

Por último y de modo general, ¿acaso la pandemia por covid-19 no nos ha obligado a todos a fomentar el uso de herramientas digitales de calidad en todos los ámbitos? ¿Cómo se ha resuelto el problema específico de la experimentación y los laboratorios CTIM?

Frente a la situación anterior, la FECYT plantea que el Fomento CTIM entre los más jóvenes aumenta con el contacto directo con la ciencia y la tecnología a través de experimentos, prácticas de laboratorio, etc. Además está contrastado que la vocación científico-tecnológica se fragua a edades tempranas. Cuando los alumnos están primaria, y no en secundaria/bachiller, es cuando el alumno gana o pierde interés.

Resumiendo, ¿es posible usar una herramienta digital que favorezca el aprendizaje de disciplinas CTIM y que además ayude a las escuelas rurales a superar su falta de infraestructuras? [2]

Nuestra respuesta, con el apoyo de FECYT- Ministerio de Ciencia e Innovación, es el proyecto R3.

II. PROYECTO R3

El Proyecto R3 (<https://proyecto-r3.ingenieria.deusto.es/>) cuenta con el apoyo y financiación de FECYT – Ministerio de Ciencia e Innovación (Rural Remoto y Real R3: Fomento de vocaciones CTIM en escuelas rurales mediante experimentación remota, FCT-20-15490). También apoyan este proyecto la Universidad de Deusto y la empresa LabsLand de servicios en experimentación remota. El presupuesto total del proyecto es de 41.380 euros y su duración es de un año septiembre 2021 a junio 2022.

El Proyecto R3 tiene como objetivo general fomentar las vocaciones científicas en CTIM entre los jóvenes del mundo rural mediante la práctica científica directa utilizando laboratorios remotos para ello [3].

El contacto directo con el método y la práctica investigadora promueve el interés científico del alumno, así el Proyecto R3 ofrece como resultado principal un conjunto de experimentos remotos científico-tecnológicos y material didáctico para los alumnos y profesores de la escuela rural (como colectivo desfavorecido en equipamiento) a través de Internet. El laboratorio remoto, con sus experimentos remotos, es un formato innovador, que utiliza Internet como canal de acceso y comunicación.

La consecución del anterior objetivo general se articula en fases:

- Fase I. Diseminación del proyecto R3 con el objetivo de atraer profesorado y centros educativos rurales.
- Fase II. Presentación del Proyecto R3 a los profesores y centros educativos rurales con el fin de crear un grupo de trabajo estable durante el proyecto.
- Fase III. Elaboración de materiales didácticos basados en los experimentos remotos. Además de estos materiales de partida, se espera que los profesores elaboren los suyos propios y los compartan.
- Fase IV. Formación del profesorado con el fin de que aprendan a usar experimentos remotos y a diseñar lecciones científico-tecnológicas para el aula.
- Fase V. Despliegue de la lección en el aula usando el experimento remoto.

- Fase VI. Evaluación y divulgación de los resultados en el aula en cuanto a satisfacción con la experiencia.

La Fase IV del proyecto es muy importante ya que en algunas ocasiones los profesores de primaria no se sienten cómodos con la ciencia y la tecnología, y por tanto un objetivo muy importante del Proyecto R3 es capacitar a los profesores de manera que se sientan cómodos llevando a cabo un experimento científico o tecnológico que resulte atractivo para los estudiantes. En el Proyecto R3 el personaje principal es el profesor, aunque los alumnos sean los principales beneficiados.

¿Qué espera el proyecto R3 de cada profesor? Se espera que elija un experimento remoto del conjunto ofrecido por LabsLand, que diseñe o elija una lección, que la use en el aula y que evalúe los resultados mediante al menos un cuestionario de satisfacción. El planteamiento es que la duración de la lección R3 sea corta y no supere las 3-4 horas de trabajo. El Proyecto R3 en absoluto quiere condicionar la estrategia docente del profesor, simplemente le ofrece un apoyo de carácter innovador.

Una parte fundamental del proyecto R3 es la oferta de experimentos remotos. La empresa LabsLand (labsland.com) es una spin-off de la Universidad de Deusto (<https://www.youtube.com/watch?v=rzHi8ZOPPfc>) cuyo objetivo fundamental es ofertar el acceso profesional a experimentos remotos de cualquier nivel educativo: desde primaria (o infantil) hasta la universidad. Del conjunto total de experimentos remotos de LabsLand se seleccionaron unos 50 que nos parecían adecuados para educación no universitaria. Entre ellos hay experimentos de Robótica, Electrónica, Biología, Química, Física y Tecnología, cada uno de ellos con distintos objetivos. Si hay algo que distingue a todos los experimentos de LabsLand es que al acceder a ellos, el alumno o profesor no está condicionado por su enfoque pedagógico, ya que en la medida de lo posible son agnósticos. Sin embargo, y como parece lógico, los usuarios cuentan con materiales pedagógicos para utilizar con cada experimento, siendo estos materiales puramente orientativos.

La Fig. 2 muestra el experimento remoto de Arquímedes y un robot programable y controlable remotamente.

III. RESULTADOS DEL PROYECTO R3

El Proyecto R3 está actualmente en curso y por tanto los resultados que aquí se muestran son parciales.

A. Colegios y profesores

Uno de los problemas principales de cualquier proyecto educativo con orientación práctica es atraer a profesores interesados e interesantes y mantenerlos en el proyecto. El Proyecto R3 no es una excepción en esto, máxime cuando los centros han estado sometidos a un sobreesfuerzo continuo debido al covid-19. A la situación de estrés anterior hay que añadir que no pocos profesores resultaron infectados o temieron estarlo, por lo que no se unieron al Proyecto R3 con “alegría”. La meta del Proyecto R3 para FECYT es de 20 profesores y/o centros escolares.

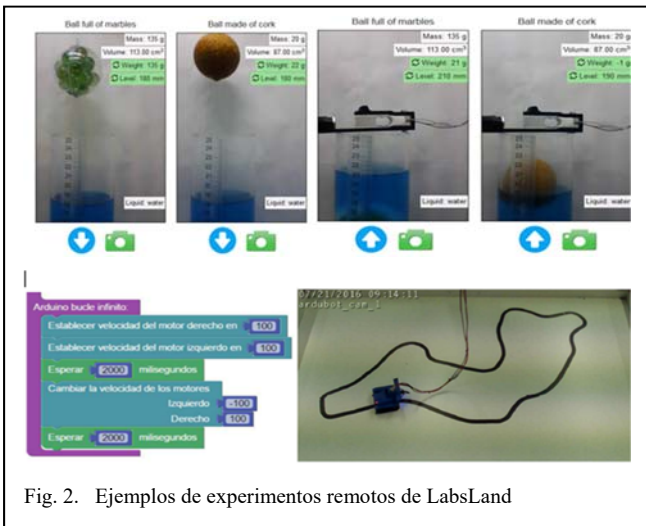


Fig. 2. Ejemplos de experimentos remotos de LabsLand

En una primera fase se unieron al Proyecto R3 unos 60 profesores y directores de colegio tras una presentación online del mismo. De estos 60 profesores, unos 40 confirmaron su participación. A partir de ahí, y como es natural, algunos profesores dejaron de estar activos y otros se unieron al proyecto en una segunda “tanda”. En este momento, y a falta de 3 meses para terminar el proyecto, hay más de 20 profesores activos, sobre todo de escuelas rurales, pero también otros centros que se han interesado. Es decir, el foco rural se mantiene, pero como la utilidad del proyecto no se restringe a lo rural, hemos admitido otros centros.

Lo anterior es una muestra de lo difícil que es atraer y mantener al profesorado dentro de un proyecto didáctico.

Por otro lado, del primer grupo de unos 60 profesores, 30 de ellos completaron una encuesta para conocer cuáles eran sus intereses e infraestructuras. Los siguientes datos describen el escenario de trabajo del proyecto R3.

El 65 % de indica que es profesor, mientras que un 25 % indica que es director y/o asesor. El resto tiene otros roles dentro del sistema educativo. La mitad de ellos imparte en primaria, y el resto en secundaria o bachiller.

El 80 % de los profesores se declara innovador en el aula, y ese mismo porcentaje indica que la dirección del centro fomenta dicha innovación. Además los profesores indican que no les importa alejarse algo del currículum con tal de hacer algo innovador (Fig. 3).

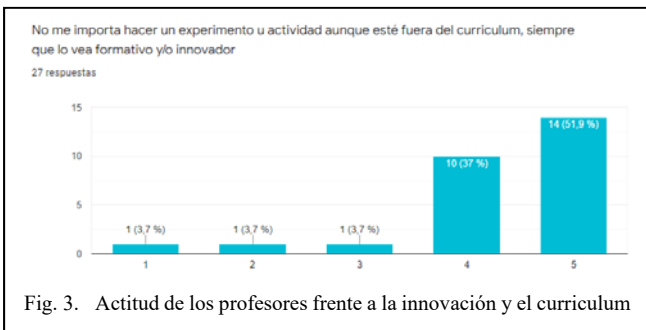


Fig. 3. Actitud de los profesores frente a la innovación y el currículum

Preguntados por su interés y dominio científico, el 80 % declara que le gusta CTIM, pero solo un 50 % declara dominar estos conocimientos. Además, un 50 % expresa que debería enseñar más CTIM/STEM en el aula. El 90 % de los profesores indica que cree que el proyecto R3 le va a ayudar. Todo lo anterior se muestra en la Fig. 4.

En cuanto a los alumnos (Fig. 5), los profesores indican que al 80 % de ellos les interesa la ciencia y les gusta hacer cosas nuevas en clase. Aunque también indican que les parece que sus alumnos no tienen habilidades muy altas en el ordenador.

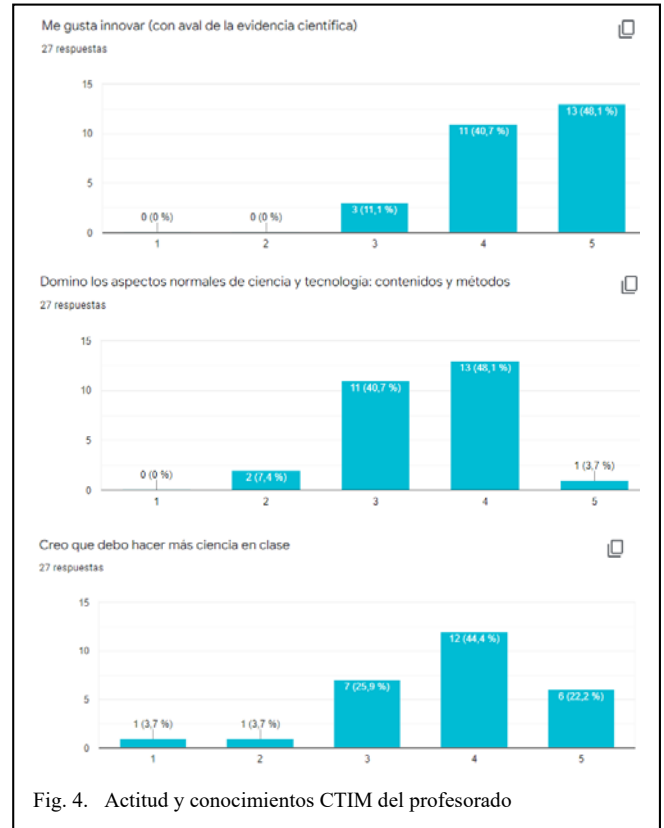


Fig. 4. Actitud y conocimientos CTIM del profesorado

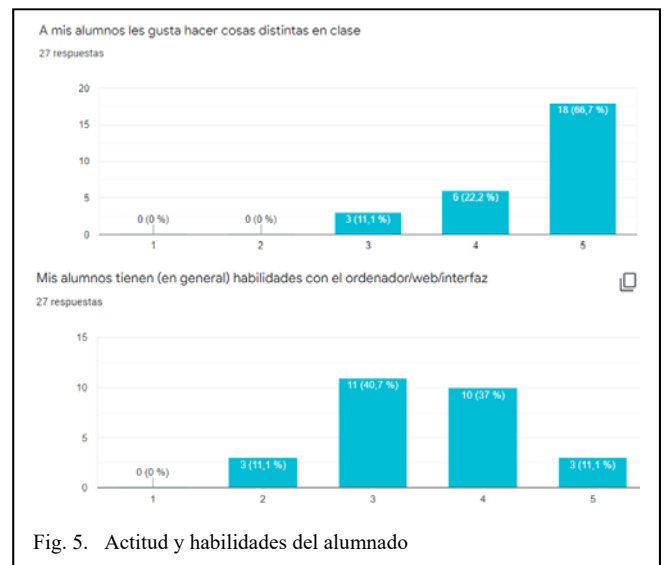


Fig. 5. Actitud y habilidades del alumnado

También hubo preguntas de equipamiento (Fig. 6), y aquí las respuestas no son tan rotundas. Indican tener ordenadores/tablets suficientes, pero no en todos los casos, y lo mismo ocurre con la calidad de Internet.

Resumiendo los centros educativos, los profesores y los alumnos ofrecen un escenario para el Proyecto R3 que, si bien es diverso, permite su despliegue con garantías de éxito.

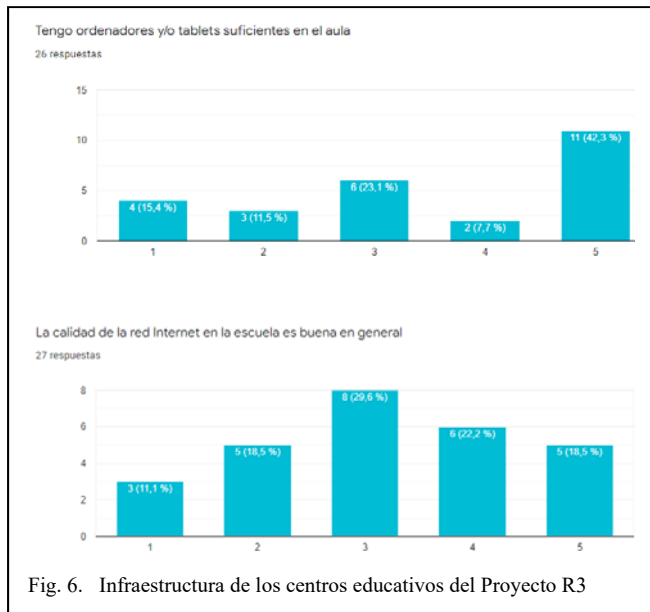


Fig. 6. Infraestructura de los centros educativos del Proyecto R3

B. Experiencias en el aula

¿Qué está ocurriendo al desplegar el proyecto R3 en las aulas? Los resultados disponibles hasta el momento indican que el resultado es positivo. Veamos los resultados de algunos centros.

En el colegio Lluís Vives de Castellón, su profesora María Traver, eligió el experimento con Planarias (Fig. 7) y elaboró una lección después de asistir a la formación (https://www.youtube.com/watch?v=Y_Y1hIussEw&authuser=0).



Fig. 7. Experimento remoto de las planarias de LabsLand

Este experimento (Fig. 8) permite a los alumnos ver cómo se comporta una planaria en distintos hábitats: agua de estanque, agua con azúcar, agua con caféina, agua con jengibre o agua con taurina. Lo interesante es que el sistema nervioso central de una planaria es comparable al de un humano, así que las conclusiones obtenidas para este tipo de gusano, son extrapolables a nosotros. Los alumnos aprenden que no es buena idea beber o abusar de cierto tipo de bebidas.



Fig. 8. Interfaz del experimento de planarias en LabsLand

Los alumnos de 5º de primaria de María han completado la actividad con planarias y han valorado su experiencia con el laboratorio remoto. La Fig. 9 muestra dos de las valoraciones.

	😊	😄	😐	😞	😡
1 Me ha gustado el experimento remoto					✗
2 El experimento remoto es de verdad, es real					✗
3 El experimento remoto fácil de usar y se entiende			✗		
4 He trabajado concentrado en las tareas					✗
5 He usado el ordenador (interfaz) casi sin ayuda, es muy intuitivo					✗
6 He aprendido con el experimento remoto					✗
7 Me gustaría usar de nuevo otro experimento remoto					✗
8 Alumnos de otros colegios deberían usar este experimento remoto			✗		
9 Me gustan la ciencia y los experimentos					✗
10 <i>Me ha gustado trabajar en pareja</i>					✗

	😊	😄	😐	😞	😡
1 Me ha gustado el experimento remoto					✗
2 El experimento remoto es de verdad, es real					✗
3 El experimento remoto fácil de usar y se entiende					✗
4 He trabajado concentrado en las tareas					✗
5 He usado el ordenador (interfaz) casi sin ayuda, es muy intuitivo					✗
6 He aprendido con el experimento remoto					✗
7 Me gustaría usar de nuevo otro experimento remoto					✗
8 Alumnos de otros colegios deberían usar este experimento remoto					✗
9 Me gustan la ciencia y los experimentos					✗
10 <i>Me ha gustado trabajar en pareja</i>					✗

Fig. 9. Opiniones de los alumnos de su experiencia R3

Aunque es más fácil entender la experiencia viendo dos de los dibujos hechos por los alumnos de María (Fig. 10).

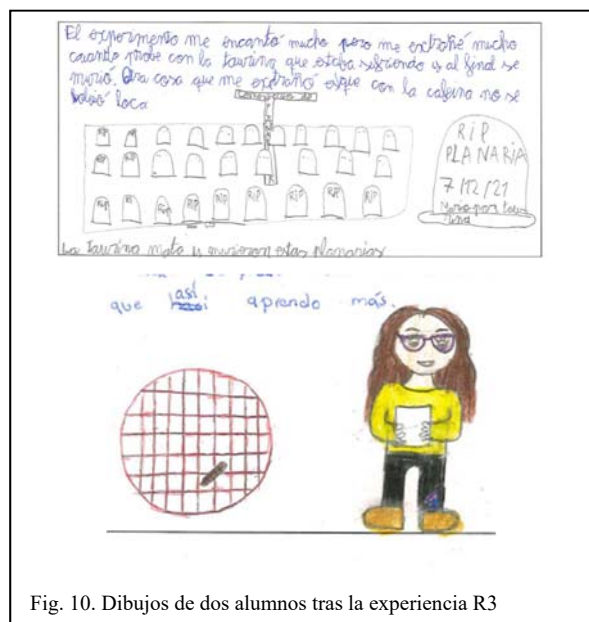


Fig. 10. Dibujos de dos alumnos tras la experiencia R3

Está claro que han entendido que la taurina no es buena para la salud (5ª disolución en Fig. 7) y que ser científica sí que es una buena idea.

Otros alumnos de primaria han usado otros experimentos y otras lecciones, pero de momento, y a falta de un análisis más riguroso, los resultados en primaria son positivos.

En secundaria disponemos de la experiencia de Beatriz Imaz en el IES Dolores Ibarruri en Bizkaia. En este caso la profesora optó por una experiencia pretest –posttest con el péndulo: hizo las mismas tres preguntas antes y después de la lección con el experimento remoto del péndulo. Este experimento permite al estudiante lanzar un péndulo desde distintas posiciones angulares para ver cómo oscila con un periodo determinado.

Al péndulo básico (izquierda) se le puede añadir un bote de refresco en el centro o un poco más arriba para ver el efecto de aumentar la masa del péndulo (Fig. 11).



Fig. 11. Distintos péndulos en LabsLand

A continuación se muestran los resultados de esta experiencia y se analizan de un modo intuitivo, prescindiendo de un análisis estadístico detallado que no se ha hecho por el momento.

La primera pregunta fue “La masa del péndulo afecta a su periodo” y las respuestas del alumno a priori y a posteriori fueron las siguientes (Fig. 12).

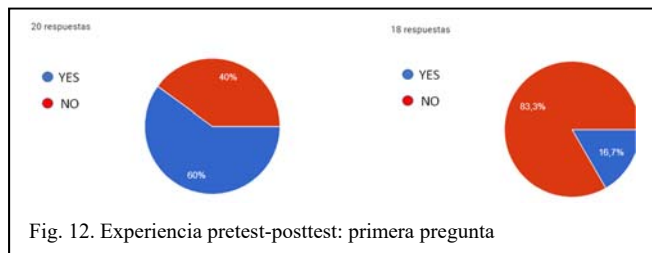


Fig. 12. Experiencia pretest-posttest: primera pregunta

Se ve que un 60 % pensaba que sí afectaba, pero tras la experiencia solo un 16 % mantenía esa respuesta. Es fácil decir que, al menos intuitivamente, el experimento remoto ha tenido un efecto positivo en el aprendizaje del alumno, al menos en cuanto al péndulo.

La segunda pregunta fue “El ángulo de lanzamiento del péndulo afecta a su periodo” y las respuestas del alumno a priori y a posteriori fueron las siguientes (Fig. 13).

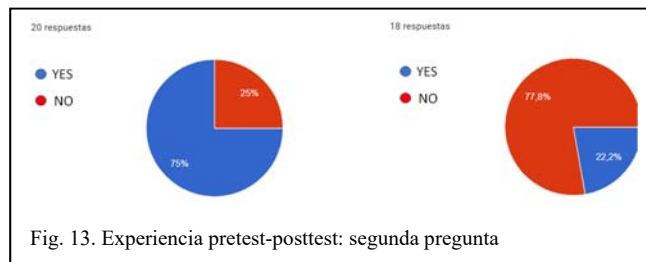


Fig. 13. Experiencia pretest-posttest: segunda pregunta

Antes del experimento el 75 % de los alumnos dijo que sí afectaba, pero tras el experimento solo el 20 % seguía pensando lo mismo. De nuevo es fácil decir que, al menos intuitivamente, el experimento remoto ha tenido un efecto positivo en el aprendizaje del alumno, al menos en cuanto al péndulo.

La tercera pregunta fue “La longitud del péndulo afecta a su periodo” y las respuestas del alumno a priori y a posteriori fueron las siguientes (Fig. 14).

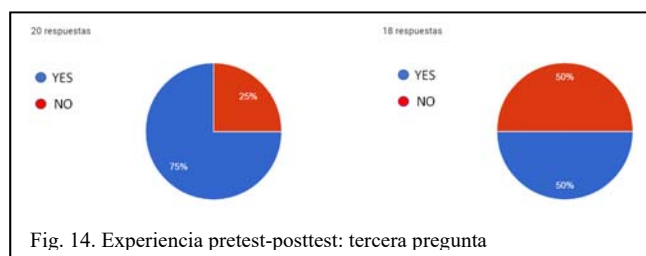


Fig. 14. Experiencia pretest-posttest: tercera pregunta

Aquí los resultados son más sorprendentes, ya que en principio la respuesta del 75 % de los alumnos fue sí, lo que era correcto, y tras los experimentos ese porcentaje bajó hasta el 50 %. En un primer análisis parece que el experimento remoto no resultó efectivo, pero cabe hacer dos matizaciones.

En primer lugar, el experimento no permitía probar con un péndulo más corto, ya que solo permitía cambiar el ángulo de lanzamiento, la masa (añadiendo una Coca-Cola) y la posición de la masa añadida. Es decir, el alumno no pudo hacer el experimento y basó su respuesta en el posttest en las otras dos preguntas. ¿Y qué les pasó en las otras dos preguntas? Pues que la respuesta original SÍ resultó ser errónea (para la mayoría), así que quizá en esta pregunta se daba la misma situación y su planteamiento fue “habrá que cambiar lo pensado”. Quizá no es un análisis muy académico, pero sí que es aceptable, al menos dentro del Proyecto R3.

Este experimento es un caso típico de “misconception”, donde el alumno tiende a dar por buena una intuición que le parece irrechazable. En este momento dos profesoras del Proyecto R3 van a plantear un experimento similar con el MRUA (Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado).

En el caso de los alumnos de Beatriz contamos con las respuestas digitalizadas al cuestionario de satisfacción. Las cuatro primeras indican “Me gusta el experimento remoto”, “El experimento remoto es fácil de usar”, “El experimento remoto es real” y “La interfaz es fácil de usar” (Fig. 15).

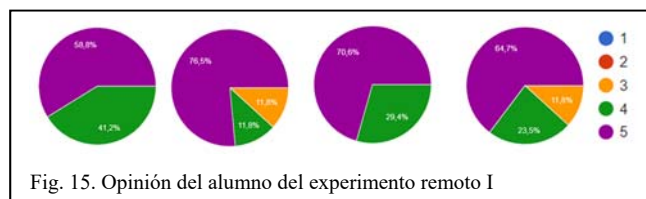


Fig. 15. Opinión del alumno del experimento remoto I

En segundo lugar las preguntas fueron “He estado inmerso y concentrado en el experimento remoto”, “He aprendido con el experimento remoto”, “Me gustaría volver a usar un experimento remoto” y “Me gustan la ciencia y los experimentos” (Fig. 16).

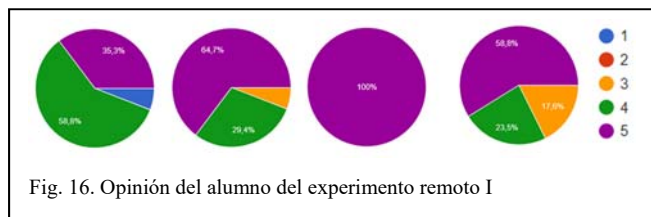


Fig. 16. Opinión del alumno del experimento remoto I

En todos los casos la opinión de los alumnos es positiva. Llama la atención que todos quieran volver a usar un experimento remoto, aunque no a todos les guste demasiado la ciencia y la tecnología. Parece que el uso de experimentos remotos ayuda a popularizar la ciencia y la tecnología.

Además de un análisis cualitativo también es interesante un análisis más cuantitativo, ¿cuántos alumnos han accedido y cuántas veces a los experimentos remotos? Aunque el Proyecto R3 está todavía en marcha, ya se pueden mostrar algunos resultados de los cerca de 20 profesores/colegios involucrados.

La Fig. 17 muestra 12 de los colegios que actualmente están usando distintos experimentos remotos de LabsLand. En total son más de 1000 accesos a experimentos remotos.

Nombre del centro escolar y Lugar (Provincia y municipio)	Espacio LabsLand	Usos 10 de febrero
1 IES CRUCES Barakaldo- Bizkaia	iescruces.labsland.com	72
2 CEIP Francisco Mondragón	francisco-mondragon.labsland.com	108
3 IES JUAN BOCO	iesjuanbosco.labsland.com	67
4 CRA La Coruña (Asturias, Ceceda-Nava)	lacorona.labsland.com	78
5 CRA La Marina (Asturias y Castiello de la Ma)	lamarina.labsland.com	119
7 IES ONDARROA BHI	ondarrog-bhi.labsland.com	18
8 San José Carmelitas SAniturtzi Bizkaia	sanjosecarmelitas.labsland.com	220
9 San Martin Aramaio (Alava, Aramaio)	sanmartinaramaio.labsland.com	282
10 URREGARAI Herri Eskola Aulesti- Bizkaia	urregarai.labsland.com	10
11 CEIP LUIS VIVES, XILXES(CASTELLÓN)	luisvives.labsland.com	62
12 BHI Dolores Ibarruri, Gallarta, Bizkaia	https://doloresibarruribhi.labsland.c	16
13 Bertendona BHI, Bizkaia	https://bertendona.labsland.com/	60

Fig. 17. Actividad en el Proyecto R3

En el caso particular de una de las escuelas rurales se ve que ha habido más de 200 accesos en varias clases y que estos se han distribuido a lo largo de casi todos los días de la semana y a muy diversas horas (Fig. 18). Es destacable que hay accesos por la tarde y en sábado, y eso quiere decir que los niños y niñas han trabajado en casa, seguramente con sus padres y les han enseñado lo que pasa con las planarias y porqué no es bueno beber algunas bebidas refrescantes. Al menos queremos pensar que un experimento remoto es también una forma de llevar ciencia a las familias y de mostrar la innovación directamente a los padres mediante sus hijos.

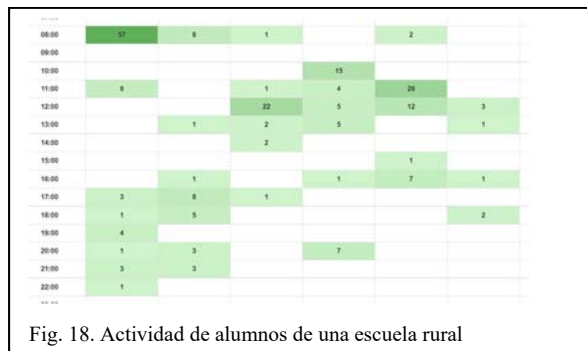


Fig. 18. Actividad de alumnos de una escuela rural

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El Proyecto R3 tiene como fin promover las disciplinas CTIM/STEM en el mundo rural utilizando experimentos remotos como opción tecnológica. Quizá lo mejor sea copiar el texto enviado por una de las participantes

“El motivo de este mail es porque el centro, mis alumnos y yo queremos daros las gracias por habernos escogido como experiencia de aula a tener en cuenta. Para nosotros, desde una población tan pequeña y con los recursos con los que contamos en el cole (no es una queja), tener la oportunidad de formar parte del Proyecto R3 es emocionante y apasionante porque nos dais la oportunidad de ampliar los límites físicos establecidos de por sí y porque nos dais visibilidad en diferentes ámbitos educativos lo cual resulta sobrecogedor a la vez que estimulante y motivador.”

El despliegue actual del Proyecto R3 permite afirmar que, aun estando en marcha el proyecto, ha conseguido atraer a profesores y centros educativos del mundo rural y de otros ámbitos, formarles y ayudarles a desplegar en el aula las lecciones creadas por ellos o por el propio proyecto. La opinión de los profesores es positiva y la de los alumnos también, y además parece que el efecto en el aprendizaje de los alumnos es positivo.

El trabajo futuro debe tomar dos direcciones. Por un lado se debe hacer un esfuerzo mayor para informar adecuadamente a un mayor número de escuelas e institutos rurales, máxime cuando vemos que el esfuerzo tiene un rendimiento positivo. Un primer paso debe ser contactar con los departamentos educativos y de innovación de cada autonomía (estrategia de arriba abajo, top-down), sin perder la relación que ya tenemos directamente con los profesores (estrategia de abajo a arriba, bottom-up). Atraer a profesores sigue siendo un reto para cualquier proyecto educativo.

Y en segundo lugar el esfuerzo debe centrarse en incorporar nuevos experimentos remotos adecuados para enseñanza primaria. En este esfuerzo será fundamental alinearse con la nueva LOMLOE y trabajar conjuntamente con LabsLand.

AGRADECIMIENTO

Con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Ciencia e Innovación: FCT-20-15490.

REFERENCIAS

- [1] Alfonso Echazarra and Thomas Radinge, Does attending a rural school make a difference in how and what you learn? in “Pisa in focus”, <https://doi.org/10.1787/d076ecc3-en>, 2019.
- [2] Javier García Zubia, Verónica Canivell Castillo et al, “Rural, Remote and Real: Democratizing the Access to Science in Rural Schools using Remote Experiments” in Proc. Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2022, 2022.
- [3] Javier García Zubia, Remote Laboratories: Empowering STEM Education with Technology, World Scientific Publishing, 2021.