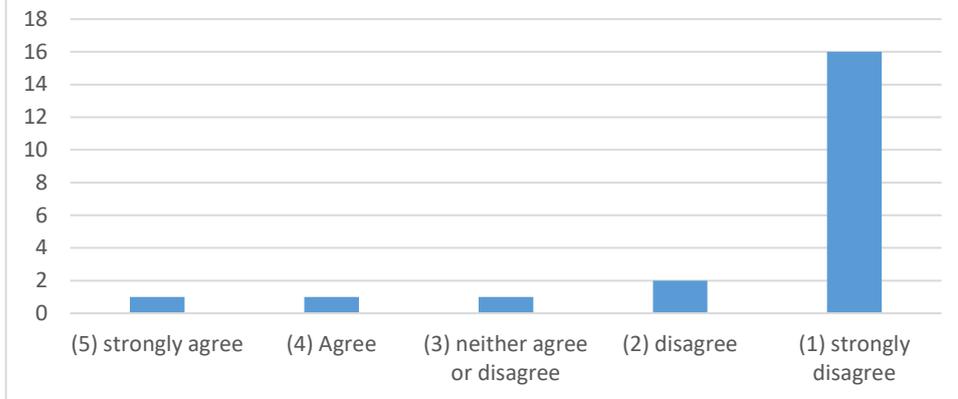
In the blockwaste game, maybe it could be further specified whether the number of household members include pets, or add another entry for number of pets even, so that the weight of their excrements can be considered.

## Anexo III: Respuestas de la escuela piloto de Estonia

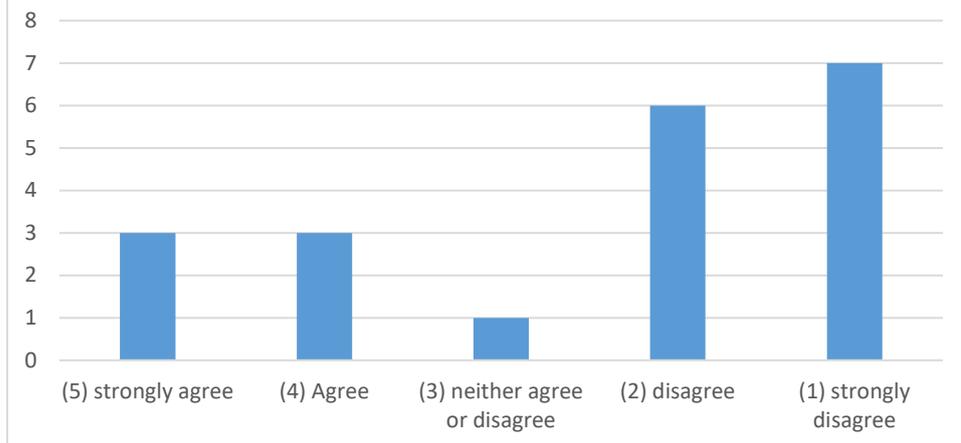
### A. Antes de mi participación en esta escuela piloto



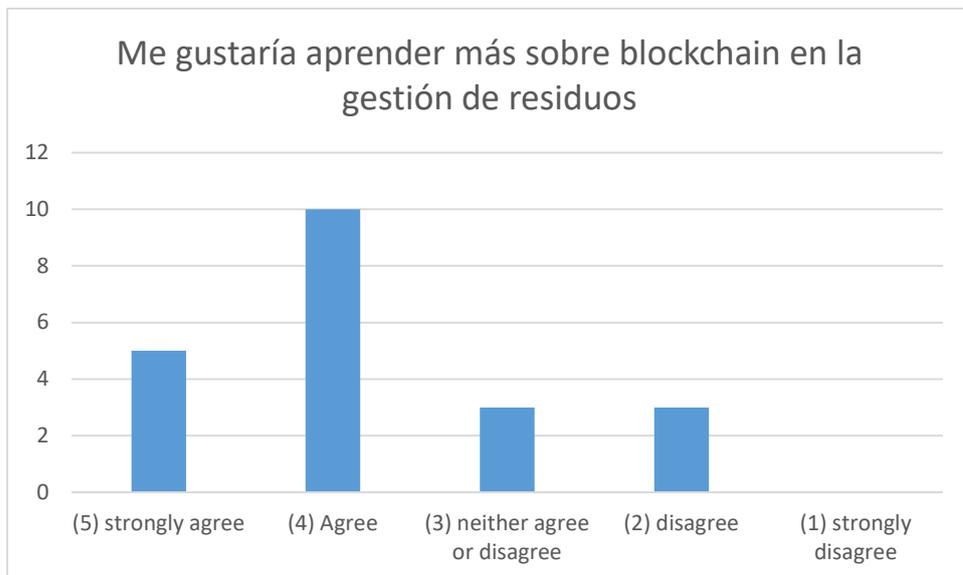
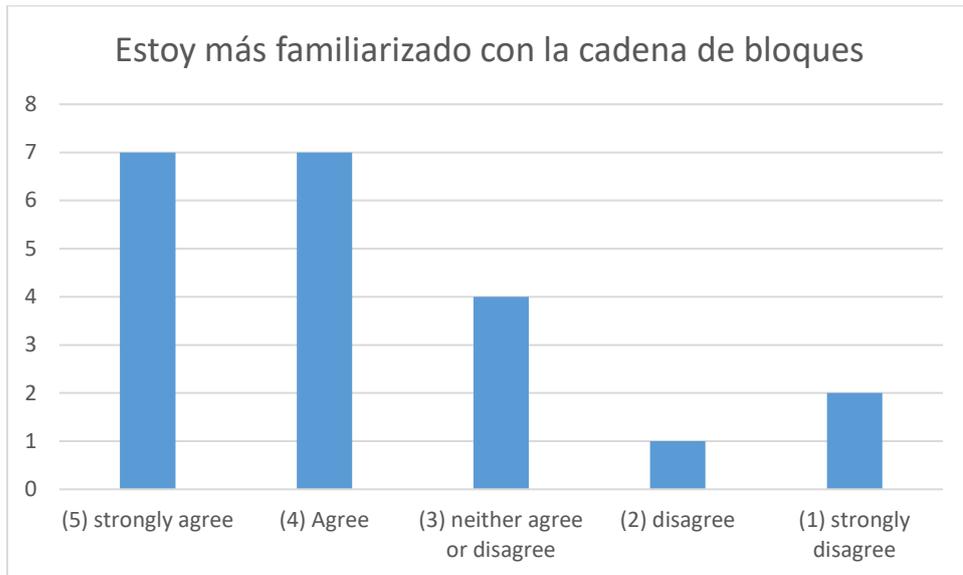
### Había participado en otra actividad similar relacionada con la tecnología blockchain en el pasado



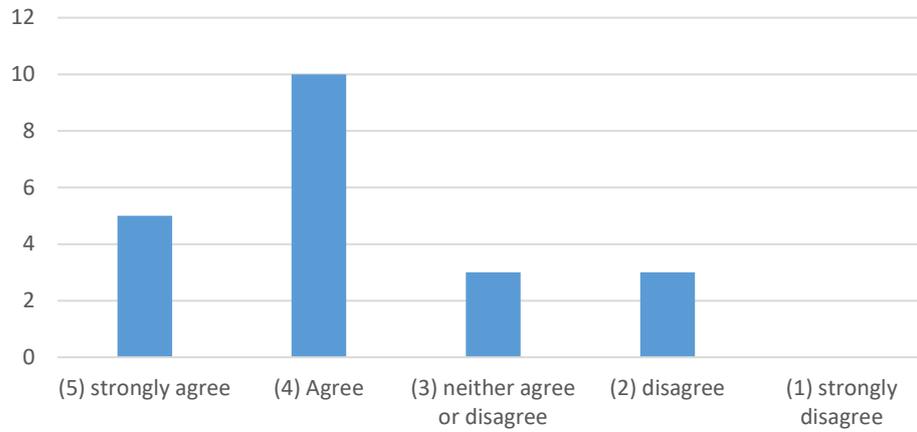
### No vi la necesidad de hacer uso de la cadena de bloques en la gestión de residuos



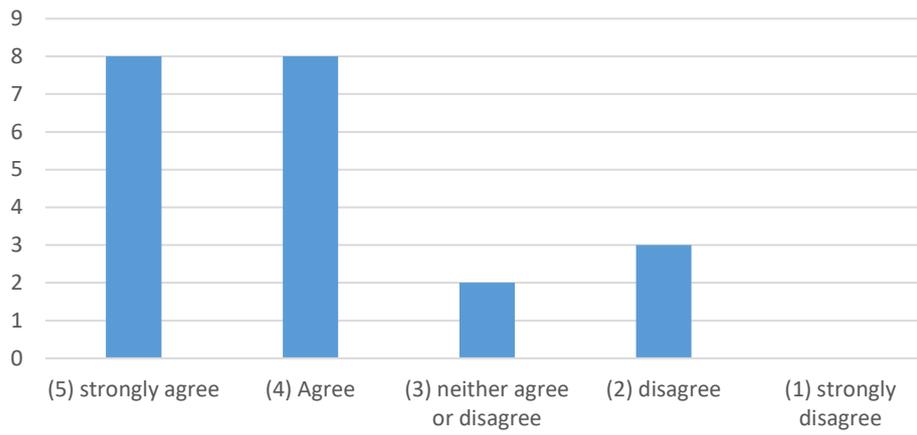
## B. Después de mi participación en esta escuela piloto



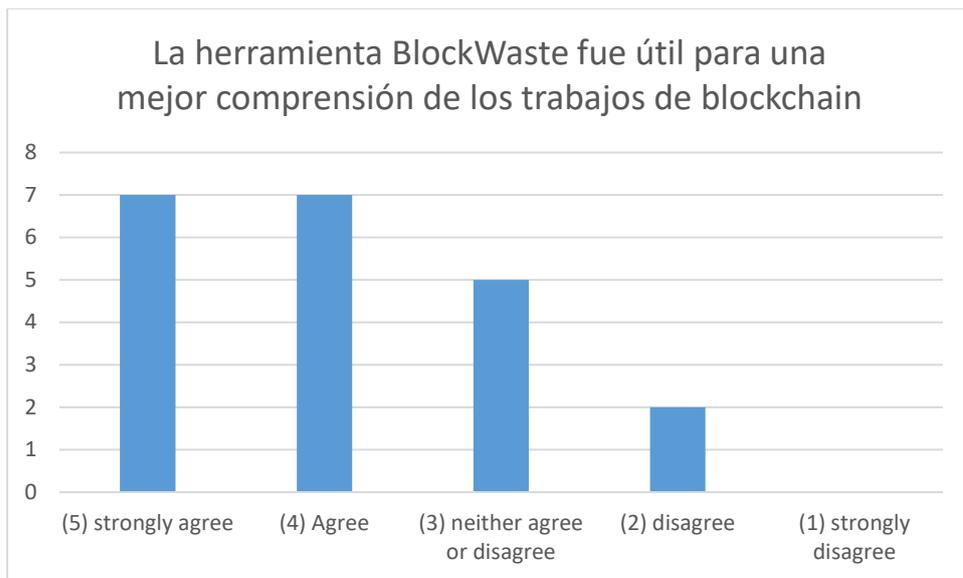
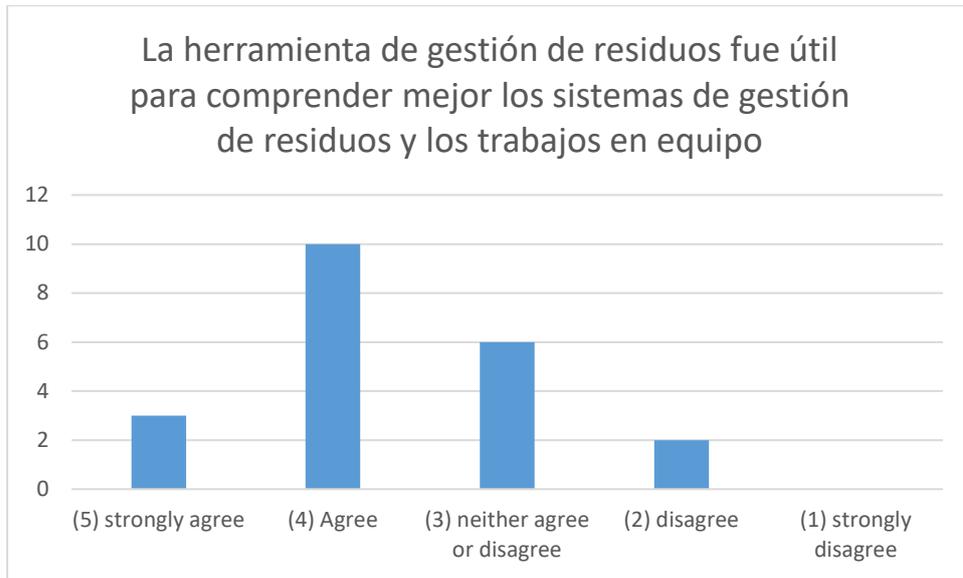
### Estoy interesado en participar en otras actividades orientadas a blockchain en el futuro

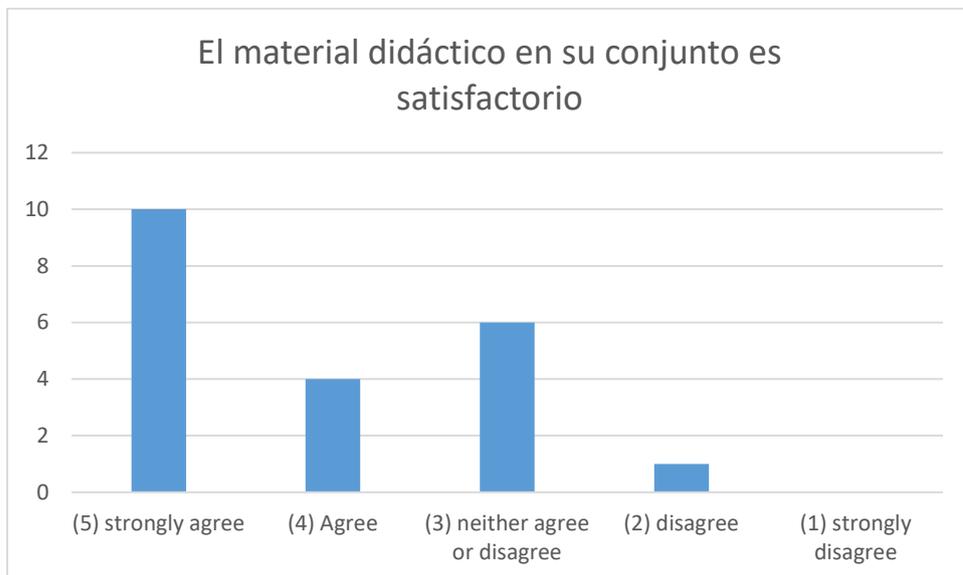
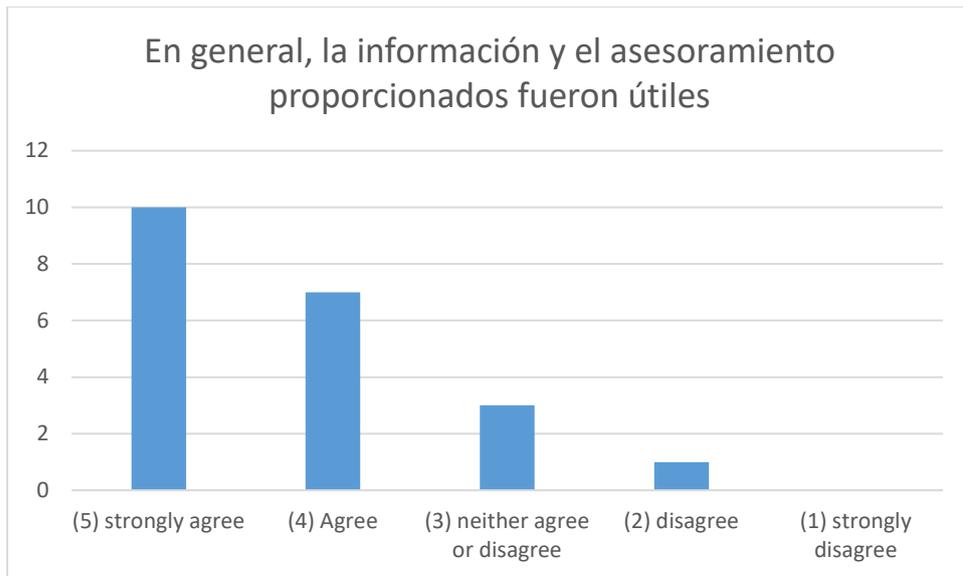


### Tengo una visión más positiva sobre el uso de la cadena de bloques en la gestión de residuos

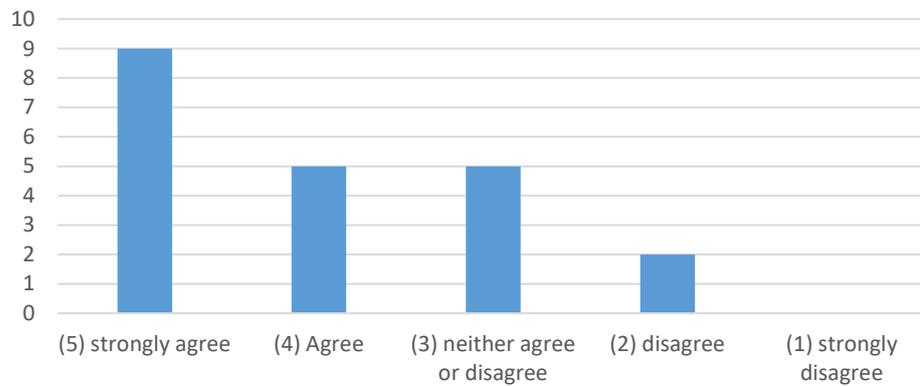


### C. Evaluar su experiencia en esta escuela piloto

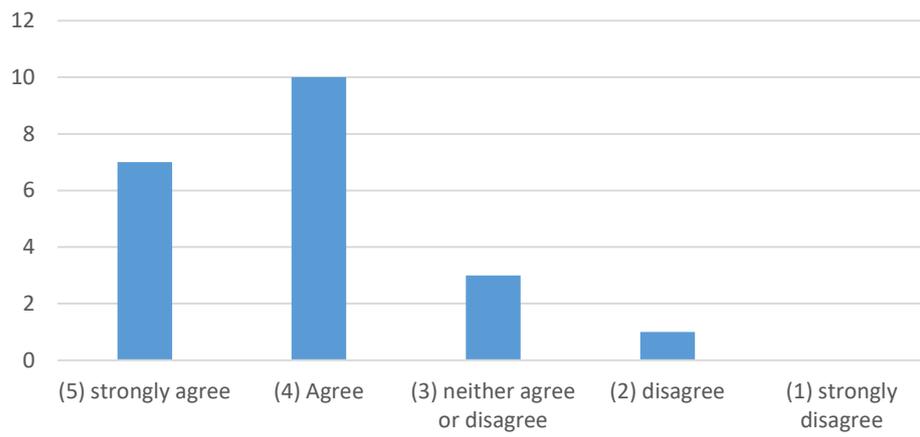




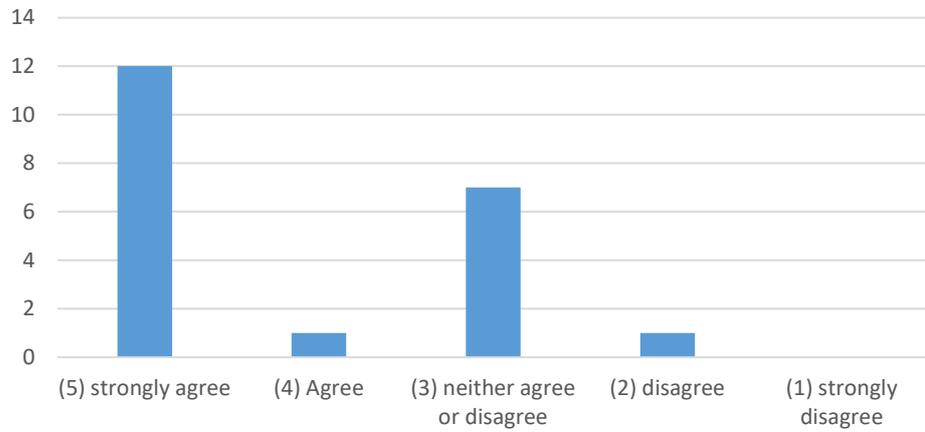
El material didáctico contiene información adecuada para mejorar el conocimiento sobre la interfaz de gestión de residuos y blockchain



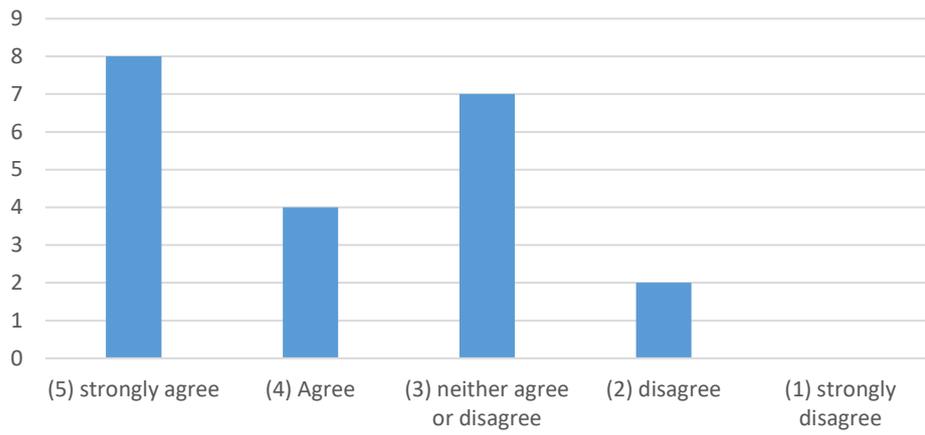
El material didáctico es interesante para motivar al usuario a utilizarlo.

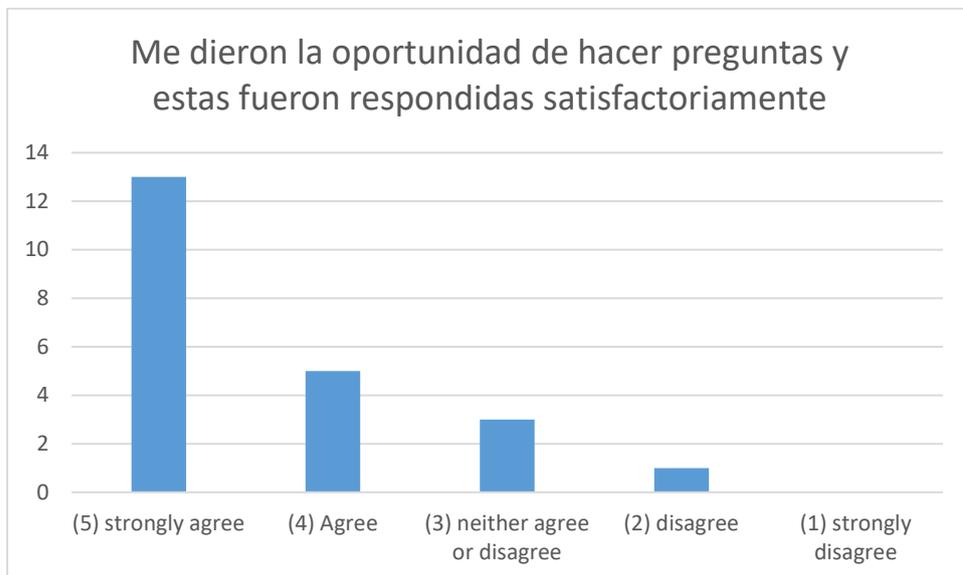
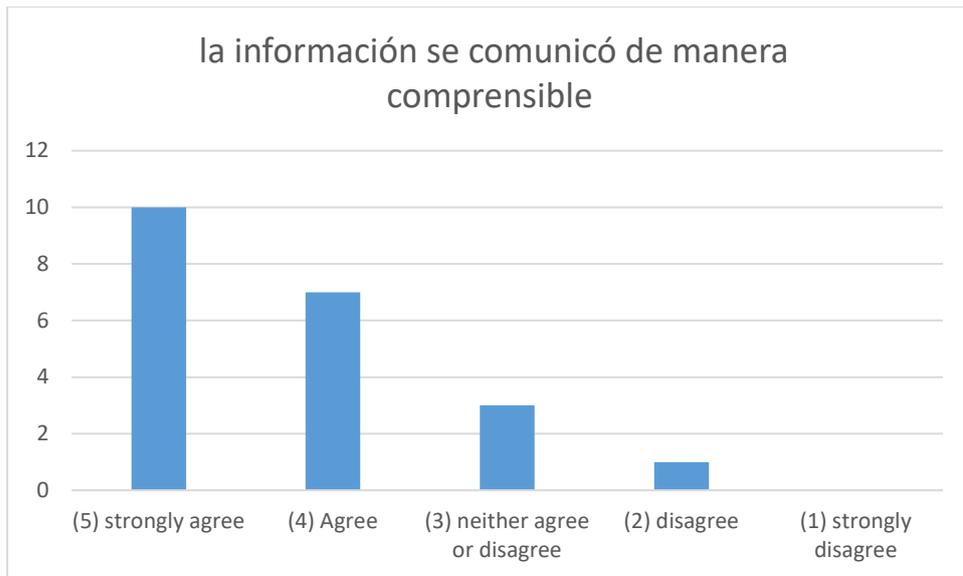


### El material didáctico cumple su propósito y objetivos



### Es fácil de usar las fuentes en línea de BlockWaste





#### **D. Observaciones adicionales**

1. Fue una sesión interesante e interactiva que abrió mi comprensión del ecosistema blockchain. Me encantaría participar en futuros eventos.
2. Es una herramienta muy útil para gestionar los residuos
3. La presentación fue genial, y estoy muy interesado en la implementación de características de blockchain en la gestión de residuos.